

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT  
PADA PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH PROYEK  
PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UII  
(*HEAVY EQUIPMENT COMBINATION CHOICE  
ANALYSIS ON EARTH MOVING WORK OF UII  
HOSPITAL CONSTRUCTION PROJECT*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Wahyudin Fahmi  
11511225**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2017**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT  
PADA PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH PROYEK  
PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UII  
(HEAVY EQUIPMENT COMBINATION CHOICE  
ANALYSIS ON EARTH MOVING WORK OF UII  
HOSPITAL CONSTRUCTION PROJECT)**

Disusun oleh

**WAHYUDIN FAHMI**

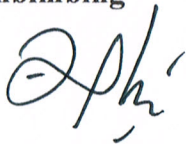
**11511225**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 13-6-17

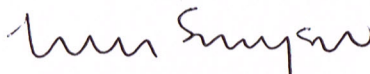
oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**



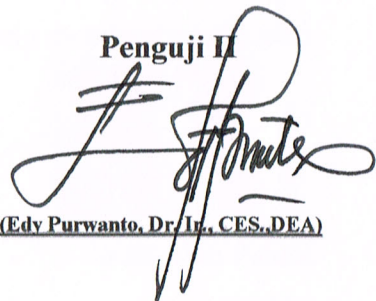
**(Fitri Nugraheni, ST., M.T., Ph.D.)**

**Penguji I**



**(Tuti Sumarningsih, Dr. Ir., M.T.)**

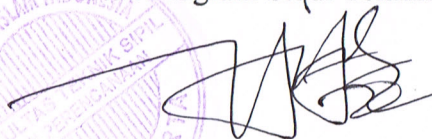
**Penguji II**



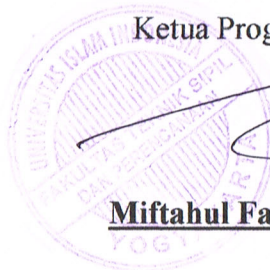
**(Edy Purwanto, Dr. Ir., CES., DEA)**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.**



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan ini sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan karya dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasu dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 18 Maret 2017

Yang membuat pernyataan



Wahyudin Fahmi

11511225

## **DEDIKASI**

*Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Bapak  
Muhyidin, Ibu Duriyah dan Hamdan Fajril Haqiqie  
yang selalu saya sayangi dan banggakan*

## MOTTO

“Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu, berilah kelapangan di dalam majelis-majelis, maka lapangkanlah. Niscaya Allah Swt. akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, berdirilah kamu, maka berdirilah. Niscaya Allah Swt. akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Swt. Mahateliti apa yang kamu kerjakan.”

(Surah al-Mujadalah/58: 11)

“Barangsiapa berjalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke syurga”

(HR. Muslim).

“Barangsiapa memberikan petunjuk kebaikan maka baginya akan mendapatkan ganjaran seperti ganjaran yang diterima oleh orang yang mengikutinya dan tidak berkurang sedikit pun hal itu dari ganjaran orang tersebut.”

(HR. Muslim).

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan apa yang diharapkan. Solawat beringkan salam tetap tercurahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta pengikutnya hingga akhir zaman.

Sesuai dengan kurikulum dan persyaratan akademis, untuk menempuh derajat Sarjana Teknik Sipil program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, setiap mahasiswa diwajibkan untuk melaksanakan Tugas Akhir. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat memperoleh derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil. Atas kelancaran dalam penyusunan hingga sampai pada penyelesaian Tugas Akhir, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Fitri Nugraheni, ST.,M.T.,Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah sabar membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan proses pengerjaan tugas akhir.
2. Ibu Tuti Sumarningsih, Dr. Ir.,M.T., selaku dosen penguji 1.
3. Bapak Edy Purwanto, Dr. Ir., CES.,DEA selaku dosen penguji 2.
4. Ibu Miftahul Fauziah, ST.,M.T.,Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Muhyidin dan Ibu Duriyah selaku kedua orang tua yang telah memberikan dorongan semangat, motivasi, baik moril maupun materil dan arahan, serta selalu mendoakan keberhasilan dan keselamatan, sehingga saya bisa sampai kepada tahap terakhir ini.
6. Sahabat-sahabat terbaik Fitri Kaniyah, Rama Abdurrahman dan Juleha yang selalu mengingatkan untuk segera lulus.
7. Teman-teman Republik Melow yang telah memberikan semangat serta dukungannya.
8. Saudara-saudaraku teknik sipil 2011 yang telah memberikan nuansa persaudaraan dan kebersamaan selama ini.

9. Pihak-pihak yang bersedia membantu untuk memberikan data yang dibutuhkan untuk penyusunan Tugas Akhir.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat baik penulis maupun pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 18 Maret 2017

Wahyudin Fahmi

11511225

## DAFTAR ISI

Judul	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.3 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Keaslian Penelitian Yang Dilakukan	6
BAB III LANDASAN TEORI	7
3.1 Tinjauan Umum	7
3.2 Keterlambatan Proyek Konstruksi	7
3.3 Sifat Sifat Tanah	7
3.4 Manajemen Alat Berat	10
3.5 Cara Kerja Alat Berat	11
3.5.1 <i>Excavator</i>	11

3.5.2	<i>Dump Truck</i>	12
3.5.3	<i>Wheel Loader</i>	13
3.6	Metode Perhitungan Produksi Alat Berat	14
3.6.1	Kapasitas Produksi Alat	14
3.6.2	Efisiensi Kerja	15
3.7	Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah	16
3.7.1	<i>Excavator</i>	16
3.7.2	<i>Dump Truck</i>	19
3.7.3	<i>Wheel Loader</i>	22
3.8	Komponen Biaya Alat Berat	26
3.8.1	Biaya Kepemilikan (Owner Ship) atau Biaya Pasti	26
3.8.2	Biaya Penyewaan Alat	26
3.8.3	Jam Operrasi atau Waktu Kerja	26
BAB IV	METODE PENELITIAN	28
4.1	Tinjauan Umum	28
4.2	Metode Penelitian	28
4.2.1	Data Penelitian	28
4.2.2	Pengolahan Data	29
4.2.3	Rencana Penelitian	30
4.3	Flow Chart Penelitian	31
BAB V	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	33
5.1	Tinjauan Umum	33
5.2	Analisis Data	34
5.2.1	Perhitungan Produktivitas Alat	34
5.2.2	Perhitungan Biaya Sewa Alat	39
5.2.3	Perhitungan Analisis Alternatif	40
5.3	Pembahasan	58
5.3.1	Jenis Alat yang Digunakan	58
5.3.2	Jumlah Alat, Waktu dan Biaya Sewa Alat Berat	59
5.3.2	Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat	62

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1	Kesimpulan	64
6.2	Saran	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	LAMPIRAN	66

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Sifat-sifat Beberapa Macam Tanah	8
Tabel 3.2 Konversi Tanah	9
Tabel 3.3 Efisiensi Kerja	15
Tabel 3.4 Faktor <i>Bucket Excavator</i>	17
Tabel 3.5 Waktu Gali <i>Excavator</i>	19
Tabel 3.6 Waktu Putar <i>Excavator</i>	19
Tabel 3.7 Waktu Bongkat Muat $t_1$	21
Tabel 3.8 Waktu Tunggu dan Tunda $t_2$	21
Tabel 3.9 Faktor <i>Bucket Wheel Loader</i>	24
Tabel 3.10 Waktu Tetap <i>Wheel Loader</i>	26
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 1	42
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 2	47
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 3	41
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 4	50
Tabel 5.5 Jumlah Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 1	59
Tabel 5.6 Jumlah Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 2	60
Tabel 5.7 Jumlah Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 3	61
Tabel 5.8 Jumlah Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 4	61
Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat	62

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 <i>Excavator</i> Komatsu PC200-8	11
Gambar 3.2 <i>Dump Truck</i> kapasitas bak 7 m <sup>3</sup>	13
Gambar 3.3 <i>Wheel Loader</i> Komatsu WA380-3	14
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	32
Gambar 5.1 Skema Alat Berat Pada Alternatif 1	43
Gambar 5.2 <i>Circle Time Dump Truck</i> dan <i>Wheel Loader</i> Alternatif 1	44
Gambar 5.3 Skema Alat Berat Pada Alternatif 2	47
Gambar 5.4 <i>Circle Time Dump Truck</i> dan <i>Wheel Loader</i> Alternatif 2	48
Gambar 5.5 Skema Alat Berat Pada Alternatif 3	51
Gambar 5.6 <i>Circle Time Dump Truck</i> dan <i>Wheel Loader</i> Alternatif 3	52
Gambar 5.7 Skema Alat Berat Pada Alternatif 4	56
Gambar 5.8 <i>Circle Time Dump Truck</i> dan <i>Excavator</i> Alternatif 4	57

## DAFTAR NOTASI

Q	: Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )
q	: Produksi per siklus ( $m^3$ )
N	: Jumlah siklus per jam, $N = 60/C_m$
E	: Efisiensi kerja
$C_m$	: Waktu siklus dalam menit
q'	: Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat
K	: Faktor <i>bucket</i> yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah
C	: Kapasitas rata-rata <i>dump truck</i> ( $m^3$ )
n	: jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck
$C_{ms}$	: waktu siklus pemuat ( <i>loader/excavator</i> , menit)
D	: jarak angkat <i>dump truck</i> (m)
V1	: kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> bermuatan (m/menit)
V2	: kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> kosong (m/menit)
t1	: waktu buang, standby sampai pembuangan mulai (menit)
t2	: waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)
D	: Jarak angkut (m)
F	: Kecepatan maju (m/menit)
R	: Kecepatan mundur (m/menit)
Z	: Waktu tetap (menit)

## ABSTRAK

Proyek pembangunan Rumah Sakit UII akan melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah dengan volume galian sebesar 15.282,44 m<sup>3</sup> dan volume timbunan sebesar 11.487,34 m<sup>3</sup>. Pekerjaan tersebut akan dilakukan oleh beberapa alat berat yang biasa dipakai dalam pekerjaan galian dan timbunan yaitu *excavator*, *wheel loader* dan *dump truck*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kombinasi alat berat yang optimal sehingga bisa dilihat dari biaya dan waktu pekerjaan.

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang optimal dilakukan dengan menghitung menggunakan alternatif. Dari hasil analisis perhitungan didapatkan empat alternatif kombinasi alat yang meliputi kombinasi *excavator*, *wheel loader*, dan *dump truck*. Dari hasil alternatif pertama diperlukan waktu 433 jam dan biaya sebesar Rp. 185.128.000-. sedangkan untuk alternatif kedua jumlah waktu yang diperlukan selama 216 jam dengan biaya Rp. 182.477.500,00-. Pada alternatif ketiga jumlah waktu yang diperlukan selama 338 jam dengan biaya 185.128.000,00- dan pada alternatif keempat dibutuhkan waktu selama 227 jam dengan jumlah biaya 183.041.000,00-.

Maka bisa dilihat dari beberapa hasil alternatif yang ada dilakukan perbandingan dengan alternatif pertama sebagai perbandingan untuk mendapatkan kombinasi alat yang optimal. Sehingga didapatkan alternatif kedua sebagai kombinasi yang optimal dari segi waktu dan biaya terdiri 2 unit *excavator* PC200-8, 2 unit *wheel loader* WA380-3 dan 7 unit *dump truck* dengan kapasitas bak 7 m<sup>3</sup> untuk direkomendasikan pada pekerjaan pemindahan tanah proyek pembangunan Rumah Sakit UII.

Kata kunci : Kombinasi, Alat Berat, *Excavator*, *Wheel Loader*, *Dump Truck*

## **ABSTRACT**

*UII Hospital construction project will be doing earth moving work with 15.282,44 m<sup>3</sup> cut volume and 11.487,34 m<sup>3</sup> fill volume. This work will be executed using some heavy equipment which usually used on the cut and fill work such as excavator, wheel loader and dump truck. The purpose of this observation is to know the optimal combination of heavy equipments in order to measure the cost and time of work.*

*There are some alternative calculations to get optimal combination of heavy equipment. The analysis has resulted four alternatives. From the first alternative, the cut and fill work can be completed in 433 hours with Rp 185.128.000,00- of total cost. The second alternative result is that the work needs 217 hours with Rp 182.447.500,00- of total cost. The third alternative calculated that the work needs 338 hours with Rp 185.128.000,00- of total cost. And from the last alternative, the work can be completed in 206 hours with Rp 183.041.000,00- of total cost.*

*Those four alternative results then compared with the first alternative as comparison to get the optimal combination of heavy equipment. In the conclusion, the canal of fourth alternative holds the most optimal combination in both time and cost aspects. The second alternative consists 2 units of PC200-8 excavator, 2 units of WA380-3 wheel loader and 7 units of dump truck with 7 m<sup>3</sup> capacity to be recommended at earth moving work on UII Hospital construction project.*

*Keywords: Combination, Heavy Equipment, Excavator, Wheel Loader, Dump Truck*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada pekerjaan proyek pembangunan teknik sipil yang cukup besar, kontraktor atau pelaksana kadang-kadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Pemakaian alat berat tidak dapat dihindari karena pemanfaatan tenaga manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien. Penggunaan alat berat merupakan solusi yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek yang sedang berlangsung. Alat berat merupakan alat bantu bagi tenaga kerja untuk menyelesaikan suatu proyek pembangunan seperti gedung, jembatan, bendungan, jalan dan lain-lain.

Pekerjaan pemindahan tanah merupakan kegiatan yang harus dilaksanakan pada setiap proyek pembangunan. Proyek pembangunan Rumah Sakit UII mencakup pekerjaan pemindahan tanah dengan volume yang cukup besar, sehingga sangat mustahil dilakukan secara manual. Pembangunan rumah sakit ini sudah seharusnya menggunakan bantuan alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah. Alat berat yang dapat dipakai pada pekerjaan pemindahan tanah yaitu *excavator*, *wheel loader* dan *dump truck*. Alat-alat berat tersebut dipilih karena bisa menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah dengan kombinasi alat-alat tersebut, sehingga pekerjaan pemindahan tanah akan selesai sesuai waktu dan biaya yang optimal.

Kombinasi alat berat merupakan salah satu cara untuk menentukan alat berat yang akan dipakai, jumlah alat berat yang akan dipakai dan menghitung waktu dan biaya yang dibutuhkan oleh setiap kombinasi alat berat yang akan dipakai. Pekerjaan galian dan timbunan pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII membutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk menyelesaikannya. Apabila tidak jeli dalam memilih kombinasi alat berat yang dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut maka pihak kontraktor akan mengalami kerugian. Oleh karena itu dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui produktivitas alat-alat tersebut, sehingga dapat menentukan alat mana saja yang memiliki

produktivitas yang optimum dari segi waktu dan biaya. Sehingga kerugian dan keterlambatan pengerjaan proyek dapat diminimalisir atau bahkan dihindari.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang masalah yang diuraikan, pokok permasalahan yang akan dibahas adalah :

Bagaimana mendapatkan kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada berbagai masalah yang dihadapi, penulis melakukan penelitian ini dengan tujuan:

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan berbagai opsi kepada para kontraktor dalam pemilihan kombinasi alat berat sesuai dengan medan.
2. Menambah wawasan bagi pembaca tentang kombinasi alat berat yang digunakan pada pekerjaan teknik sipil khususnya galian dan timbunan serta pengelolaan dan pemanfaatannya.
3. Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai kombinasi alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian dan timbunan serta optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatannya.

### 1.5 Batasan Penelitian

Peneliti mempunyai pembatasan masalah agar tidak menjadi luas yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII.
2. Penelitian pada pekerjaan pemindahan tanah.
3. Alat berat yang digunakan dalam kombinasi ialah *excavator* Komatsu PC200-8, *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan *dump truck* kapasitas bak 7 m<sup>3</sup>.
4. Tanah sisa hasil galian diasumsikan dipindahkan ke *quary* yang jaraknya 2 kilometer dari lokasi proyek.
5. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.
6. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam/hari.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka adalah salah satu dari kerangka teoritis yang memuat penelitian terkait yang digunakan untuk menyusun konsep dan langkah-langkah dalam penelitian. Tinjauan pustaka dalam penelitian ini menggunakan pustaka dari referensi dan penelitian-penelitian sebelumnya dengan topik yang sesuai.

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian ini juga menggunakan pustaka penelitian-penelitian yang pernah dilaksanakan sebelumnya antara lain:

1. Analisis Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Persiapan Proyek Stadion Sleman

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Indratman dkk (2005) tentang Analisis Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Persiapan Proyek Stadion Sleman memiliki tujuan yaitu menentukan dan menyusun komposisi alat berat yang akan digunakan agar seluruh alat berat dapat bekerja secara optimal. Studi kasus dari penelitian ini di Stadion Sleman Yogyakarta. Penelitian ini membicarakan hubungan antara waktu pengerjaan jenis alat berat dan biaya. Optimasi alat berat pada suatu pekerjaan dapat menentukan jenis alat berat yang akan digunakan dalam pekerjaan tersebut. Sehingga didapat suatu kelompok alat berat yang dapat bekerja dengan optimum. Metoda yang digunakan untuk menentukan jumlah alat berat adalah dengan cara coba-coba.

Kesimpulan yang diperoleh setelah penelitian ini adalah dalam menentukan jumlah alat berat, waktu dan biaya untuk dapat menyelesaikan pekerjaan perlu diadakan analisis alat berat terlebih dahulu. Dari analisis alternatif alat yang digunakan didapat alternatif menguntungkan yaitu alternatif alat yang menggunakan 1 unit *excavator* Pc 200-6, 3 unit *wheel loader* Lx 100, 4 unit *dump truck* 5 m<sup>3</sup>. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan adalah 2,5 bulan (410 jam), dengan biaya Rp. 205.670.846,00

## 2. Analisis Manajemen Alat Berat Berdasarkan Nilai Biaya dan Waktu Optimal Produktivitas

Penelitian Bayu (2013) yang mengambil topik tentang manajemen alat ditinjau dari nilai biaya dan waktu optimal produktivitas mempunyai tujuan yaitu menentukan kombinasi alat berat yang akan digunakan dalam proyek agar seluruh alat berat bekerja secara optimum. Studi kasus dari penelitian ini pada Proyek Pembangunan Jembatan KA BH. 1063 antara Larangan – Prupuk, Jawa Tengah. Pada suatu pekerjaan yang membutuhkan alat berat harus mencari kombinasi alat berat yang sesuai dengan pekerjaan, agar tidak terjadinya keterlambatan dan jumlah biaya yang terlalu besar dikeluarkan. Metode yang digunakan adalah dengan cara mencari alternatif kombinasi.

Kesimpulan yang diperoleh setelah penelitian ini adalah dalam menentukan jumlah alat berat yang akan dipakai pada suatu proyek, waktu pekerjaan dan biaya yang akan dikeluarkan perlu diadakan analisis alat berat terlebih dahulu. Dari analisis alternatif alat yang digunakan pada pekerjaan galian timbunan proyek Peningkatan Pembangunan Jembatan KA BH. 1063, antara Larangan – Prupuk, Brebes, Jawa Tengah yaitu terdiri dari 3 unit *excavator* Komatsu PC 200-6, 1 unit *bulldozer* tipe D7D dan 8 unit *dump truck* dengan kapasitas 5 m<sup>3</sup>. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 170 jam atau 25 hari kalender, dengan total biaya yang dibutuhkan Rp 84.087.400,00.

## 3. Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanudin Makassar

Menurut Rasyid (2008) tugas akhir ini membahas tentang produktivitas alat-alat berat proyek pada Bandar Udara Hasanuddin. Metoda yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu pemilihan alat berat sehingga produktivitas mencapai optimal dan menentukan seberapa besar biaya dan waktu pengembangan proyek tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut adalah menentukan produktivitas alat berat dan waktu siklus sesuai dengan keadaan medan atau lokasi sesungguhnya. Hasil yang didapat adalah

untuk pekerjaan galian dan timbunan tanah dipilih kombinasi alat berat dengan memanfaatkan waktu lembur.

Hasil dari penelitian tersebut adalah mendapatkan tiga alternatif kombinasi alat yang dapat digunakan dengan volume pekerjaan galian tanah sebesar 616.803,81 m<sup>3</sup>, volume pekerjaan timbunan tanah sebesar 437.278,73 m<sup>3</sup> dan volume pembuangan tanah sebesar 179.525,08 m<sup>3</sup>. Dari analisis alternatif yang digunakan pada pekerjaan galian dan timbunan Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanuddin Makassar yaitu 4 unit *excavator* PC 200, 5 unit *wheel loader* 926 E dan 11 unit *dump truck* kapasitas 10 m<sup>3</sup>. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 2.324 jam atau 12,1 bulan dengan total biaya Rp. 3.676.757.800,00.

## 2.2 Keaslian Penelitian Yang Dilakukan

Permasalahan pada penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat diambil beberapa kategori yang dapat membedakan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu yaitu kombinasi alternatif alat yang digunakan akan lebih banyak yaitu agar dapat menyempurnakan penelitian yang sebelumnya.

Perbandingan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu

<b>Peneliti</b>	Indriatman dkk	Bayu	Rasyid
<b>Tahun</b>	2005	2013	2008
<b>Alat Berat</b>	<i>Excavator, Wheel loader dan Dump truck</i>	<i>Excavator, Bulldozer dan Dump truck</i>	<i>Excavator, Wheel loader dan Dump truck</i>
<b>Lokasi Penelitian</b>	Stadion Sleman	Jembatan KA BH 1063 Brebes	Bandar Udara Hasanuddin, Makassar

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Pekerjaan suatu proyek biasanya terjadi beberapa kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun kendala yang diluar dari perhitungan perencanaan. Kendala tersebut dapat menjadi penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek, sehingga proyek tersebut tidak berlangsung sesuai perencanaan. Perencanaan proyek yang menggunakan alat berat mempunyai hal yang harus diperhatikan adalah cara menghitung kapasitas produksi suatu alat, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan job site yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian volume pekerjaan.

#### **3.2 Keterlambatan Proyek Konstruksi**

Menurut Kusjadmikahadi (1999), keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak. Penyelesaian pekerjaan tidak tepat waktu merupakan kekurangan dari tingkat produktivitas dan sudah barang tentu kesemuanya ini akan mengakibatkan pemborosan dalam pembiayaan, baik berupa pembiayaan langsung yang dibelanjakan untuk proyek-proyek pemerintah, Maupin berwujud pembekalan investasi dan kerugian-kerugian pada proyek swasta.

#### **3.3 Sifat Sifat Tanah**

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Sifat-sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, pengusuran dan pemampatan perlu diketahui, karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami perubahan volume antara lain :

1. Keadaan asli (*insitu*), yaitu keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (dilintasi peralatan, digali, dipindahkan, diangkut dan dipadatkan)
2. Keadaan gembur (*loose*), yaitu material tanah yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran material
3. Keadaan padat (*compact*), keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), dimana volume akan menyusut. Perubahan volume terjadi dikarenakan adanya pemadatan rongga udara diantara butiran-butiran material tersebut.

Sehingga dapat dilihat pada Tabel 3.1 sifat beberapa macam tanah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Sifat-sifat beberapa macam tanah

No	Jenis Tanah	<i>Swell</i> (%)	<i>Load Factor</i>
1	Lempung alami	38	0,72
2	Lempung berkerikil kering	36	0,73
3	Lempung berkerikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir kering	11	0,90
8	Pasir basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sumber: Suryadharmadkk (1998)

Sifat-sifat tanah yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat aslinya selalu akan menjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan tanah asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah di atas dikonversikan pada Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Konversi Tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Tanah biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah campuran kerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan cadas/ Batuan keras	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,10	1,00
Pecahan granit	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Batuan hasil peledakan	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Keterangan:

- (A) Tanah asli
- (B) Tanah lepas
- (C) Tanah padat

### 3.4 Manajemen Alat Berat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat dihindari, antara lain adalah :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkut, meratakan permukaan
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 yang dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan dan dam
7. Lokasi proyek. Lokasi proyek merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek berada 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 merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat yang akan dipakai. Tanah terbagi dalam kondisi padat, lepas, atau lembek
9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain :

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
3. Dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, dapat ditentukan berapa volume yang dapat diselesaikan, serta waktu yang diperlukan.

### 3.5 Cara Kerja Alat

#### 3.5.1 *Excavator*

Penggalian tanah diawali dengan *excavator bucket* dijulurkan kedepan ke tempat galian, bila *bucket* sudah pada posisi yang diinginkan lalu *bucket* diayun kebawah seperti dicangkulkan, kemudian lengan *bucket* diputar ke arah alatnya. Setelah *bucket* terisi penuh lalu diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan *swing*, pembuangan material hasil galian dapat dilakukan ke *dump truck* atau ke tempat lain. Pada penggalian parit, letak *track excavator* harus sedemikian rupa sehingga arahnya sejajar dengan arah memanjang parit, kemudian *excavator* berjalan mundur. Bentuk excavator dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :



**Gambar 3.1** *Excavator Komatsu PC200-8*

Sumber : construction week online (2014)

### 3.5.2 *Dump Truck*

Operator atau sopir sangat berperan penting dalam menempatkan *dump truck* pada waktu muat, karena produksi dari organisasi alat angkut dan gali ditentukan pada saat muat ini. Menempatkan *dump truck* dengan cepat pada posisi untuk dimuati agar *swing* dari alat sekecil-kecilnya. Operator alat gali biasanya akan mengatur penempatan *dump truck* yang akan dimuati, khusus untuk *dump truck* yang besar, pembantu sopir sangat diperlukan dalam mengatur penempatan *dump truck* pada posisi muat yang baik. *Dump truck* sebaiknya ditempatkan membelakangi alat gali, atau searah dengan *swing* alat gali agar memudahkan pemuatan. Khusus pada pemuatan batu-batu yang besar dengan menggunakan alat gali yang besar sebaiknya *dump truck* menghadap ke alat gali, agar batu-batu tidak menimpa kabin *dump truck*.

*Dump truck* adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai *dump truck* pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau sopir. Operator harus segera mengambil tindakan gigi ke gigi rendah apabila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal itu perlu dilakukan agar *dump truck* tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindah pada gigi yang rendah. Pada jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi yang rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi yang tinggi dengan hanya mengandalkan rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik.

Pada waktu mengangkut ataupun kosong, perlu dihindari selip. Selip adalah keadaan keadaan mendatar ke samping dan kendaraan tidak dapat dikuasai oleh operator. Selip ini biasanya terjadi jika roda berputar lebih cepat dari pada yang diperlukan untuk gerakan kendaraan, atau apabila putaran roda lebih lambat dari pada gerakan kendaraan, misalnya pada saat posisi kendaraan melakukan rem, atau dapat terjadi pada tikungan tajam tetapi posisi kendaraan dalam kecepatan tinggi. Membuang muatan (*dumping*) operator harus hati-hati dan cermat. Operator harus yakin bahwa roda-roda berada di atas permukaan tanah yang cukup kuat dan keras untuk menghindari supaya ban-ban tidak terperosok ke dalam tanah yang kurang

baik, misalnya pada permukaan tanah hasil buangan sebelumnya. Jenis *dump truck* yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



**Gambar 3.2** *Dump Truck* kapasitas bak 7 m<sup>3</sup>

Sumber : Agung Rent (2015)

### 3.5.3 *Wheel Loader*

*Wheel loader* bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan cara membawa muatan untuk dimuatkan ke alat angkut atau alat yang lain. Gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* di atas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggosur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Apabila material harus dimuatkan ke alat angkut, misalnya *dump truck*, ada beberapa cara pemuatan ialah :

1. *V loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V,
2.  $\perp$  *loading*, *dump truck* di belakang *loader*, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus,
3. *Cross loading*, cara pemuatan *dump truck* juga ikut aktif,
4. *Overhead loading*, dengan *loader* khusus, *bucket* dapat digerakkan melintasi di atas kabin operator.

Jenis *wheel loader* yang dipakai bisa dilihat pada Gambar 3.3 berikut :



**Gambar 3.3** *Wheel Loader* Komatsu WA380-3

Sumber : Quality Service Manual

### **3.6 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat**

#### **3.6.1 Kapasitas Produksi Alat**

Kapasitas produksi alat berat pada umumnya dinyatakan dalam  $m^3$  per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus satu jam.

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{Cm} \times E \quad (3.1)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam ( $m^3$ /jam)

q = Produksi per siklus ( $m^3$ )

N = Jumlah siklus per jam,  $N = 60/Cm$

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

### 3.6.2 Efisiensi Kerja

Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Sebagai pendekatan dapat dipergunakan Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Efisiensi Kerja

KONDISI OPERASI ALAT BERAT	PEMELIHARAAN MESIN				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut:

1. Faktor peralatan
  - a. Untuk peralatan yang masih baru = 1,00
  - b. Untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
  - c. Untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80
2. Faktor operator
  - a. Untuk operator kelas I = 1,00
  - b. Untuk operator kelas II = 0,80
  - c. Untuk operator kelas III = 0,70
3. Faktor material
  - a. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00
  - b. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00

4. Faktor manajemen dan sifat manusia
  - a. Sempurna = 1,00
  - b. Baik = 0,92
  - c. Sedang = 0,82
  - d. Buruk = 0,75
5. Faktor cuaca
  - a. Baik = 1,00
  - b. Sedang = 0,80
6. Faktor kondisi lapangan
  - a. Berat = 0,70
  - b. Sedang = 0,80
  - c. Ringan = 1,00

### 3.7 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah

Pemeliharaan alternatif yang baik merupakan faktor yang sangat penting dan sangat mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan suatu proyek. Pemeliharaan alat dipengaruhi oleh hal-hal berikut:

1. Kondisi medan dan keadaan tanah
2. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan
3. Volume pekerjaan
4. Prosedur operasi dan pemeliharaan alat
5. Umur alat
6. Undang-undang perburuhan dan keselamatan kerja

#### 3.7.1 *Excavator*

*Excavator* adalah alat untuk menggali daerah yang letaknya di bawah kedudukan alat, dapat menggali dengan kedalaman yang teliti serta dapat digunakan sebagai alat pemuat bagi *dump truck*. Gerakan *excavator* dalam beroperasi terdiri dari:

1. Mengisi *bucket (land bucket)*
2. Mengayun (*swing loaded*)
3. Membongkar beban (*dump bucket*)

#### 4. Mengayun balik (*swing empty*)

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1987):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \quad (3.2)$$

Dimana:

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

C<sub>m</sub> = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K \quad (3.3)$$

Dimana:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Untuk menentukan faktor *bucket* diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan *excavator* di lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Faktor *Bucket Excavator*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Ringan	Menggali dan memuat dari <i>stockpile</i> atau material yang dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam <i>bucket</i> . Pasir, tanag berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang.	1,0 : 0,8

Lanjutan Tabel 3.4 Faktor *Bucket Excavator*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Sedang	Menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli	0,8 : 0,6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, yang telah di <i>stockpile</i> oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut	0,6 : 0,5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan di antaranya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur batu bundar, tanah berpasir tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk <i>bucket</i> .	0,5 : 0,4

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986):

$$C_m = \text{Waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} \quad (3.4)$$

Keterangan : waktu gali/muat, besarnya dipengaruhi kondisi galian dan kedalaman maksimum galian.

Waktu gali *excavator* dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Waktu Gali *Excavator*

KEDALAMAN	KONDISI GALIAN			
	Ringan	Rata-rata	Agak sulit	Sulit
0-2 m	6 dtk	9 dkt	15 dkt	26 dtk
2-4 m	7 dtk	11 dtk	17 dtk	28 dtk
4 m	5 dtk	13 dtk	19 dtk	30 dtk

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Waktu putar dipengaruhi sudut dan kecepatan putar, menggunakan Tabel 3.6 dibawah ini:

Tabel 3.6 Waktu Putar *Excavator*

SUDUT PUTAR	WAKTU PUTAR
45° - 90 °	4 – 7 dtk
90° - 180 °	5 – 8 dtk

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Waktu buang tergantung kondisi pembuangan,

- a) Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik
- b) Ketempat pembuangan = 3 – 6 detik

### 3.7.2 *Dump Truck*

Merupakan peralatan/kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas dan fleksibilitasnya. Sebagai alat angkut, *dump truck* luwes dan mudah dikoordinasi dengan alat-alat lain (alat-alat gali dan pemuat).

Pemilihan *dump truck* harus mempertimbangkan kemampuan produksi alat gali maupun pemuatnya agar tidak terdapat alat yang menganggur dan mempertimbangkan kerugiannya.

*Dump truck* mempunyai 3 fungsi :

1. *Side dump truck* (penumpahan kesamping)
2. *Rear dump truck* (penumpahan kebelakang)
3. *Rear dan side dump truck* (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *dump truck* :

1. *Dump truck* kecil

Keuntungan :

- a. Lebih lincah dalam beroperasi
- b. Lebih mudah dalam beroperasi
- c. Lebih *flexible* dalam pengangkutan jarak dekat
- d. Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
- e. Jika salah satu *dump truck* dalam satu unit angkutan tidak dapat bekerja, tidak akan terasa terhadap produksi
- f. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Kerugian :

- a. Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya *dump truck* beroperasi terutama waktu muat
- b. *Excavator* lebih sukar memuat karena kecil baknya
- c. Lebih banyak supir yang dibutuhkan
- d. Biaya pemeliharaan lebih besar, karena lebih banyak *dump truck* begitu pula tenaga pemeliharaannya.

2. *Dump truck* besar

Keuntungan :

- a. Untuk kapasitas yang sama dengan *dump truck* kecil, jumlah unit *dump truck* besar lebih sedikit
- b. Sopir/crew yang digunakan lebih sedikit
- c. Cocok untuk angkutan jarak jauh

Kerugian :

- a. Jalan kerja harus diperitungkan, karena berat *dump truck* kerusakan jalan relatif lebih cepat
- b. Pengoperasian lebih sulit karena ukurannya lebih besar
- c. Produksi akan sangat berkurang, jika salah satu *dump truck* tidak bekerja
- d. Pemeliharaan lebih sulit dilaksanakan

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \quad (3.5)$$

Dimana:

- Q = Produksi per jam ( $m^3$ /jam)
- C = Kapasitas rata-rata *dump truck* ( $m^3$ )
- E = Efisiensi kerja
- C<sub>m</sub> = Waktu siklus dalam menit

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986) :

$$C_m = n \times C_{ms} + \frac{D}{V} + \frac{D}{V} + t_1 + t_2 \quad (3.6)$$

$$n = \frac{c}{q' \times k} \quad (3.7)$$

Dimana:

- n = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck
- c = kapasitas rata-rata *dump truck* ( $m^3$ )
- q' = kapasitas *bucket* pemuat (*loader/excavator*, menit) ( $m^3$ )
- k = faktor *bucket* pemuat
- C<sub>ms</sub> = waktu siklus pemuat (*loader/excavator*, menit)
- D = jarak angkat *dump truck* (m)
- V<sub>1</sub> = kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (m/menit)
- V<sub>2</sub> = kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (m/menit)
- t<sub>1</sub> = waktu buang, standby sampai pembuangan mulai (menit)
- t<sub>2</sub> = waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

Waktu bongkar muat dan waktu tunggu dump truck dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan 3.8 berikut :

Tabel 3.7 Waktu Bongkar Muat  $t_1$

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,5 – 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Tabel 3.8 Waktu Tunggu dan Tunda  $t_2$

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Dalam hal ini harus diatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sedemikian sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas tinggi. Hal pokok yang harus dipertimbangkan dan diketahui adalah:

1. Kapasitas alat sesuai volume pekerjaan
2. Kapasitas alat sesuai dengan alat lain (karena merupakan tim)
3. Sedapat mungkin dihindari ada satu atau lebih alat yang menganggur karena harus menunggu
4. Jika terpaksa suatu alat harus menganggur, usahakan alat yang paling murah biayanya atau alat yang multi fungsi sehingga dapat mengerjakan pekerjaan lain
5. Alat yang paling berpengaruh terhadap alat lain dalam tim
6. Produksi/kapasitas tiap jenis alat

Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan formula:

$$\frac{\text{Produksi alat berat yang paling berpengaruh}}{\text{Produksi dicari}} \quad (3.8)$$

### 3.7.3 Wheel Loader

*Wheel loader* adalah traktor beroda ban, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang berasal dari *wheel loader* digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan tanah seperti menggali, mendorong, mengurug dan mengangkat. Pada kondisi tanah yang sangat lunak (liat berlumpur), jarak pemindahan yang efektif adalah sampai sejauh 100 meter dan tinggi angkat bucket setinggi 2,5 – 5

meter. Pada pekerjaan ini, *wheel loader* bersifat serba guna dapat melakukan tugas-tugas antara lain sebagai berikut :

1. Pembersihan lapangan atau lokasi pekerjaan (land clearing)
2. Penggusuran tanah dalam jarak dekat
3. Meratakan timbunan tanah dan mengisi kembali galian-galian tanah
4. Menyiapkan bahan-bahan dari tempat pengambilan material
5. Mengupas tanah bagian atas yang jelek (stripping)
6. Meratakan permukaan atau menghaluskan permukaan bidang rata disebut finishing.

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times E \quad (3.9)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket wheel loader* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K \quad (3.10)$$

Dimana:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Sebagai pendekatan untuk menentukan factor *bucket* maka diperlukan data factor *bucket* yang tercantum pada Tabel 3.9 berikut:

Tabel 3.9 Faktor *Bucket Wheel Loader*

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Pemuatan ringan	Pemuatan material dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan yang dimuat ke dalam <i>bucket</i> . Contoh : pasir, tanah berpasir, tanah kolodial dengan kadar air sedang	1,0 : 0,8
Pemuatan sedang	Pemuatan dari <i>stockpile</i> tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung (antara peres dan munjung). Contoh: pasir kering, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, atau menggali dan memuat gravel lunak langsung dari bukit asli	0,8 : 0,6
Pemuatan yang agak sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir campur gravel, tanah berpasir, tanah koloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan-bahan tersebut telah ada pada <i>stockpile</i> atau persediaan sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material-material tersebut	0,6 : 0,5
Pemuatan yang sulit	Batu bongkah besar-besar dengan bentuk yang tidak beraturan dengan banyak ruangan diantara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah pasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bias dimuat gusur ke dalam <i>bucket</i>	0,5 : 0,4

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Kapasitas *bucket* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Rochmanhadi, 1986)

- Kapasitas peres

$$V_s = A \times W \times \frac{2}{3} \times a \times b \quad (3.11)$$

- Kapasitas munjung

$$V_r = V_s \times \frac{b \times W}{8} - \frac{b}{6} \times (a + b) \quad (3.12)$$

Keterangan:

A = Penampang melintang ditengah-tengah *bucket* (mm<sup>2</sup>)

W = Lebar dalam rata-rata dari *bucket* (mm)

a = Tinggi penahan tumpahan ditengah-tengah *bucket* tegak lurus pada garis operasi (mm)

b = Panjang bukaan pada tengah-tengah *bucket* (mm)

c = panjang garis normal ke garis operasi (mm)

Faktor blade dalam pekerjaan penggusuran tanah perlu diperhitungkan karena dapat mempengaruhi produksi alat, besarnya dipengaruhi oleh jenis tanah.

Waktu siklus wheel loader untuk menggusur, ganti persenelling dan mundur, diperhitungkan dengan rumus berikut:

- Pada permukaan melintang

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (3.13)$$

- Pada permukaan bentuk V

$$C_m = 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z \quad (3.14)$$

- Pada muat-angkut

$$C_m = 2 \times \frac{D}{F} + Z \quad (3.15)$$

Keterangan:

D = Jarak angkut (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

Z = Waktu tetap (menit)

Faktor waktu tetap juga mempengaruhi pada saat perhitungan waktu siklus. Sehingga diperlukan data mengenai waktu tetap pada Tabel 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Waktu Tetap *Wheel Loader*

	Pemuatan bentuk V	Pemuatan Melintang	Muat dan angkut
Mesin gerak langsung	0,25	0,35	-
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak <i>lordflow</i>	0,20	0,30	0,35

Sumber : Rochmanhadi (1986)

### 3.8 Komponen Biaya Alat Berat

Cara untuk menganalisa harga satuan pekerjaan harus ditinjau semua biaya yang menyangkut atau biaya yang mempengaruhi pekerjaan tersebut yaitu:

#### 3.8.1 Biaya Kepemilikan (*Owner Ship*) atau Biaya Pasti

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhatikan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus diperhitungkan karena alat semakin lama akan berkurang hasil produksinya, bahkan pada waktu tertentu alat sudah tidak dapat berproduksi lagi, hal ini tersebut sebagai depresiasi.

#### 3.8.2 Biaya Penyewaan Alat

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan-ketentuan yang telah dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum.

#### 3.8.3 Jam Operasi atau Waktu Kerja

Efisiensi waktu dibutuhkan guna tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana. Untuk mewujudkan disiplin khususnya waktu, maka dibutuhkan adanya loyalitas tinggi dari semua pihak yang terlibat. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain jam operasional normal dan lembur.

1. Jam operasional normal

Lama waktu kerja pada setiap hari kerja (senin-sabtu) ditetapkan selama 7 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2. Jam operasional lembur

Waktu lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (7 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja perminggu (hari minggu).

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Tinjauan Umum**

Proses penelitian dimulai dengan tinjauan pustaka yang bertujuan untuk mengetahui informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur, bahan kuliah, media internet dan media cetak lainnya. Penelitian sebelumnya juga dapat menjadi acuan dalam penelitian ini sebagai analisis perbandingan antara perhitungan dilapangan dan penelitian ini. Proses selanjutnya adalah pengumpulan data-data proyek yang didapat langsung dari dokumen proyek. Proses selanjutnya setelah semua data terkumpul adalah pengolahan data yang didapat dari dokumen proyek tersebut. Setelah mendapatkan hasil analisis data proyek kemudian dapat diambil kesimpulan.

### **4.2 Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilakukan dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan.

#### **1. Subjek penelitian**

Subjek dalam penelitian adalah optimalisasi alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan

#### **2. Objek penelitian**

Objek dalam penelitian ini adalah proyek Pembangunan Rumah Sakit UII.

#### **4.2.1 Data Penelitian**

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang disusun secara sistematis. Peneliti memastikan semua data yang dibutuhkan tersusun rapi untuk bisa melakukan proses pengambilan data. Sumber data yang digunakan dalam penelitian mengenai optimalisasi alat berat pembangunan Rumah Sakit UII yaitu:

### 1. Data primer

Sumber data primer bisa langsung didapatkan dengan melakukan wawancara langsung di lapangan dan pengambilan data yang diperoleh dari proyek untuk kepentingan penelitian. Data yang diperlukan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Jenis alat yang digunakan,
- b. Jam kerja alat,
- c. Spesifikasi alat,
- d. Biaya peminjaman.

### 2. Data sekunder

Sumber sekunder, yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait, studi-studi yang pernah dilakukan. Data sekunder berfungsi sebagai pendukung data primer. Data yang diambil meliputi :

- a. Data proyek yang diambil dari dokumen kontrak
- b. Data proyek yang diambil dari laporan-laporan harga satuan alat berat

### **4.2.2 Pengolahan Data**

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, proses selanjutnya yaitu pengolahan data dengan cara perhitungan manual. Sebelum pengolahan data dilakukan terlebih dahulu melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai buku-buku literatur,
2. Merangkum teori yang berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal lain yang saling terkait,
3. Mengumpulkan data dari penjelasan yang didapat langsung dari kontraktor pelaksana proyek,
4. Melakukan penyusunan konsep pemilihan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan tanah.

Hal-hal yang akan dihitung dengan cara perhitungan manual adalah sebagai berikut :

1. Produksi masing-masing alat,
2. Jumlah alat,
3. Biaya alat sewa,

4. Kuantitas/koefisien alat,
5. Harga satuan alat,
6. Biaya total pekerjaan.

#### **4.2.3 Rencana Penelitian**

Dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini direncanakan beberapa program kerja sebagai berikut :

1. Persiapan penelitian

Pada proses persiapan ini hal-hal yang harus dilakukan meliputi pengumpulan data untuk tugas akhir, penyusunan tugas akhir dan seminar tugas akhir

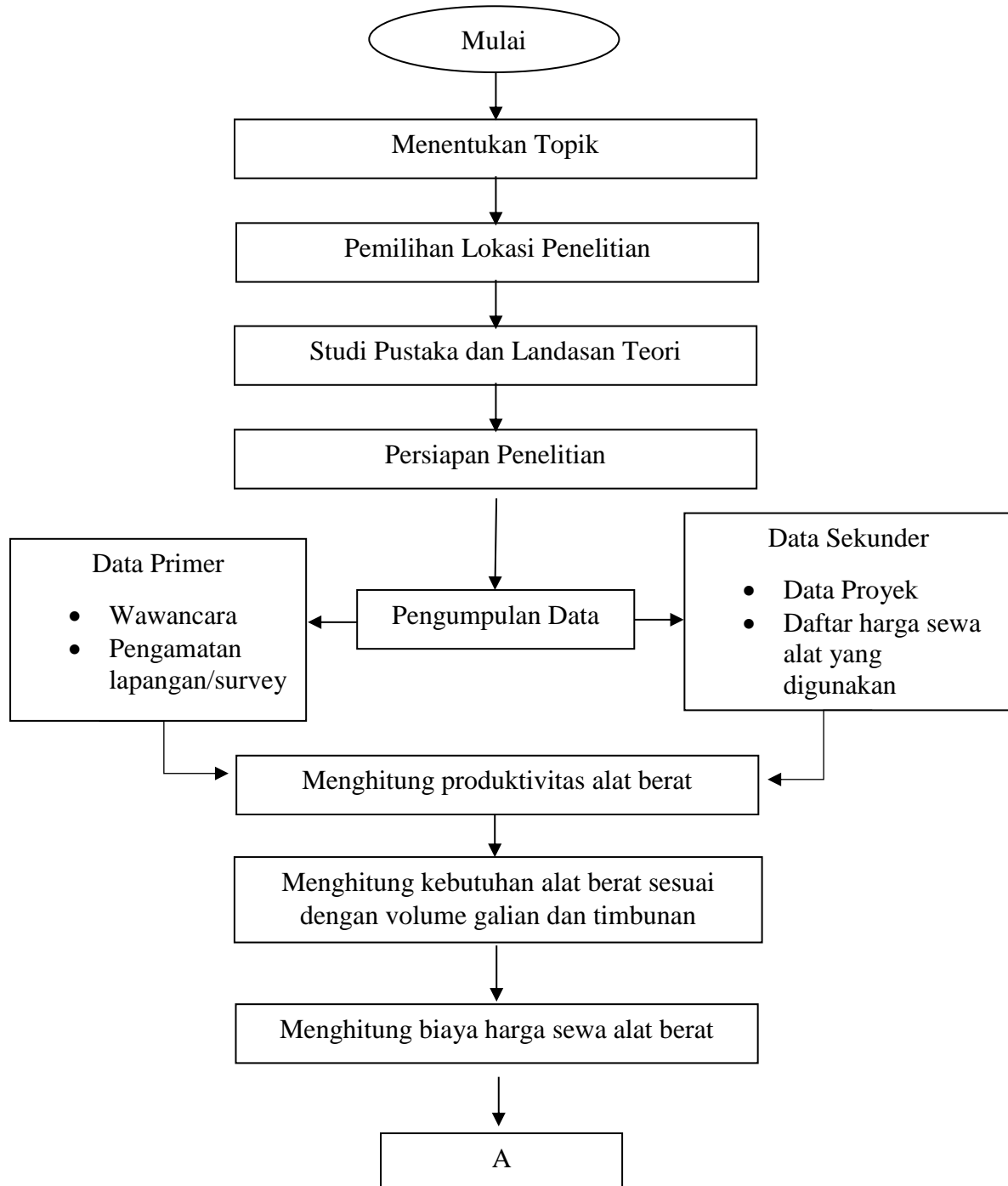
2. Pelaksanaan penelitian

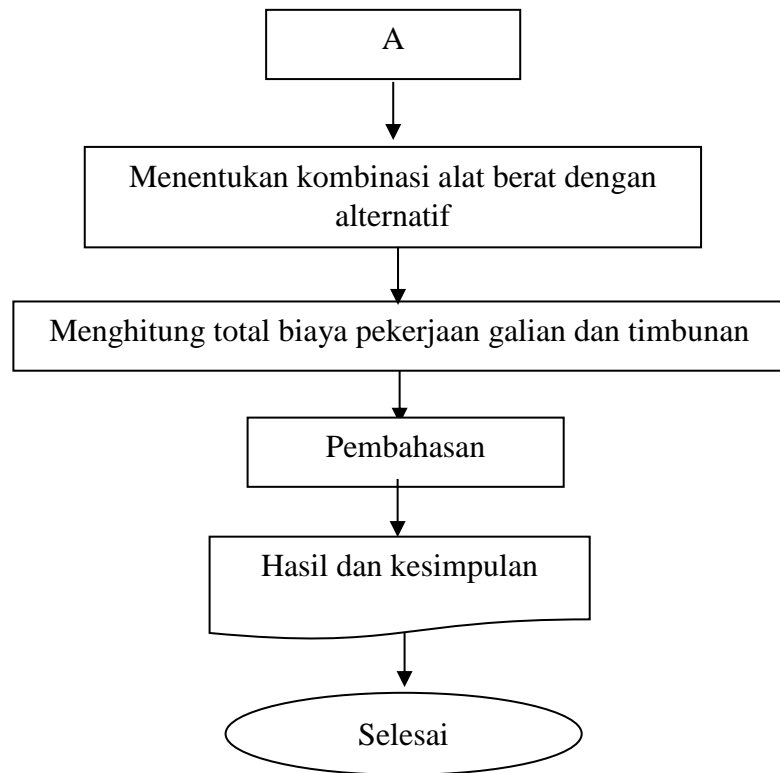
Pelaksanaan penelitian memiliki beberapa tahap, dimulai dengan pengumpulan literatur sampai dengan pengambilan data yang dilakukan langsung di lapangan untuk keperluan penyusunan laporan tugas akhir

3. Penyusunan laporan tugas akhir

Setelah semua data didapatkan kemudian dianalisis untuk melaksanakan penyusunan laporan tugas akhir dengan dosen pembimbing

### 4.3 Flow Chart Penelitian





Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

## BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan data hasil dari perhitungan-perhitungan data yang ada di lapangan maupun perhitungan alternatif penggunaan alat berat. Analisis tersebut antara lain biaya alat, perhitungan produktivitas alat dan waktu penyelesaian.

### 5.1 Tinjauan Umum

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Rumah Sakit Akademik UII, Bantul, DIY. Data proyek yang diperoleh antara lain :

Lokasi proyek	: Jalan Srandakan Km 5,5 Dusun Pandak, Kelurahan Wijirejo, Kecamatan Pandak, Bantul, DIY
Luas tapak	: 14.541 m <sup>2</sup>
Luas bangunan	: 24.898 m <sup>2</sup> ; 6 Lantai + 1 Basement
Volume galian	: 15.282,44 m <sup>3</sup>
Volume timbunan	: 11.487,34 m <sup>3</sup>

Volume galian dan timbunan ini didapatkan dari hasil peninjauan pada lapangan proyek. Volume galian adalah total pekerjaan galian *poer* ditambah dengan pekerjaan galian *abutment*. Dengan kedalaman sekitar 3 meter.

Pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Rumah Sakit Akademik UII ini dilakukan secara mekanis menggunakan alat berat. Tanah hasil galian tersebut dikumpulkan di *stockpile* yang berada tidak terlalu jauh dari daerah penggalian. Kemudian tanah hasil galian yang tidak terpakai akan diangkut menuju *quary* atau tempat pembuangan akhir menggunakan *dump truck*. Dalam pengangkutan tanah ke *dump truck* memerlukan bantuan alat berat berupa *excavator* dan *wheel loader*, jarak untuk memindahkan tanah dari *stockpile* menuju *quary* sekitar 2 kilometer. Setelah sampai *quary*, tanah dihamparkan.

Tanah timbunan diambil dari tanah yang telah digali oleh *excavator* yang dikumpulkan di *stockpile* menggunakan bantuan *wheel loader* untuk dihamparkan.

## 5.2 Analisis Data

### 5.2.1 Perhitungan Produktivitas Alat

#### 1. *Excavator*

Tipe	: Komatsu PC200-8
Kapasitas bucket ( $q'$ )	: $1 \text{ m}^3$
Efisiensi kerja (E)	: 0,81
Faktor bucket (K)	: 0,8
Waktu gali	: 11 detik
Waktu buang	: 6 detik
Waktu buang	: 6 detik

#### a. Produktivitas *excavator* untuk menggali

- Waktu siklus ( $C_m$ ) = waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang  

$$= 11 + (2 \times 6) + 6$$

$$= 29 \text{ detik}$$
- Produksi per siklus ( $q$ ) =  $q' \times K$   

$$= 1 \times 0,8$$

$$= 0,8 \text{ m}^3$$
- Produktivitas *excavator* per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

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

$$= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,81}{29}$$

$$= 80,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### b. Produktivitas *excavator* untuk memindahkan tanah ke *dump truck*

Untuk perhitungan produktivitas *excavator* yang digunakan untuk memindahkan tanah ke *dump truck* terdapat perbedaan dalam waktu gali sebelumnya yaitu 11 detik menjadi 6 detik karena tanah yang digali lebih mudah yaitu tanah hasil galian di *stockpile* hasil dari *excavator* yang bertugas untuk menggali tanah asli.

- Waktu siklus ( $C_m$ ) = waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang  

$$= 6 + (2 \times 6) + 6$$

$$= 24 \text{ detik}$$

- Produksi per siklus (q) =  $q' \times K$   
 $= 1 \times 0.8$   
 $= 0,8 \text{ m}^3$
- Produktivitas *excavator* per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

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

$$= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,81}{24}$$

$$= 97,20 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## 2. *Wheel loader*

Tipe : Komatsu WA380-3

Kapasitas bucket ( $q'$ ) :  $3 \text{ m}^3$

Metode angkut : Muat-Angkut

Jarak Angkut (D) : 100 m

Tipe tanah : Lempung berpasir

Faktor bucket (K) : 0,8

Efisiensi kerja (E) : 0.81

Kecepatan maju (F) : 10 km/jam

Kecepatan mundur (R) : 10 km/jam

a. Produktivitas *wheel loader* untuk pekerjaan timbunan

- Produksi per siklus (q) =  $q' \times K$   
 $= 3 \times 0,8$   
 $= 2,4 \text{ m}^3$
- Waktu siklus (Cm)  
 Kecepatan maju (F) =  $10 \times 0,8 = 8 \text{ km/jam}$   
 $= 133,33 \text{ m/menit}$   
 Waktu tetap (Z) = 0,35 menit  
 Waktu siklus (Cm) =  $2 \times \frac{D}{F} + Z$   
 $= 2 \times \frac{100}{133,33} + 0,35$   
 $= 1,85 \text{ menit}$
- Produktivitas per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{60}{C_m} \times q \times E \\
 &= \frac{60}{1,85} \times 2,4 \times 0,81 \\
 &= 63,05 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

- b. Produktivitas *wheel loader* untuk memindahkan tanah ke *dump truck*

Untuk perhitungan produktivitas *wheel loader* yang digunakan untuk memindahkan tanah ke *dump truck* terdapat perbedaan dalam metode angkut sebelumnya pada pekerjaan timbunan menggunakan metode muat-angkut yang memiliki jarak angkut 100 meter, pada pekerjaan ini menggunakan metode V loading dengan jarak angkut 20 meter sehingga menghasilkan waktu siklus menjadi berbeda.

- Produksi per siklus (q) =  $q' \times K$   
 $= 3 \times 0,8$   
 $= 2,4 \text{ m}^3$
- Waktu siklus (Cm)  
 Kecepatan maju (F) =  $10 \times 0,8 = 8 \text{ km/jam}$   
 $= 133,33 \text{ m/menit}$   
 Kecepatan maju (F) =  $10 \times 0,8 = 8 \text{ km/jam}$   
 $= 133,33 \text{ m/menit}$   
 Waktu tetap (Z) = 0,30 menit  
 Waktu siklus (Cm) =  $2\left(\frac{D}{F} + \frac{D}{R}\right) + Z$   
 $= 2\left(\frac{20}{133,33} + \frac{20}{133,33}\right) + 0,3$   
 $= 0,9 \text{ menit}$
- Produktivitas per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{60}{C_m} \times q \times E \\
 &= \frac{60}{0,9} \times 2,4 \times 0,81 \\
 &= 129,60 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### 3. *Dump truck*

Kapasitas bak <i>dump truck</i> (c)	: 7 m <sup>3</sup>
Kapasitas pemuat (q')	: 3 m <sup>3</sup>
Factor bucket pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0,81
Jarak Angkut (D)	: 2000 m
Kecepatan bermuatan (V <sub>1</sub> )	: 30 km/jam = 500 m/menit
Kecepatan kosong (V <sub>2</sub> )	: 50 km/jam = 833 m/menit
Waktu buang (t <sub>1</sub> )	: 0,6 menit
Waktu tunggu (t <sub>2</sub> )	: 0,3 menit
Waktu siklus pemuat (Cms)	: 0,9 menit

a. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *wheel loader*

- Jumlah siklus *wheel loader* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned}
 (n) &= \frac{c}{q' x k} \\
 &= \frac{7}{3 x 0,8} \\
 &= 2,92 \text{ dijadikan } 3 \text{ kali siklus}
 \end{aligned}$$

- Produksi per siklus (C) =  $n \times q' \times K$   
 $= 3 \times 3 \times 0,8$   
 $= 7,2 \text{ m}^3$
- Waktu siklus (Cm) =  $n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2$   
 $= 3 \times 0,9 + \frac{2000}{500} + \frac{2000}{833} + 0,6 + 0,3$   
 $= 10 \text{ menit}$
- Produktivitas per jam (m<sup>3</sup>/jam)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,81}{10} \\
 &= 34,99 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

b. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator*

Untuk produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* terdapat perbedaan pada kapasitas bucket dan waktu siklus pemuat sebelumnya menggunakan *wheel loader* kapasitas 3 m<sup>3</sup> dengan waktu siklus pemuat 0,9 menit, pada pekerjaan ini menggunakan *excavator* kapasitas bucket 1,2 m<sup>3</sup> dengan waktu siklus pemuat menjadi 0,4 menit.

- Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times k} \\ &= \frac{7}{1 \times 0,8} \\ &= 8,75 \text{ dijadikan } 9 \text{ kali siklus} \end{aligned}$$

- Produksi per siklus (C) =  $n \times q' \times K$   
 $= 7 \times 1 \times 0,8$   
 $= 7,2 \text{ m}^3$

- Waktu siklus (Cm) =  $n \times Cms + \frac{D}{v_1} + \frac{D}{v_2} + t_1 + t_2$   
 $= 9 \times 0,4 + \frac{2000}{500} + \frac{2000}{833} + 0,6 + 0,3$   
 $= 10,9 \text{ menit}$

- Produktivitas per jam (m<sup>3</sup>/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\ &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,81}{10,2} \\ &= 32,1 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### 5.2.2 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dari hasil survei beberapa perusahaan yang menyediakan penyewaan alat berat di wilayah jogja didapatkan beberapa perbandingan harga. Sehingga memutuskan untuk mengambil salah satu perusahaan yang tidak disebutkan nama perusahaannya demi menjaga persaingan antar perusahaan lain. Daftar harga yang didapat hanyalah harga sewa alat per jam untuk *excavator* dan *wheel loader*, berbeda dengan *dump truck* dengan harga sewa per hari. Kebutuhan yang lain yaitu bahan bakar berupa solar ditanggung oleh penyewa, untuk kebutuhan operator akan disediakan oleh perusahaan penyewaan. Berikut rincian harga sewa untuk masing-masing alat :

#### 1. *Excavator*

Merek : Komatsu

Tipe/jenis : PC200-8

- Harga sewa alat : 175.000,00 /jam
- Bahan bakar : 20 liter /jam x 8.300,00 = 166.000,00 /jam
- Operator : 150.000,00 /hari / 7 jam = 21.000,00 /jam
- Harga sewa : 175.000,00 + 166.000,00 + 21.000,00  
= 362.500,00 /jam

#### 2. *Wheel loader*

Merek : Komatsu

Tipe/jenis : WA380-3

- Harga sewa alat : 200.000,00 /jam
- Bahan bakar : 25 liter /jam x 8.300,00 = 207.500,00 /jam
- Operator : 150.000,00 /hari / 7 jam = 21.500,00 /jam
- Harga sewa : 200.000,00 + 207.500,00 + 21.500,00  
= 429.000,00 /jam

#### 3. *Dump truck*

Merek : Toyota Dyna Rino

Tipe/jenis : Kapasitas bak 7 m<sup>3</sup>

- Harga sewa alat : 420.000,00 /hari / 7 jam = 60.000,00 /jam
- Bahan bakar : 16 liter /jam x 8.300,00 = 132.000,00 /jam
- Operator : 100.000,00 /hari / 7 jam = 14.500,00 /jam

- Harga sewa : 60.000,00 + 132.000,00 + 14.500,00  
= 207.300,00 /jam

### 5.2.3 Perhitungan Analisis Alternatif

#### 1. Analisis Alternatif 1

##### a. *Excavator*

Jumlah alat (n) : 1 unit

Volume galian : 15.282,44 m<sup>3</sup>

Produksi *Excavator* per jam (Q): 80,44 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *excavator* seluruh alat = Q x n  
= 80,44 m<sup>3</sup>/jam x 1 unit  
= 80,44 m<sup>3</sup>/jam
- Waktu kerja *excavator* =  $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$   
=  $\frac{15.282,44}{80,44}$   
= 189 jam = 190 jam
- Biaya alat sewa per jam = Rp 362.500,00 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 362.500,00 x 190 jam x 1 unit  
= Rp 68.875.000,00

Tugas dari *excavator* pada alternatif ini hanya untuk menggali tanah asli, tanah tersebut kemudian dikumpulkan di *stockpile* yang berada di dekat lokasi galian dengan besar volume tanah 15.282,44 m<sup>3</sup>. Pekerjaan selanjutnya akan dilanjutkan oleh alat berat lainnya yaitu *wheel loader*.

##### b. *Wheel loader*

Jumlah alat (n) : 1 unit

Volume timbunan : 11.487,34 m<sup>3</sup>

Produksi *wheel loader* per jam (Q) : 63,05 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *wheel loader* seluruh alat = Q x n  
= 63,05 m<sup>3</sup>/jam x 1 unit  
= 63,06 m<sup>3</sup>/jam
- Waktu kerja *wheel loader* =  $\frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$

$$= \frac{11.487,44}{63,06}$$

$$= 182,20 \text{ jam} = 183 \text{ jam}$$

Setelah pekerjaan pondasi selesai dipasang, maka tanah akan mulai diratakan. Volume timbunan yang dibutuhkan adalah sebesar 11.484,34 m<sup>3</sup>. Tanah diangkut dari *stockpile* hasil galian dengan menggunakan *wheel loader* kemudian menimbunnya pada pondasi yang selesai dipasang. Penggunaan *wheel loader* dirasa cocok untuk memenuhi pekerjaan timbunan karena bucket yang lebih besar dan mobilisasinya lebih luas karena mampu berjalan menggunakan roda karet sehingga memudahkan untuk sekaligus meratakan pekerjaan timbunan. Setelah pekerjaan timbunan selesai sisa tanah dari hasil galian akan dipindahkan menggunakan *dump truck* dengan bantuan *wheel loader* untuk mengisinya. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan timbunan, sehingga tetap menggunakan *wheel loader* dari pekerjaan timbunan. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Volume tanah sisa	: volume galian - timbunan
	= 15.282,44 - 11.487,34 m <sup>3</sup>
	= 3.795,1 m <sup>3</sup>
Produksi <i>wheel loader</i> per jam (Q)	: 129,6 m <sup>3</sup> /jam
• Produksi <i>wheel loader</i> seluruh alat	= Q x n
	= 129,6 m <sup>3</sup> /jam x 1 unit
	= 129,6 m <sup>3</sup> /jam
• Waktu kerja <i>wheel loader</i>	= $\frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$
	= $\frac{3.795,1}{129,6}$
	= 29,28 jam = 30 jam

Sehubungan dengan pekerjaan timbunan dan pengangkutan tanah menggunakan 1 unit *wheel loader*, maka untuk harga sewa dapat dilihat pada perhitungan berikut:

• Waktu total penggunaan <i>wheel loader</i>	= 183 jam + 30 jam
	= 213 jam

- Biaya alat sewa per jam = Rp 429.000 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 429.000,00 x 213 jam x 1 unit  
= Rp 91.377.000,00

**c. *Dump truck***

Volume yang akan diangkut : 3.795,1 m<sup>3</sup>

Produksi *dump truck* per jam : 34,99 m<sup>3</sup>/jam

Produksi *wheel loader* : 129,6 m<sup>3</sup>/jam

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

- Jumlah *dump truck* (n) =  $\frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}}$   
=  $\frac{129,6}{34,99}$   
= 3,7 unit diambil 4 unit

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

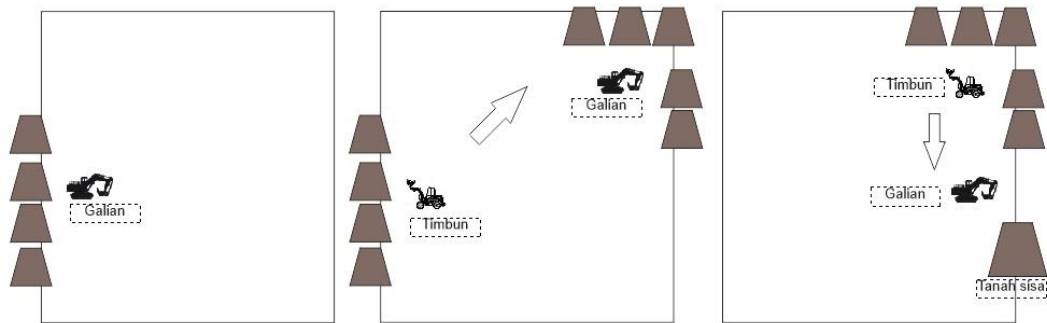
- Waktu kerja *dump truck* = 30 jam
- Biaya sewa alat per jam = Rp 207.300,00 /jam
- Biaya total sewa *dump truck* = Rp 207.300,00 x 30 jam x 4 unit  
= Rp 24.876.000,00

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.1 berikut:

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	190	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	213	91.377.000,00	Timbun dan memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	4	30	24.876.000,00	
<b>Total</b>		<b>433</b>	<b>185.128.000,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2 :



**Gambar 5.1** Skema Alat Berat Pada Alternatif 1

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

a. Galian

Produktivitas *excavator* per jam =  $80,44 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *excavator* per hari =  $80,44 \times 7 \text{ jam}$

=  $563,08 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *excavator* dalam satu hari kerja ialah  $563,08 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

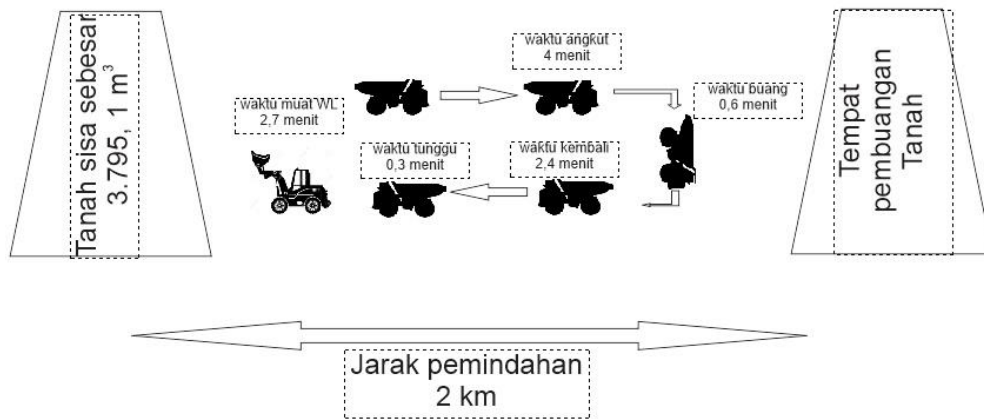
b. Timbunan

Produktivitas *wheel loader* per jam =  $63,05 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *wheel loader* per hari =  $63,05 \times 7 \text{ jam}$

=  $441,35 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *wheel loader* dalam satu hari kerja ialah  $441,35 \text{ m}^3/\text{hari}$ .



**Gambar 5.2** Circle Time Dump Truck dan Wheel Loader Alternatif 1

Pada Gambar 5.2 menjelaskan tentang *circle time* antara satu unit *wheel loader* sebagai pengisi dan empat unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quary* dengan jarak 2 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

a. Pemindahan tanah ke *quary*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 34,99 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 34,99 \times 7 \text{ jam} \\ &= 244,93 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada alternatif ini menggunakan empat unit *dump truck* sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 244,93 \times 4 \\ &= 979,72 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

## 2. Analisis Alternatif 2

a. *Excavator*

Jumlah alat (n) : 2 unit

Volume galian : 15.282,44 m<sup>3</sup>

Produksi *Excavator* per jam (Q): 80,44 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *excavator* seluruh alat =  $Q \times n$ 

$$= 80,44 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 160,88 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- Waktu kerja *excavator* =  $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat}}$ 

$$= \frac{15.282,44}{160,88}$$

$$= 94,99 \text{ jam} = 95 \text{ jam}$$

- Biaya alat sewa per jam = Rp 362.500,00 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 362.500,00 x 95 jam x 2 unit  
= Rp 68.875.000,00

Jumlah *excavator* pada alternatif ini menggunakan 2 unit untuk menggali tanah asli, sehingga mendapatkan waktu yang lebih cepat. Teknis pekerjaan sama seperti alternatif 1 yaitu menggali tanah asli dipindahkan ke *stockpile*. Pekerjaan selanjutnya akan dilanjutkan oleh alat berat lainnya yaitu *wheel loader*.

**b. *Wheel loader***

Jumlah alat (n) : 2 unit

Volume timbunan : 11.487,34 m<sup>3</sup>

Produksi *wheel loader* per jam (Q) : 63,05 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *wheel loader* seluruh alat = Q x n  
= 63,05 m<sup>3</sup>/jam x 2 unit  
= 126,1 m<sup>3</sup>/jam
- Waktu kerja *wheel loader* =  $\frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$   
=  $\frac{11.487,44}{126,1}$   
= 91.1 jam = 92 jam
- Biaya alat sewa per jam = Rp 429.000 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 429.000,00 x 92 jam x 2 unit  
= Rp 78.936.000,00

Pada alternatif ini jumlah *wheel loader* ditambah menjadi 2 unit. Teknik pekerjaan timbunan sama seperti pada alternatif yang pertama, perbedaan terdapat pada jam kerja menjadi lebih cepat.. Setelah pekerjaan timbunan selesai sisa tanah dari hasil galian akan dipindahkan menggunakan *dump truck* dengan bantuan *wheel loader* untuk mengisinya. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan timbunan, sehingga tetap menggunakan *wheel loader* dari pekerjaan timbunan. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

- Jumlah alat (n) : 2 unit
- Volume tanah sisa : volume galian - timbunan  
 $= 15.282,44 - 11.487,34 \text{ m}^3$   
 $= 3.795,1 \text{ m}^3$
- Produksi *wheel loader* per jam (Q) :  $129,6 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produksi *wheel loader* seluruh alat  $= Q \times n$   
 $= 129,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$   
 $= 259,2 \text{ m}^3/\text{jam}$
  - Waktu kerja *wheel loader*  $= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$   
 $= \frac{3.795,1}{259,2}$   
 $= 14,56 \text{ jam} = 15 \text{ jam}$
  - Biaya alat sewa per jam = Rp 429.000 /jam
  - Biaya total sewa alat = Rp 429.000,00 x 15 jam x 2 unit  
 $= \text{Rp } 12.870.000,00$

**c. *Dump truck***

- Volume yang akan diangkut :  $3.795,1 \text{ m}^3$
- Produksi *dump truck* per jam :  $34,99 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produksi *wheel loader* :  $259,2 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

- Jumlah *dump truck* (n)  $= \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}}$   
 $= \frac{259,2}{34,99}$   
 $= 7,41 \text{ unit diambil } 7 \text{ unit}$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

- Waktu kerja *dump truck* = 15 jam
- Biaya sewa alat per jam = Rp 207.300,00 /jam

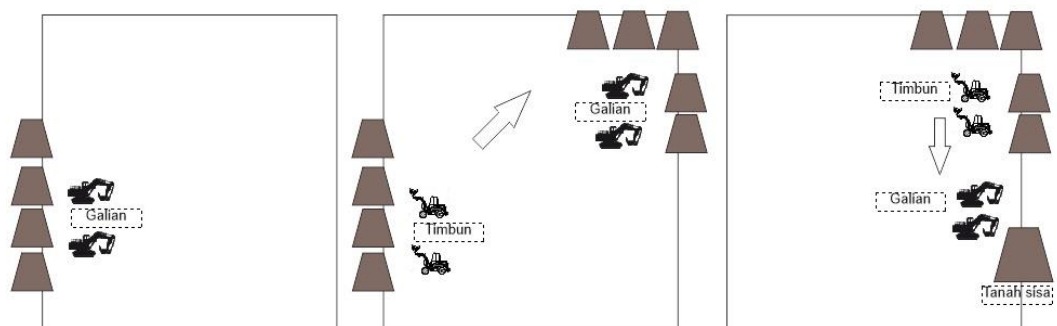
- Biaya total sewa alat = Rp 207.300,00 x 15 jam x 7 unit  
= Rp 21.447.500,00

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.2 berikut:

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	95	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	2	15	12.870.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Wheel loader</i>	2	92	78.936.000,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	7	15	21.447.500,00	
<b>Total</b>		<b>217</b>	<b>182.447.500,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4 :



**Gambar 5.3** Skema Alat Berat Pada Alternatif 2

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

a. Galian

Produktivitas *excavator* per jam = 80,44 m<sup>3</sup>/jam

Produktivitas *excavator* per hari = 80,44 x 7 jam

= 563,08 m<sup>3</sup>/hari

Pada alternatif ini menggunakan dua unit *excavator* :

Produktivitas *excavator* per hari = 563,08 x 2

= 1126,16 m<sup>3</sup>/hari

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh dua unit *excavator* dalam satu hari kerja ialah 1126,16 m<sup>3</sup>/hari.

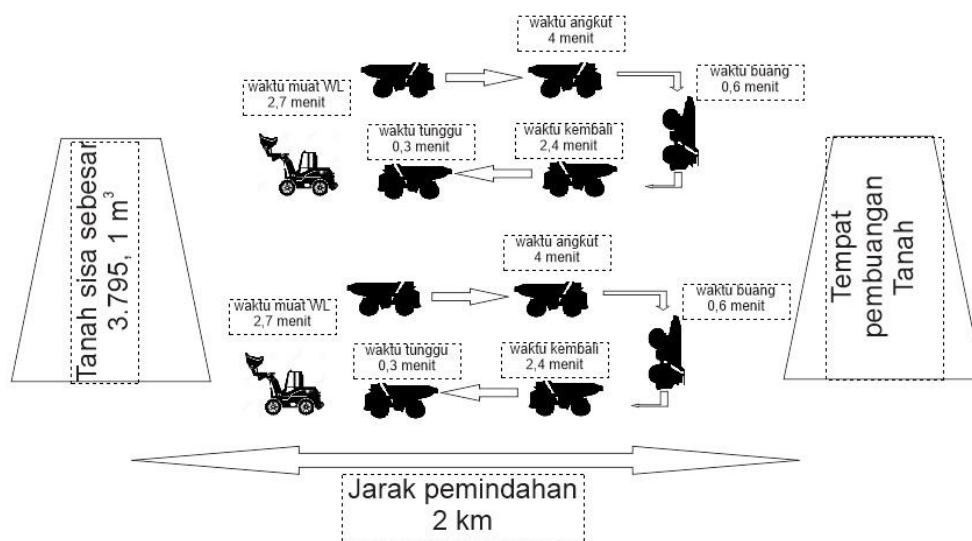
## b. Timbunan

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas wheel loader per jam} &= 63,05 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas wheel loader per hari} &= 63,05 \times 7 \text{ jam} \\ &= 441,35 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada alternatif ini menggunakan dua unit *wheel loader* :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas wheel loader per hari} &= 441,35 \times 2 \\ &= 882,7 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh dua unit *wheel loader* dalam satu hari kerja ialah 882,7 m<sup>3</sup>/hari.



**Gambar 5.4** Circle Time Dump Truck dan Wheel Loader Alternatif 2

Pada Gambar 5.2 menjelaskan tentang *circle time* antara dua unit *wheel loader* sebagai pengisi dan tujuh unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quary* dengan jarak 2 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

b. Pemindahan tanah ke *quary*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas dump truck per jam} &= 34,99 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas dump truck per hari} &= 34,99 \times 7 \text{ jam} \\ &= 244,93 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada alternatif ini menggunakan tujuh unit *dump truck* sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas dump truck per hari} &= 244,93 \times 7 \\ &= 1741,51 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 3. Analisis Alternatif 3

#### a. *Excavator*

Jumlah alat (n) : 2 unit

Volume galian : 15.282,44 m<sup>3</sup>

Produksi *Excavator* per jam (Q): 80,44 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *excavator* seluruh alat =  $Q \times n$   
 $= 80,44 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$   
 $= 160,88 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Waktu kerja *excavator* =  $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$   
 $= \frac{15.282,44}{160,88}$   
 $= 94,99 \text{ jam} = 95 \text{ jam}$
- Biaya alat sewa per jam = Rp 362.500,00 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 362.500,00 x 95 jam x 2 unit  
 $= \text{Rp } 68.875.000,00$

Pada alternatif 3 ini pekerjaan dan jumlah *excavator* yang digunakan sama seperti alternatif 2 yaitu menggali tanah asli kemudian dikumpulkan di *stockpile*. Pekerjaan selanjutnya akan dilanjutkan oleh alat berat lainnya yaitu *wheel loader*.

#### b. *Wheel loader*

Jumlah alat (n) : 1 unit

Volume timbunan : 11.487,34 m<sup>3</sup>

Produksi *wheel loader* per jam (Q) : 63,05 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *wheel loader* seluruh alat =  $Q \times n$   
 $= 63,05 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit}$   
 $= 63,06 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Waktu kerja *wheel loader* =  $\frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$   
 $= \frac{11.487,44}{63,06}$   
 $= 182,20 \text{ jam} = 183 \text{ jam}$

Pada alternatif 3 jumlah dan teknis pekerjaan *wheel loader* sama seperti pada alternatif 1 yaitu menggunakan 1 unit *wheel loader* yang bekerja untuk galian dan setelah pekerjaan galian selesai dipakai untuk

mengisi *dump truck* yang memindahkan tanah sisa dari *stockpile* ke *quary* atau tempat pembuangan kemudian tanah dihamparkan. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} & : 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume tanah sisa} & : \text{volume galian - timbunan} \\
 & = 15.282,44 - 11.487,34 \text{ m}^3 \\
 & = 3.795,1 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi wheel loader per jam (Q)} & : 129,6 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \bullet \text{ Produksi wheel loader seluruh alat} & = Q \times n \\
 & = 129,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 & = 129,6 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \bullet \text{ Waktu kerja wheel loader} & = \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 & = \frac{3.795,1}{129,6} \\
 & = 29,28 \text{ jam} = 30 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Sehubungan dengan pekerjaan timbunan dan pengangkutan tanah menggunakan 1 unit *wheel loader*, maka untuk harga sewa dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Waktu total penggunaan wheel loader} & = 183 \text{ jam} + 30 \text{ jam} \\
 & = 213 \text{ jam} \\
 \bullet \text{ Biaya alat sewa per jam} & = \text{Rp } 429.000 / \text{jam} \\
 \bullet \text{ Biaya total sewa alat} & = \text{Rp } 429.000,00 \times 213 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 & = \text{Rp } 91.377.000,00
 \end{aligned}$$

### c. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang akan diangkut} & : 3.795,1 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi dump truck per jam} & : 34,99 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi wheel loader} & : 129,6 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Jumlah } dump \text{ truck } (n) &= \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}} \\
 &= \frac{129,6}{34,99} \\
 &= 3,7 \text{ unit diambil 4 unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

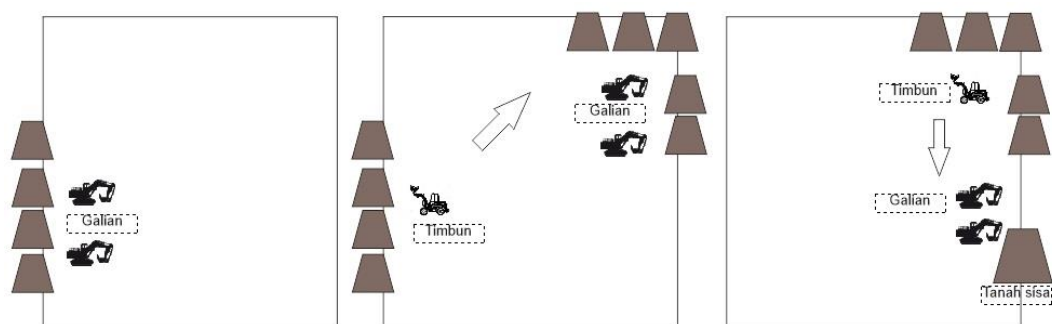
- Waktu kerja *dump truck* = 30 jam
  - Biaya sewa alat per jam = Rp 207.300,00 /jam
  - Biaya total sewa *dump truck* = Rp 207.300,00 x 30 jam x 4 unit
- = Rp 24.876.000,00

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	80	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	213	91.377.000,00	Timbun dan memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	4	30	24.876.000,00	
<b>Total</b>		<b>338</b>	<b>185.128.000,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan 5.6 :



**Gambar 5.5** Skema Alat Berat Pada Alternatif 3

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

## a. Galian

Produktivitas *excavator* per jam =  $80,44 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *excavator* per hari =  $80,44 \times 7 \text{ jam}$   
 $= 563,08 \text{ m}^3/\text{hari}$

Pada alternatif ini menggunakan dua unit *excavator* :

Produktivitas *excavator* per hari =  $563,08 \times 2$   
 $= 1126,16 \text{ m}^3/\text{hari}$

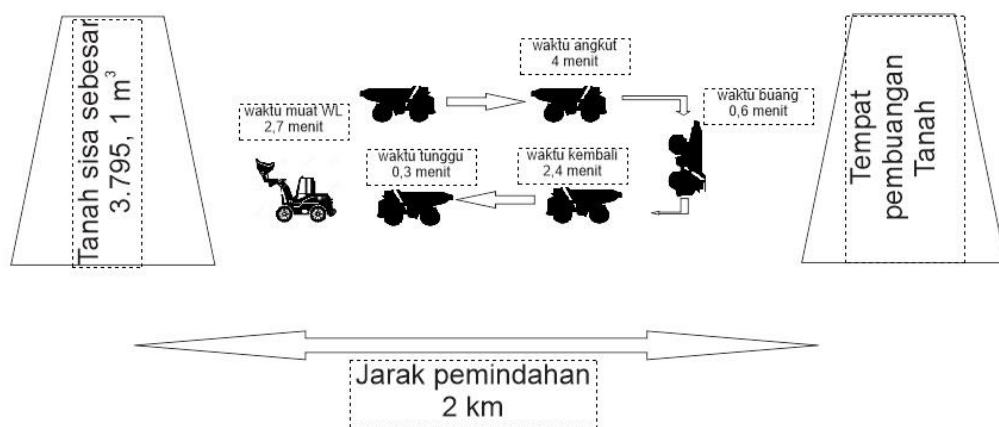
Sehingga tanah yang dipindahkan oleh dua unit *excavator* dalam satu hari kerja ialah  $1126,16 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

## b. Timbunan

Produktivitas *wheel loader* per jam =  $63,05 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *wheel loader* per hari =  $63,05 \times 7 \text{ jam}$   
 $= 441,35 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *wheel loader* dalam satu hari kerja ialah  $441,35 \text{ m}^3/\text{hari}$ .



**Gambar 5.6** Circle Time Dump Truck dan Wheel Loader Alternatif 3

Pada Gambar 5.6 menjelaskan tentang *circle time* antara satu unit *wheel loader* sebagai pengisi dan empat unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quary* dengan jarak 2 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

a. Pemindahan tanah ke *quary*

Produktivitas *dump truck* per jam =  $34,99 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *dump truck* per hari =  $34,99 \times 7 \text{ jam}$   
 $= 244,93 \text{ m}^3/\text{hari}$

Pada alternatif ini menggunakan empat unit *dump truck* sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 244,93 \times 4 \\ &= 979,72 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 4. Analisis Alternatif 4

##### a. *Excavator*

Jumlah alat (n) : 2 unit

Volume galian : 15.282,44 m<sup>3</sup>

Produksi *Excavator* per jam (Q): 80,44 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *excavator* seluruh alat = Q x n  
= 80,44 m<sup>3</sup>/jam x 2 unit  
= 160,88 m<sup>3</sup>/jam
- Waktu kerja *excavator* =  $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat}}$   
=  $\frac{15.282,44}{160,88}$   
= 94,99 jam = 95 jam
- Biaya alat sewa per jam = Rp 362.500,00 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 362.500,00 x 95 jam x 2 unit  
= Rp 68.875.000,00

Pada alternatif 4 jumlah dan teknis pekerjaan yang dilakukan *excavator* sama seperti pada alternatif 2 dan alternatif 3 dengan jumlah 2 unit pada untuk menggali tanah asli, kemudian tanah asli dipindahkan ke *stockpile*. Perbedaan pada alternatif ini adalah penggunaan 2 unit *excavator* yang diambil setelah pekerjaan galian untuk mengisi *dump truck* yang akan membuang tanah sisa hasil galian dan timbunan menuju *quary*. Maka didapatkan hitungan sebagai berikut:

Jumlah alat (n) : 2 unit

Volume tanah sisa : volume galian - timbunan  
= 15.282,44 - 11.487,34 m<sup>3</sup>  
= 3.795,1 m<sup>3</sup>

Produksi *excavator* per jam (Q) : 97,2 m<sup>3</sup>/jam

- Produksi *excavator* seluruh alat = Q x n  
= 97,2 m<sup>3</sup>/jam x 2 unit

- $$= 194,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- $$\bullet \text{ Waktu kerja } excavator = \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$$

$$= \frac{3.795,1}{194,4}$$

$$= 19,52 \text{ jam} = 20 \text{ jam}$$
- $$\bullet \text{ Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 362.500,00 /\text{jam}$$
- $$\bullet \text{ Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 362.500,00 \times 20 \text{ jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 14.500.000,00$$

**b. Wheel loader**

- $$\text{Jumlah alat (n)} : 2 \text{ unit}$$
- $$\text{Volume timbunan} : 11.487,34 \text{ m}^3$$
- $$\text{Produksi } wheel \text{ loader per jam (Q)} : 63,05 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- $$\bullet \text{ Produksi } wheel \text{ loader seluruh alat} = Q \times n$$

$$= 63,05 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 126,1 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- $$\bullet \text{ Waktu kerja } wheel \text{ loader} = \frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$$

$$= \frac{11.487,44}{126,1}$$

$$= 91,1 \text{ jam} = 92 \text{ jam}$$
- $$\bullet \text{ Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 429.000 /\text{jam}$$
- $$\bullet \text{ Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 429.000,00 \times 92 \text{ jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 78.936.000,00$$

Pada alternatif ini jumlah *wheel loader* yang digunakan sama seperti alternatif 2 dan alternatif 3 yaitu menggunakan 2 unit. Perbedaan dari alternatif sebelumnya adalah pada alternatif ini *wheel loader* hanya digunakan pada pekerjaan timbunan, karena untuk memuat tanah sisa ke bak *dump truck* akan dikerjakan oleh *excavator*.

**c. Dump truck**

- $$\text{Volume yang akan diangkut} : 3.795,1 \text{ m}^3$$
- $$\text{Produksi } dump \text{ truck per jam} : 32,1 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- $$\text{Produksi } excavator : 194,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi *excavator* disini adalah produksi *excavator* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *excavator*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

- Jumlah *dump truck* (n) 
$$= \frac{\text{Produksi excavator}}{\text{produksi dump truck}}$$

$$= \frac{194,4}{32,1}$$

$$= 6,06 \text{ unit diambil } 5 \text{ unit}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *excavator* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

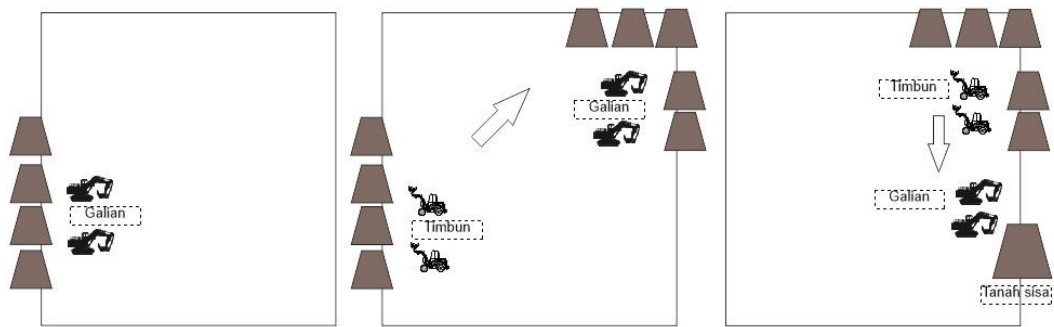
- Waktu kerja *dump truck* = 20 jam
- Biaya sewa alat per jam = Rp 207.300,00 /jam
- Biaya total sewa alat = Rp 207.300,00 x 20 jam x 5 unit  
= Rp 13.681.000,00

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.4 berikut:

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 4

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	95	68.875.000,00	Gali
<i>Excavator</i>	2	20	14.500.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Wheel loader</i>	2	92	78.936.000,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	5	20	20.730.000,00	
<b>Total</b>		<b>227</b>	<b>183.041.000,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan 5.8 :



**Gambar 5.7** Skema Alat Berat Pada Alternatif 4

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

c. Galian

Produktivitas *excavator* per jam =  $80,44 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *excavator* per hari =  $80,44 \times 7 \text{ jam}$   
 $= 563,08 \text{ m}^3/\text{hari}$

Pada alternatif ini menggunakan dua unit *excavator* :

Produktivitas *excavator* per hari =  $563,08 \times 2$   
 $= 1126,16 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh dua unit *excavator* dalam satu hari kerja ialah  $1126,16 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

d. Timbunan

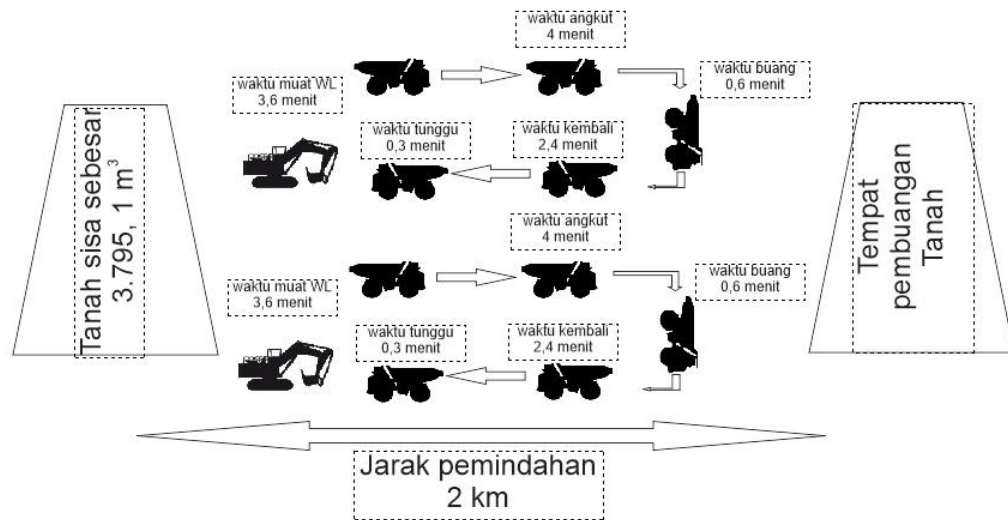
Produktivitas *wheel loader* per jam =  $63,05 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas *wheel loader* per hari =  $63,05 \times 7 \text{ jam}$   
 $= 441,35 \text{ m}^3/\text{hari}$

Pada alternatif ini menggunakan dua unit *wheel loader* :

Produktivitas *wheel loader* per hari =  $441,35 \times 2$   
 $= 882,7 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh dua unit *wheel loader* dalam satu hari kerja ialah  $882,7 \text{ m}^3/\text{hari}$ .



**Gambar 5.8** Circle Time Dump Truck dan Excavator Alternatif 4

Pada Gambar 5.2 menjelaskan tentang *circle time* antara dua unit *excavator* sebagai pengisi dan lima unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quary* dengan jarak 2 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

a. Pemindahan tanah ke *quary*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 32,1 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 32,1 \times 7 \text{ jam} \\ &= 222,7 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada alternatif ini menggunakan tujuh unit *dump truck* sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 222,7 \times 5 \\ &= 1113,5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 5.3 Pembahasan

#### 5.3.1 Jenis Alat yang Digunakan

Data yang diperoleh dari permohonan data pada Proyek Pembangunan RS UII, Jalan Srandakan Km. 5,5, Dusun Pandak, Kelurahan Wijirejo, Kecamatan Pandak, Bantul, Yogyakarta adalah volume pekerjaan galian sebesar 15.282,44 m<sup>3</sup> dan volume pekerjaan timbunan sebesar 11.487,34 m<sup>3</sup>. Pada proyek pekerjaan galian dan timbunan (Studi Kasus Proyek Pembangunan RS UII, Jalan Srandakan Km. 5,5, Dusun Pandak, Kelurahan Wijirejo, Kecamatan Pandak, Bantul, Yogyakarta), alat yang digunakan antara lain.

1. Jenis alat : *Excavator*  
Merk/Jenis : *Komatsu PC200-8*  
Kapasitas : 1 m<sup>3</sup>  
Tahun pembuatan : 2012  
Kondisi : Baik  
Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
2. Jenis alat : *Wheel Loader*  
Merk/Jenis : *Komatsu WA380-3*  
Kapasitas : 3 m<sup>3</sup>  
Tahun pembuatan : 2012  
Kondisi : Baik  
Fungsi alat : Penghampar dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
3. Jenis alat : *Dump truck*  
Merk/Jenis : *Toyota Dyna Rino130 HT*  
Kapasitas : 7 m<sup>3</sup>  
Tahun pembuatan : 2015  
Kondisi : Baik  
Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.

### 5.3.2 Jumlah Alat, Waktu dan Biaya Sewa Alat Berat

#### 1. Alternatif 1

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.5 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 1

<b>Jenis Alat</b>	<b>Jumlah Alat</b>	<b>Durasi (Jam)</b>	<b>Biaya</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Excavator</i>	1	190	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	213	91.377.000,00	Timbun dan memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	4	30	24.876.000,00	
<b>Total</b>		<b>433</b>	<b>185.128.000,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 433 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 185.128.000,00.

## 2. Alternatif 2

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.6 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	95	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	2	15	12.870.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Wheel loader</i>	2	92	78.936.000,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	7	15	21.447.500,00	
<b>Total</b>		<b>217</b>	<b>182.447.500,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 217 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 182.447.500,00. Apabila dibandingkan dengan alternatif 1 maka akan terjadi pengurangan durasi kerja alat tetapi terjadi kenaikan pada biaya.

- Perbandingan Waktu =  $\frac{217-433}{433} \times 100 \%$   
= - 49,88 %
- Perbandingan Biaya =  $\frac{182.447.500,00 - 185.128.000,00}{185.128.000,00} \times 100 \%$   
= -1,45 %

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

### 3. Alternatif 3

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.7 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	80	68.875.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	213	91.377.000,00	Timbun dan memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	4	30	24.876.000,00	
<b>Total</b>		<b>338</b>	<b>185.128.000,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 338 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 185.128.000,00. Apabila dibandingkan dengan alternatif 1 maka akan terjadi pengurangan durasi kerja alat tetapi terjadi kenaikan pada biaya.

- Perbandingan Waktu =  $\frac{338-433}{433} \times 100 \%$   
= - 21,94 %
- Perbandingan Biaya =  $\frac{185.128.000,00 - 185.128.000,00}{185.128.000,00} \times 100 \%$   
= 0 %

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

#### 4. Alternatif 4

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.8 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 4

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	95	68.875.000,00	Gali
<i>Excavator</i>	2	20	14.500.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Wheel loader</i>	2	92	78.936.000,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	5	20	20.730.000,00	
<b>Total</b>		<b>227</b>	<b>183.041.000,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 227 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 183.041.000,00. Apabila dibandingkan dengan alternatif 1 maka akan terjadi pengurangan durasi kerja alat tetapi terjadi kenaikan pada biaya.

- Perbandingan Waktu =  $\frac{238-433}{433} \times 100 \%$   
= - 47,58 %
- Perbandingan Biaya =  $\frac{183.041.000,00 - 185.128.000,00}{185.128.000,00} \times 100 \%$   
= - 1,13 %

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

#### 5.3.3 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

Dari hasil perhitungan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3 dan alternatif 4 dapat dilihat pada hasil rekapitulasi perbandingan alat berat dari segi biaya dan waktu dalam bentuk persen (%) dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut ini:

Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
<b>BIAYA (%)</b>	0	-1,54	0	-1,13
<b>WAKTU(%)</b>	0	-49,88	-21,94	-47,58
<b>ALAT</b>	1 EX, 1 WL, 4 DT	2 EX, 2 WL, 7 DT	2 EX, 1 WL, 4 DT	2 EX, 2 WL, 5 DT

Dari tabel 5.9 dapat dilihat alternatif 2 yang menggunakan 2 unit *excavator* Komatsu PC200-8, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 7 unit *dumptruck* kapasitas 7 m<sup>3</sup>. Alternatif tersebut memiliki presentase paling kecil dengan presentase biaya sebesar -1,54 persen dan waktu -49,88 persen. Mengacu pada keterangan perhitungan presentase apabila didapatkan hasil minus (-) maka pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah. Sehingga dapat direkomendasikan menggunakan alternatif 2 untuk melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII.

Pada alternatif 2 mempunyai kombinasi menggunakan 2 unit *excavator* Komatsu PC200-8, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 7 unit *dumptruck* kapasitas 7 m<sup>3</sup>. Tugas dari *excavator* pada alternatif ini ialah menggali tanah sebesar 15.282,44 m<sup>3</sup>. Pekerjaan selanjutnya menimbun sebesar 11.487,34 m<sup>3</sup> diasumsikan dengan menghampar tanah hasil galian yang dikerjakan oleh *wheel loader* karena alat ini sangat cocok untuk melakukan pekerjaan penghamparan tanah dengan menggunakan ban karet sehingga dapat difungsikan untuk pemadatan tanah. Pekerjaan selanjutnya yaitu memindahkan sisa tanah hasil galian dan timbunan sebesar 3.795,1 m<sup>3</sup> dengan menggunakan *wheel loader* sebagai pemuat dan *dump truck* sebagai pemindah ke tempat pembuangan sejauh 2 kilometer dari lokasi proyek.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Mengacu pada hasil analisis dan rekapitulasi perbandingan alternatif alat berat, maka dapat disimpulkan:

Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada proyek pembangunan Rumah Sakit Akademik UII yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 2 yang terdiri dari 2 unit *excavator* PC200-8, 2 unit *wheel loader* WA380-3 dan 7 unit *dump truck* dengan kapasitas 7 m<sup>3</sup>. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 217 jam, dengan biaya total yang dibutuhkan Rp 182.447.500,00.

#### **6.2 Saran**

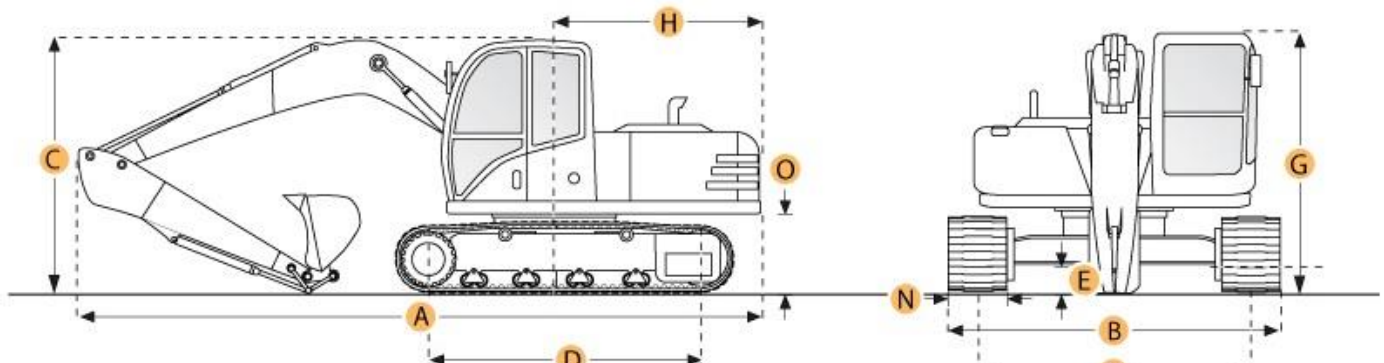
Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memperbanyak alternatif dengan kapasitas produksi yang berbeda dari alat berat, sehingga dapat menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Indriatma, Bayu dan Prastyanto, Iwan (2005), Analisis Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Persiapan Proyek Stadion Sleman, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kusjadmikahadi, R. Amperawan (1999), Studi Keterlambatan Kontraktor Dalam Melaksanakan Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta, Yogyakarta.
- Manual, Quality Service* (2014), (<http://qualityservicemanual.com/815/komatsu-wa380-6-wheel-loader-workshop-repair-service-manual>. Diakses 14 Maret 2017).
- Online, Week Construction* (2014), (<http://www.constructionweekonline.com/article-27352-gthe-launches-komatsu-pc200-8mo-excavator-in-uae/>. Diakses 14 Maret 2017).
- Rasyid, Muhammad Rusli (2008), Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rent, Agung (2015), (<http://agungrent.co.id/vehicle>, Diakses 14 Maret 2017).
- Rochmanhadi (1986), *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Santoso, Rio Bayu (2013), Analisis Manajemen Alat Berat Berdasarkan Nilai Biaya dan Waktu Optimal Produktivitas, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Wigroho, Heryanto Yoso dan Suryadharma, Hendra (1998), *Alat-Alat Berat Revisi*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Spesifikasi *Excavator Komatsu PC200-8*



### Selected Dimensions

Boom/Stick Option Boom/Stick Option (HEX) 1 ▾

A. SHIPPING LENGTH OF UNIT	18.7 ft in	5700 mm
C. SHIPPING HEIGHT OF UNIT	10.5 ft in	3190 mm
I. MAX CUTTING HEIGHT	32.2 ft in	9800 mm
J. MAX LOADING HEIGHT	22.6 ft in	6890 mm
K. MAX REACH ALONG GROUND	30.2 ft in	9190 mm
L. MAX VERTICAL WALL DIGGING DEPTH	17.8 ft in	5430 mm
M. MAX DIGGING DEPTH	20 ft in	6095 mm

### Dimensions

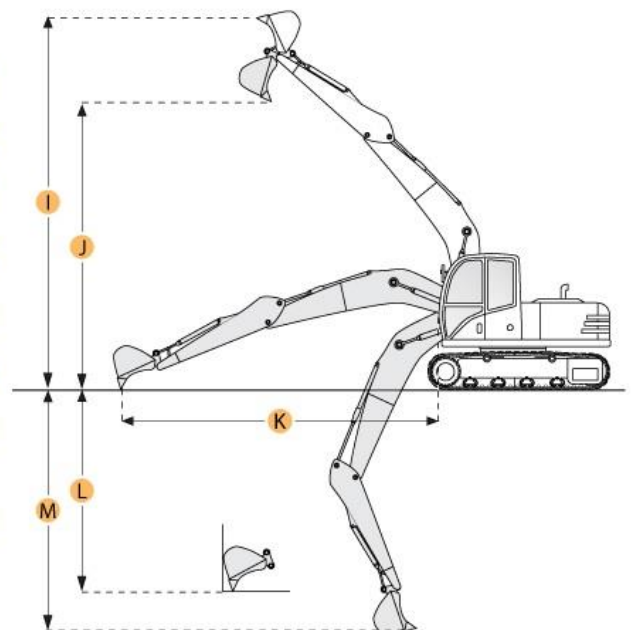
B. WIDTH TO OUTSIDE OF TRACKS	9.8 ft in	3000 mm
D. LENGTH OF TRACK ON GROUND	10.7 ft in	3275 mm
E. GROUND CLEARANCE	1.4 ft in	440 mm
G. HEIGHT TO TOP OF CAB	10 ft in	3040 mm
H. TAIL SWING RADIUS	9 ft in	2750 mm
O. COUNTERWEIGHT CLEARANCE	3.6 ft in	1085 mm

### Undercarriage

F. TRACK GAUGE	7.2 ft in	2200 mm
N. SHOE SIZE	31.5 in	800 mm

### Specification

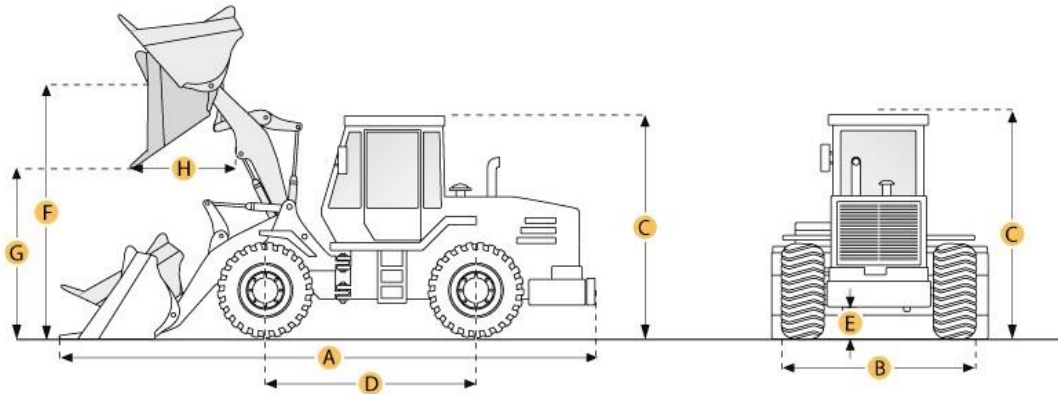
#### Engine



## Lampiran 2. Spesifikasi *Excavator* Komatsu PC200-8

Specification		
<b>Engine</b>		
MAKE	Komatsu	
MODEL	SAA6D107E-1	
GROSS POWER	155 hp	116 kw
NET POWER	148 hp	110 kw
POWER MEASURED @	2000 rpm	
DISPLACEMENT	408 cu in	6.7 L
ASPIRATION	Turbocharged and aftercooled	
NUMBER OF CYLINDERS	6	
<b>Operational</b>		
OPERATING WEIGHT	44114.5 lb	20010 kg
FUEL CAPACITY	105.7 gal	400 L
COOLING SYSTEM FLUID CAPACITY	5.4 gal	20.4 L
HYDRAULIC SYSTEM FLUID CAPACITY	35.7 gal	135 L
ENGINE OIL CAPACITY	6.1 gal	23.1 L
SWING DRIVE FLUID CAPACITY	1.7 gal	6.6 L
OPERATING VOLTAGE	24 V	
ALTERNATOR SUPPLIED AMPERAGE	50 amps	
HYDRAULIC SYSTEM RELIEF VALVE PRESSURE	5400 psi	37231.7 kPa
HYDRAULIC PUMP FLOW CAPACITY	116 gal/min	439.1 L/min
<b>Swing Mechanism</b>		
SWING SPEED	12.4 rpm	
SWING TORQUE	49907 lb ft	67664.8 Nm
<b>Undercarriage</b>		
NUMBER OF SHOES PER SIDE	45	
SHOE SIZE	31.5 in	800 mm
NUMBER OF CARRIER ROLLERS PER SIDE	2	
NUMBER OF TRACK ROLLERS PER SIDE	7	
MAX TRAVEL SPEED	3.4 mph	5.5 km/h
DRAWBAR PULL	40120 lb	178 kN
TRACK GAUGE	7.2 ft in	
<b>Buckets</b>		
REFERENCE BUCKET CAPACITY	1.3 yd <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>
MINIMUM BUCKET CAPACITY	0.65 yd <sup>3</sup>	0.5 m <sup>3</sup>
MAXIMUM BUCKET CAPACITY	1.6 yd <sup>3</sup>	1.2 m <sup>3</sup>
<b>Boom/Stick Option (HEX) 1</b>		
BOOM/STICK OPTION (HEX) 1	None / 7.92ft 2410mm	
SHIPPING HEIGHT OF UNIT	10.5 ft in	3190 mm
SHIPPING LENGTH OF UNIT	18.7 ft in	5700 mm
MAX DIGGING DEPTH	20 ft in	6095 mm
MAX REACH ALONG GROUND	30.2 ft in	9190 mm
MAX CUTTING HEIGHT	32.2 ft in	9800 mm
MAX LOADING HEIGHT	22.6 ft in	6890 mm
MAX VERTICAL WALL DIGGING DEPTH	17.8 ft in	5430 mm
<b>Boom/Stick Option (HEX) 2</b>		
BOOM/STICK OPTION (HEX) 2	None / 9.58ft 2925mm	
SHIPPING HEIGHT OF UNIT	10 ft in	3040 mm
SHIPPING LENGTH OF UNIT	15.8 ft in	4815 mm
MAX DIGGING DEPTH	21.8 ft in	6620 mm
MAX REACH ALONG GROUND	31.8 ft in	9700 mm
MAX CUTTING HEIGHT	32.8 ft in	10000 mm
MAX LOADING HEIGHT	23.3 ft in	7110 mm
MAX VERTICAL WALL DIGGING DEPTH	19.6 ft in	5980 mm
<b>Dimensions</b>		
WIDTH TO OUTSIDE OF TRACKS	9.8 ft in	3000 mm
HEIGHT TO TOP OF CAB	10 ft in	3040 mm
GROUND CLEARANCE	1.4 ft in	440 mm
COUNTERWEIGHT CLEARANCE	3.6 ft in	1085 mm
TAIL SWING RADIUS	9 ft in	2750 mm
LENGTH OF TRACK ON GROUND	10.7 ft in	3275 mm

### Lampiran 3. Spesifikasi Wheel Loader Komatsu WA380-3



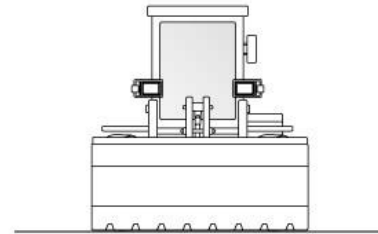
#### Selected Dimensions

##### Bucket

G. DUMP CLEARANCE AT MAX RAISE	9.6 ft in	2925 mm
--------------------------------	-----------	---------

##### Dimensions

A. LENGTH WITH BUCKET ON GROUND	26.1 ft in	7965 mm
B. WIDTH OVER TIRES	8.8 ft in	2695 mm
C. HEIGHT TO TOP OF CAB	10.9 ft in	3315 mm
D. WHEELBASE	10.5 ft in	3200 mm
E. GROUND CLEARANCE	1.3 ft in	390 mm
F. HINGE PIN - MAX HEIGHT	13.2 ft in	4030 mm
H. REACH AT MAX LIFT AND DUMP	3.8 ft in	1170 mm



#### Specification

##### Engine

MAKE	Komatsu	
MODEL	S6D108	
GROSS POWER	187.7 hp	140 kw
DISPLACEMENT	436.3 cu in	7.2 L

##### Operational

OPERATING WEIGHT	35902.3 lb	16285 kg
FUEL CAPACITY	75.8 gal	287 L
STATIC TIPPING WEIGHT	27513.7 lb	12480 kg
TURNING RADIUS	21.1 ft in	6430 mm
TIRE SIZE	20.5-25-16PR	

##### Transmission

NUMBER OF FORWARD GEARS	4	
NUMBER OF REVERSE GEARS	4	
MAX SPEED - FORWARD	19.6 mph	31.5 km/h
MAX SPEED - REVERSE	20.2 mph	32.5 km/h

##### Bucket

BREAKOUT FORCE	33300 lb	148.1 kN
DUMP CLEARANCE AT MAX RAISE	9.6 ft in	2925 mm
BUCKET WIDTH	9.5 ft in	2905 mm
BUCKET CAPACITY - HEAPED	4.2 yd <sup>3</sup>	3.2 m <sup>3</sup>
BUCKET CAPACITY - STRUCK	3.5 yd <sup>3</sup>	2.7 m <sup>3</sup>

##### Dimensions

LENGTH WITH BUCKET ON GROUND	26.1 ft in	7965 mm
WIDTH OVER TIRES	8.8 ft in	2695 mm
HEIGHT TO TOP OF CAB	10.9 ft in	3315 mm
GROUND CLEARANCE	1.3 ft in	390 mm
WHEELBASE	10.5 ft in	3200 mm
HINGE PIN - MAX HEIGHT	13.2 ft in	4030 mm
REACH AT MAX LIFT AND DUMP	3.8 ft in	1170 mm

## Lampiran 4. Daftar Harga Sewa Alat Berat

<b>HEAVY EQUIPMENT PRICE LIST</b>						
NO	JENIS BARANG / PERALATAN		KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	KONDISI	HARGA
	Nama Barang	Merk				
1	2	3	4	5	6	7
	<b>BULLDOZER</b>					
1	BD 2 G	KOMATSU	6 ton	2003	Baik	Rp 130,000.00
2	BD 2 H	KOMATSU	6 ton	2003	Baik	Rp 130,000.00
3	BD 2 J	KOMATSU	6 ton	2003	Baik	Rp 130,000.00
4	D 31 P - 20	KOMATSU	8 ton	2003	Baik	Rp 145,000.00
5	D 31 P - 21	KOMATSU	8 ton	2003	Baik	Rp 145,000.00
6	D 31 P - 18	KOMATSU	8 ton	2003	Baik	Rp 145,000.00
7	D 40 P	KOMATSU	10 ton	1996	Baik	Rp 150,000.00
8	D 50 P	KOMATSU	15 ton	1996	Baik	Rp 175,000.00
9	D 53 P	KOMATSU	15 ton	2000	Baik	Rp 175,000.00
10	D 5 G	CATERPILLAR	15 ton	2007	Baik	Rp 175,000.00
11	D 61	KOMATSU	16 ton	2012	Baik	Rp 250,000.00
12	D 65 PX	KOMATSU	18 ton	2008	Baik	Rp 250,000.00
13	BDZ SD 13	SHANTUI	14 ton	2010	Baik	Rp 200,000.00
14	BDZ SD 16	SHANTUI	17 ton	2010	Baik	Rp 250,000.00
	<b>WHEEL LOADER</b>					
1	Wheel Loader 966	CATERPILLAR	5 m <sup>3</sup>	2012	Baik	Rp 300,000.00
2	Wheel Loader WA 380 m <sup>3</sup>	CATERPILLAR - Komatsu	3 m <sup>3</sup>	2012	Baik	Rp 200,000.00
	<b>VIBRO COMPACTOR</b>					
1	Vibro Compactor	BOMAG	7 ton	1995	Baik	Rp 175,000.00
2	Vibro Compactor	SAKAI	6 ton	1995	Baik	Rp 175,000.00
3	Vibro Compactor	SW 350	3.5 ton	1995	Baik	Rp 175,000.00
4	Vibro Compactor	BOMAG	10-12 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
5	Vibro Compactor	VOLVO	10-12 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
6	Vibro Compactor	HAMM	10-12 ton	2010	Baik	Rp 175,000.00
7	Vibro Compactor	DYNAPAC	15 ton	2013	Baik	Rp 175,000.00
	<b>EXCAVATOR</b>					
1	Excavator PC 50	KOMATSU	5 ton	2011	Baik	Rp 125,000.00
2	Excavator PC 75	KOMATSU	7.5 ton	2011	Baik	Rp 135,000.00
3	Excavator PC 100	KOMATSU	10 ton	1998	Baik	Rp 135,000.00
4	Excavator PC 200	KOMATSU	20 ton	1997	Baik	Rp 175,000.00
5	Excavator PC 200 - 6	KOMATSU	20 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
6	Excavator PC 200 - 7	KOMATSU	20 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
7	Excavator PC 200 - 8	KOMATSU	20 ton	2012	Baik	Rp 175,000.00
8	Excavator SE 210 - 1	SAMSUNG	20 ton	1995	Baik	Rp 175,000.00

6500 industri

## Lampiran 5. Daftar Harga Sewa Alat Berat

Excavator PC 210	KOMATSU	21 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
Excavator SK 200 - 5	KOBELCO	20 ton	1998	Baik	Rp 175,000.00
Excavator SK 200 - 6	KOBELCO	20 ton	2005	Baik	Rp 175,000.00
Excavator SK 200 - 8	KOBELCO GEOSPEC	20 ton	2007	Baik	Rp 175,000.00
Excavator SK 200 - 8	KOBELCO Super X	20 ton	2012	Baik	Rp 175,000.00
Excavator SK 200 - 8	KOBELCO Super X	21 ton	2013	Baik	Rp 175,000.00
Excavator 320 D	CATERPILLAR	21 ton	2008	Baik	Rp 175,000.00
Excavator 320 D	CATERPILLAR	22 ton	2012	Baik	Rp 175,000.00
Excavator 320 B	CATERPILLAR	22 ton	2005	Baik	Rp 175,000.00
Excavator Zaxis EX 200	HITACHI	20 ton	2008	Baik	Rp 175,000.00
Excavator EC 210 B	VOLVO	21 ton	2009	Baik	Rp 175,000.00
Excavator DX 225 LCA	DOOSAN	22.5 ton	2010	Baik	Rp 175,000.00
Excavator 921 C	KEIHATSU	20 ton	2011	Baik	Rp 175,000.00
Excavator 210 R - 7H	HYUNDAI	20 ton	2011	Baik	Rp 175,000.00
<b>Breaker</b>					
Breaker	Soosan SB 18		2012	Baik	Rp 350,000.00
<b>DUMP TRUCK / TRONTON</b>					
Dump Truck	Toyota Dyna Rino	7 m <sup>3</sup>	2008/2009	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Toyota Dyna Rino	7 m <sup>3</sup>	2012	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Toyota Dyna Rino	7 m <sup>3</sup>	2013	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Toyota Dyna Rino	7 m <sup>3</sup>	2014	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Mitsubishi	7 m <sup>3</sup>	2009	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Mitsubishi	7 m <sup>3</sup>	2011	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck	Mitsubishi	20 ton	1998	Baik	Rp 500,000.00
Dump Truck Tronton	Nissan	20 m <sup>3</sup>	2008	Baik	
Dump Truck Tronton	Hino	20 m <sup>3</sup>	2013	Baik	Perhari
Tangki Air	Colt Diesel	5.000 ltr	1997	Baik	
Self Loader	Nissan	25 ton	1997	Baik	
Self Loader	Mitsubishi	25 ton	2001	Baik	
Self Loader	Mitsubishi	25 ton	2014	Baik	

- Mobilisasi & Demobilisasi unit berdasarkan jarak. Untuk tarif dalam kota Rp 1.500.000,- Harga selanjutnya menyesuaikan jarak
- Untuk pemakaian unit dibutuhkan DP (Down Payment) pada awal, sejumlah 50 jam atau disesuaikan dengan lama pemakaian
- Harga belum termasuk pajak - pajak (apabila diperlukan)
- Harga sewa belum termasuk BBM (Solar)
- Akomodasi dan Uang Makan operator menjadi tanggungan Penyewa
- Uang Makan operator sebesar Rp 150.000,- / hari dimulai pukul : 08.00 - 16.00 (- 1 jam)
- Overtime pekerjaan diatas pukul 16.00 dihitung Rp 25.000,-
- Keamanan unit di site sepenuhnya menjadi tanggung jawab Penyewa, apabila terjadi kehilangan spareparts akan menjadi tanggung jawab Penyewa