

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOMBINASI ALAT BERAT *EXCAVATOR*
DAN *DUMP TRUCK* PADA PEKERJAAN TANAH
(*ANALYSIS OF COMBINATION USING EXCAVATOR
AND DUMP TRUCK ON EXCAVATION*)**

Studi Kasus : Proyek Jalan Petir - Kedungpucang

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



Deviana Roshindra

12511026

**PRODI STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2019

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOMBINASI ALAT BERAT EXCAVATOR
DAN DUMP TRUCK PADA PEKERJAAN TANAH
(ANALYSIS OF COMBINATION USING EXCAVATOR
AND DUMP TRUCK ON EXCAVATION)**

Studi Kasus : Proyek Jalan Petir - Kedungpucang

Disusun oleh

Deviana Roshindra

12511026

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

Diuji pada tanggal
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Penguji I

Penguji II

Vendie Abma, S.T.,M.T.
NIK : 155111310

Fitri Nugraheni, S.T.,M.T.,Ph.D.
NIK : 005110101

Ravendra, S.T.,M.T.
NIK : 155110104

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dra. Hc. Sri Amini Yuni Astuti, M.T

NIK : 885110101

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	4
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Pengertian Manajemen Proyek	9
3.2 Pekerjaan Tanah	11
3.3 Pengertian Alat Berat	14
3.4 Analisa Pemilihan Alat Berat	15

3.5	Medan Kerja dan Sifat Material	15
3.6	Alat Berat <i>Excavator</i>	21
3.7	Kapasitas Produktivitas Alat Berat <i>Dump Truck</i>	26
3.8	Konsep Biaya dan Pendapatan	28
BAB IV METODE PENELITIAN		
4.1	Tinjauan Umum	35
4.2	Metode Penelitian	35
4.3	Bagan Alir atau <i>Flow Chart</i> Penelitian	39
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1	Tinjauan Umum	42
5.2	Analisis Data	45
5.2.1	Alat Berat yang digunakan	45
5.2.2	Produktivitas Alat Berat <i>Excavator</i> SK 200	46
5.2.3	Produktivitas Alat Berat <i>Excavator</i> SK 50	47
5.2.4	Produktivitas <i>Dump Truck</i>	48
5.2.5	Perhitungan Biaya Sewa Alat	52
5.2.5	Perhitungan Analisis Kombinasi Alat Berat	54
5.3	Pembahasan	82
5.4	Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif kombinasi Alat Berat	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	88
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Saat Ini Dilakukan	6
Tabel 3.1	Perbedaan antara pandangan modern dengan pandangan lama	11
Tabel 3.2	Ukuran butiran pada tanah	14
Tabel 3.3	Faktor Perubahan Volume Material	17
Tabel 3.4	Daya Tekan Alat Berat	20
Tabel 3.5	Curah hujan pada berbagai kondisi tanah	21
Tabel 3.6	Jumlah Jam Kerja per Tahun	22
Tabel 3.7	<i>Bucket factor</i> untuk <i>Excavator</i>	25
Tabel 3.8	Faktor Koreksi (Fk) untuk <i>Excavator</i>	26
Tabel 3.9	Waktu Gali	27
Tabel 3.10	Waktu Putar	27
Tabel 3.11	Efisiensi Kerja	28
Tabel 3.12	Nilai F diperoleh dari praktek	34
Tabel 3.13	Nilai g	83
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Analisa dengan kondisi asli di lapangan	57
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 1	63
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2	70
Tabel 5.4	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3	76
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Analisa dengan kondisi asli di lapangan	80
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 1 (Pembahasan)	80
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2 (Pembahasan)	81
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3 (Pembahasan)	82
Tabel 5.9	Hasil Rekapitulasi perbandingan Biaya dan Waktu	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Bagan Alir atau <i>Flowchart</i> Penelitian	39
Gambar 5.1	Denah Lokasi proyek dengan tempat pembongkaran tanah	42
Gambar 5.2	Denah Lengkap Lokasi Rencana Pekerjaan Jalan	43
Gambar 5.3	Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Berbutir 1	43
Gambar 5.4	Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Berbutir dan Galian Biasa 2	44
Gambar 5.5	Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Biasa 3	44
Gambar 5.6	Set Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 2 unit <i>dump truck</i>	58
Gambar 5.7	Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 2 unit <i>dump truck</i>	58
Gambar 5.8	Set Layout untuk <i>Excavator</i> SK50 dengan 1 unit <i>dump truck</i>	59
Gambar 5.9	Layout untuk <i>Excavator</i> SK50 dengan 1 unit <i>dump truck</i>	60
Gambar 5.10	Set Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 3 unit <i>dump truck</i>	64
Gambar 5.11	Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 3 unit <i>dump truck</i>	65
Gambar 5.12	Set Layout untuk <i>Excavator</i> SK50 dengan 3 unit <i>dump truck</i>	66
Gambar 5.13	Layout untuk <i>Excavator</i> SK50 dengan 3 unit <i>dump truck</i>	66
Gambar 5.14	Set Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 5 unit <i>dump truck</i>	71
Gambar 5.15	Layout untuk <i>Excavator</i> SK200 dengan 5 unit <i>dump truck</i>	72
Gambar 5.16	Set Layout untuk 1 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 2 unit <i>dump truck</i> pada daerah 1	74

Gambar 5.17	Set Layout untuk 1 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 2 unit <i>dump truck</i> pada daerah 2	
Gambar 5.18	Layout untuk 2 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 4 unit <i>dump truck</i>	73
Gambar 5.19	Set Layout untuk unit <i>Excavator</i> SK200 dengan 7 unit <i>dump truck</i>	77
Gambar 5.20	Layout untuk unit <i>Excavator</i> SK200 dengan 7 unit <i>dump truck</i>	78
Gambar 5.21	Set Layout untuk 1 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 2 unit <i>dump truck</i> pada daerah 1	79
Gambar 5.22	Set Layout untuk 1 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 2 unit <i>dump truck</i> pada daerah 2	79
Gambar 5.23	Layout untuk 2 unit <i>Excavator</i> SK50 dengan 4 unit <i>dump truck</i>	82



DAFTAR LAMPIRAN

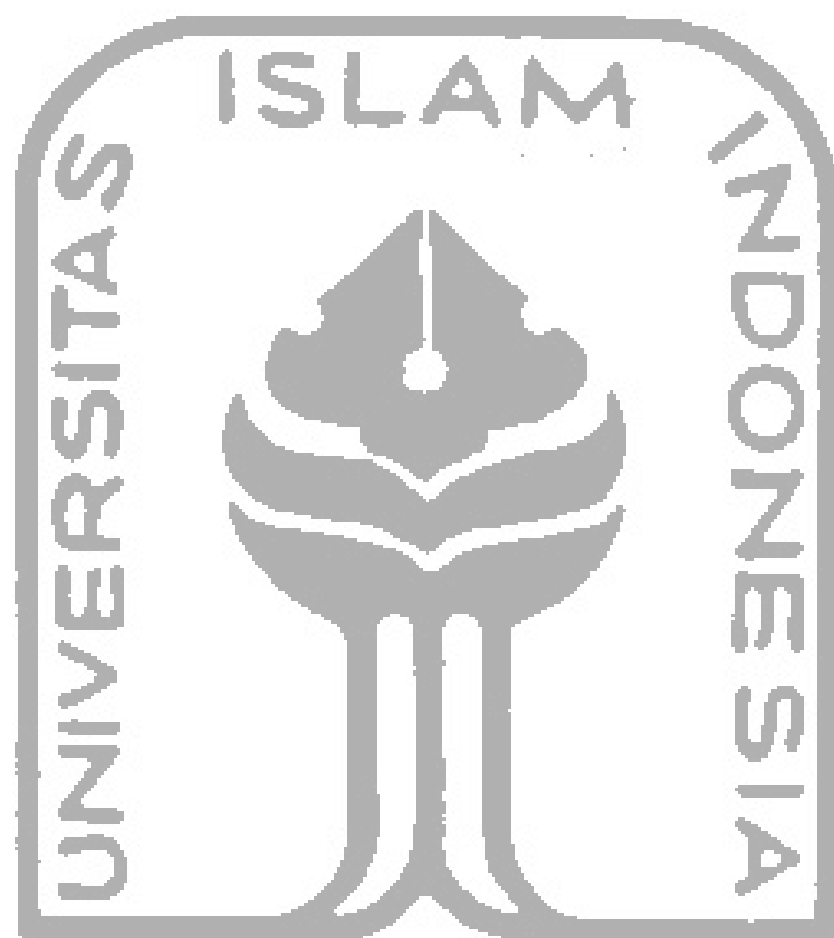
Lampiran 1	Spesifikasi 1 Kobelco SK 50
Lampiran 2	<i>Attachments</i> Kobelco SK 200
Lampiran 3	<i>Working Range amd Dimensions</i> 1 Kobelco SK 50
Lampiran 4	<i>Working Range amd Dimensions</i> 2 Kobelco SK 50
Lampiran 5	<i>Working Range</i> 1 Kobelco SK 200
Lampiran 6	Rekapitulasi Daftar Kuantutas dan Harga
Lampiran 7	Daftar Kuantutas dan Harga (1)
Lampiran 8	Daftar Kuantutas dan Harga (2)
Lampiran 9	Jadwal Pelaksanaan
Lampiran 10	Harga Sewa Alat Berat
Lampiran 11	Data Pengamatan di Lapangan
Lampiran 12	Hasil 1 Wawancara
Lampiran 13	Hasil 2 Wawancara
Lampiran 14	Foto Lokasi Proyek
Lampiran 15	Foto Lokasi Proyek
Lampiran 16	Jadwal Tugas Akhir



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



CBR	=	<i>California Bearing Ratio</i>
KP	=	Kapasitas produktivitas <i>excavator</i>
KB	=	Kapasitas <i>bucket</i>
bf	=	<i>Bucket</i> faktor
FK	=	Faktor efisiensi kerja
CT	=	<i>Cycle Time</i>
LT	=	<i>Loading Time</i>
HT	=	<i>Hauling Time</i>
RT	=	<i>Return Time</i>
DT	=	<i>Dumping Time</i>
ST	=	<i>Spotting Time</i>
Q	=	Produktivitas
V	=	Kapasitas
Et	=	Efisiensi kerja <i>dump truck</i>
D	=	Depresiasi untuk satu tahun yang bersangkutan
a	=	Standar jam kerja per tahun
i	=	Ketetapan bunga satu tahun
N	=	Nilai buku alat pada awal tahun yang bersangkutan
m	=	Faktor dalam %, biasanya diambil 5%
A	=	Harga beli alat
h	=	Harga bahan bakar per liter
PK	=	Nilai PK alat yang bersangkutan
F	=	Faktor efisiensi (60% - 80%)
C	=	Isi carter mesin <i>gear box</i> dan lain-lain
t	=	Waktu antara pergantian minyak pelumas
g	=	Kebutuhan <i>grease</i>



جامعة الإسلام في إندونيسيا

ABSTRACT

Economy in Indonesia, especially the Special Region of Yogyakarta, is very influential on the success in the development of infrastructure development, especially on road construction. Road construction projects require several combinations of heavy equipment to determine or determine the lowest cost and fastest time on road works. Analysis of the combination of heavy equipment aims to obtain a combination of heavy equipment with the lowest cost and a short time on earthwork. The research method was carried out in stages, starting to calculate the productivity of heavy equipment excavators and dump trucks. The next step is to calculate the cost of renting each heavy equipment. Make several combinations on earthwork. Get the combination with the fastest time and the lowest cost. In field conditions there are 1 SK200 excavator unit, 1 SK50 excavator unit, 2 dump truck units for SK 200, and 1 unit dump truck for SK 50. The results of the alternatives obtained are compared with the original conditions in the field and the results are in the form of cost and completion time, so by using three alternatives. In Alternative 1, heavy equipment uses 1 unit of SK200 excavator, 1 unit of SK50 excavator, 2 units of dump truck for SK200, and 1 unit of dump truck for SK50. Alternative 2 uses heavy equipment 1 unit of SK200 excavator, 1 unit of SK50 excavator, 3 units of dump truck for SK200, and 3 units of dump truck for SK5). Alternative 3 uses heavy equipment 1 unit of SK200 excavator, 2 units of SK50 excavator, 5 units of dump truck for SK200, and 4 units of dump truck for SK50. The results used in alternative 1 have a time ratio of 171.69 hours and a cost of Rp 21,698,391.65 taking into account the conditions in the field.

Keywords: Heavy Equipment, Productivity, excavators, dump trucks



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia terutama di Daerah Istimewa Yogyakarta untuk mendukung sektor perekonomian akan melakukan perkembangan pembangunan infrastruktur terutama pada pembangunan jalan. Pada proyek pembangunan jalan salah satunya adalah proyek pembangunan Jalan Petir – Kedungpucang yang sangat penting untuk sarana dan prasarana pendukung perekonomian masyarakat setempat.

Proyek konstruksi jalan terutama pada proyek yang cukup besar ini akan dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang cukup singkat. Terutama pada Jalan Petir – Kedungpucang ini adalah akses utama perekonomian masyarakat setempat. Untuk solusi menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang cukup singkat ini penyedia jasa atau kontraktor akan menggunakan alat berat pada sebagian besar pekerjaan dilapangan. Terutama pekerjaan tanah yang meliputi galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah. Pada pekerjaan tanah ini merupakan pekerjaan yang sangat membutuhkan alat berat untuk mempercepat waktu. Pada pekerjaan galian dan pemindahan tanah pada Jalan Petir – Kedungpucang memiliki volume yang cukup besar. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan tanah ini *Excavator*, dan *Dump Truck*. Alat-alat berat tersebut merupakan alat berat yang akan digunakan untuk pekerjaan tanah pada proyek Jalan Petir-Kedungpucang. Dengan alat berat ini dan volume pekerjaan tanah yang akan dilaksanakan maka diperlukan perhitungan untuk mengkombinasi alat berat tersebut untuk mendapatkan waktu dan biaya. Oleh karena itu dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui atau menentukan biaya termurah dan waktu tercepat pada pekerjaan Jalan Petir – Kedungpucang.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam latar belakang yang dijabarkan ada rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut : Bagaimana mendapatkan kombinasi alat berat dengan biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan analisis produktivitas alat berat pada Jalan Petir-Kedungpucang adalah sebagai berikut : Untuk mendapatkan kombinasi alat berat dengan biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan pada Ruas Jalan Petir-Kedungpucang adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui produktivitas pada alat berat *excavator* dan *dump truck*
2. Mengetahui biaya sewa dari alat berat *excavator* dan *dump truck*.
3. Mengetahui kombinasi yang dapat digunakan kontraktor untuk pekerjaan tanah.
4. Mengetahui waktu tercepat dari kombinasi-kombinasi alat berat.
5. Mengetahui biaya termurah dari kombinasi-kombinasi alat berat.
6. Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai kombinasi alat berat yang dapat digunakan pada pekerjaan tanah.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada Ruas Jalan Petir – Kedungpucang untuk melakukan analisis perbandingan ini diperlukan batasan-batasan permasalahan untuk mendapatkan ruang lingkup permasalahan yang jelas, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek Jalan Petir – Kedungpucang.
2. Melakukan Penelitian pada pekerjaan galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah.

3. Alat berat yang digunakan adalah *Excavator*, dan *Dump Truck*.
4. Pengamat dilakukan pada saat jam kerja normal yaitu pukul 08.00 – 17.00 (8 jam) berdasarkan di lapangan.
5. Indeks tenaga kerja, alat dan bahan yang dihitung hanya pada pekerjaan galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah.
6. Data yang digunakan peneliti berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.
7. Jenis *Excavator* yang digunakan adalah SK 200 dan SK 50
8. Jenis *Dump Truck* yang digunakan adalah Mitsubishi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Tinjauan pustaka merupakan literature-literature yang terdapat teori atau pemikiran untuk melandasi sebuah penelitian yang akan dilakukan. Tinjauan pustaka sebagai kegiatan untuk mencari dan memahami teori-teori penelitian yang lama dan membandingkan dengan teori yang akan dilakukan. Tujuan tinjauan pustaka untuk mengembangkan pemahaman dan wawasan tentang penelitian yang pernah dilakukan. Pada bab kedua akan dijelaskan tentang pemahaman pada penelitian terdahulu, dan akan menjadi pembanding untuk penelitian yang akan dilakukan.

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang analisis produktivitas penggunaan alat berat pada pekerjaan galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah sebagai berikut :

2.2.1. Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea.

Pada penelitian Ronald Martin Sokop dengan topik tentang produktivitas alat berat pada gali-muat dan alat angkut yang mempunyai tujuan untuk menentukan jumlah alat berat yang dibutuhkan dan waktu yang diperlukan. Studi kasus pada pembangunan Perumahan Residence Jordan Sea. Pada setiap pekerjaan dalam pemilihan alat berat akan sangat diperhatikan oleh pihak pelaksana, dikarenakan kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan suatu proyek tidak berjalan sesuai jadwal atau terjadi keterlambatan.

Kesimpulan pada penelitian yang telah dilakukan adalah diperoleh produktivitas *excavator* dengan $P = 105,3 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan satu buah *dump truck* berkapasitas 6 m^3 yang

memerlukan 66,26 menit. Hasil dari analisa memerlukan 1 *excavator* dan 12 unit *dump truck*, sedangkan dilapangan hanya jumlah alat berat 1 *excavator* dan 4 unit *dump truck*. Sehingga disimpulkan bahwa jumlah alat tersebut tidak sesuai dengan pekerjaan lapangan.

2.2.2. Analisa Produktivitas Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Pindahkan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII.

Pada penelitian Djurindar Heryandi Putra (2018) dengan topik tentang pemilihan alat berat pada pemindahan tanah agar proyek berjalan dengan lancar dan dapat memilih alat berat dengan biaya dan waktu yang efisien. Kesimpulan dari penelitian diatas diperoleh kombinasi untuk pemindahan tanah dengan kombinas 3 unit *excavator* SK-200-8 dan 15 unit *dump truck* dengan kapasitas 7 m³. Dengan kombinasi yang ditentukan pekerjaan pemindahan tanah akan selesai pada waktunya dengan durasi waktu 336 jam. Sedangkan untuk biaya total yang dibutuhkan Rp 690.288.000,00 .

2.2.3. Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Galian Gedung P1 P2 UK PETRA.

Alat berat merupakan sumber daya vital pada proyek konstruksi. Pada penelitian ini peneliti mengamati produktivitas *backhoe* secara terus menerus dalam melakukan penggalian. Manfaat dilakukan penelitian ini adalah untuk menambah wawasan kontraktor mengenai manajemen alat berat pada pekerjaan penggalian terutama *backhoe* supaya mendapatkan hasil yang efektif dan efisien dalam merencanakan jumlah alat berat dan durasi yang diperlukan.

Kesimpulan dengan menggunakan P ak mendapatkan produktivitas *backhoe* 28,91 m³/jam/alat. Volume tanah yang perlu digali 21.481,17 m³ dan dapat diselesaikan dalam 47 hari. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 unit *backhoe* , sehingga mendapatkan selisih nilai produktivitas actual kerja dan waktu siklus. Waktu tidak efektif *backhoe* akibat *idle*, *maintenance dump truck*, merapikan tanah dan *moving*.

Table 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Saat Ini Dilakukan

Penelitian Terdahulu				Penelitian yang Saat ini Dilakukan
Peneliti	Sutanto (2015)	Sokop (2018)	Putra (2018)	Roshindra (2019)
Judul Penelitian	Produktivitas alat berat pada pekerjaan galian gedung P1 P2 UK Petra	Analisa perhitungan produktivitas alat berat gali-muat (<i>excavator</i>) dan alat angkut (<i>dump truck</i>) pada pekerjaan pematangan lahan perumahan residence Jordan sea	Analisa produktivitas kombinasi alat berat pada pekerjaan pemindahan tanah proyek pembangunan gedung kuliah fakultas hokum UII	Analisis produktivitas alat berat <i>excavator</i> dan <i>dump truck</i> pada pekerjaan galian dan pemindahan galian Studi kasus : Jalan Petir - kedungpucang
Tujuan	Menambah wawasan bagi kontraktor mengenai manajemen alat berat pada pekerjaan galian sehingga efisien dan efektif serta memberikan masukan dalam merencanakan jumlah alat berat dan durasi pekerjaan galian melalui nilai produktivitas ideal, teoritis dan actual dengan mempertimbangkan factor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui produktivitas dari alat berat yang digunakan 2. Mengetahui jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan tanah. 3. Mengetahui lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah. 	Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum UII	Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang memiliki biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan galian biasa ,galian perkerasan berbutir dan pemindahan tanah pada proyek Jalan Petir-Kedungpucang
Batasan Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peneliti mengamati tentang aktivitas <i>backhoe</i> 2. <i>Backhoe</i> dapat dikatakan produktivitas apabila <i>backhoe</i> digunakan secara terus menerus dalam melakukan pekerjaan gali tanpa mengalami <i>idle</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan galian sesuai dengan data ukur volume tanah dilapangan. 2. Pekerjaan yang ditinjau adalah berupa pekerjaan galian, sedangkan timbunan tidak ditinjau pada lokasi pekerjaan. 3. Perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan adalah <i>Excavator</i>, dan <i>Dump Truck</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum UII 2. Penelitian pada pekerjaan pemindahan tanah galian dan pemindahan tanah. 3. Volume tanah pada pekerjaan galian sama dengan volume tanah pada pekerjaan pemindahan tanah 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian dilakukan pada proyek Jalan Petir – Kedungpucang. 2. Melakukan Penelitian pada pekerjaan galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah. 3. Alat berat yang digunakan adalah alat berat <i>Excavator</i>, dan <i>Dump Truck</i>.

Lanjutan Table 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Saat Ini Dilakukan

		<p>4. Perhitungan produktivitas alat berat hanya meninjau pembersihan lahan dan penggalian.</p> <p>5. Penelitian ini berjalan sesuai dengan kemampuan finansial dari pelaksanaan pekerjaan.</p>	<p>4. Alat berat yang digunakan adalah <i>Excavator</i>, dan <i>Dump Truck</i>.</p> <p>5. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.</p> <p>6. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam/hari</p>	<p>4. Pengamatan dilakukan pada saat jam kerja normal yaitu pukul 08.00 – 17.00 (8 jam) berdasarkan di lapangan.</p> <p>5. Indeks tenaga kerja, alat dan bahan yang dihitung hanya pada pekerjaan galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah.</p> <p>6. Data yang digunakan peneliti berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.</p> <p>7. Jenis <i>Excavator</i> yang digunakan adalah SK 200 dan SK 50</p> <p>8. Jenis <i>Dump Truck</i> yang digunakan adalah Mitsubishi</p>
Hasil Penelitian	<p>1. Produktivitas <i>backhoe</i> pada proyek gedung P1 P2 UK Petra adalah 28,91 m³/jam/alat, jika dibandingkan dengan durasi proyek maka pekerjaan galian pada proyek P1 – P2 UK Petra dengan volume tanah yang perlu digali sebesar 21.481,17 m³ dapat diselesaikan dalam waktu 47 hari jika menggunakan 2 <i>backhoe</i>.</p>	<p>1. Perhitungan produktifitas excavator perjam sesuai dengan data lapangan yaitu $P = 105,3$ m³/jam dengan produktifitas dump truck per jam yaitu 1 kendaraan dump truck berkapasitas 6 m³ memerlukan waktu 66,26 menit dan dump truck yang tersedia hanya 4 unit dump truck/hari, maka</p>	<p>kombinasi pada alternatif 3 yang terdiri dari 3 unit <i>excavator</i> Kobelco SK200-8 dan 15 unit <i>dump truck</i> dengan kapasitas 7m³. Karena pada alternatif 3 memiliki selisih waktu kerja paling cepat yang dapat mempengaruhi pekerjaan selanjutnya namun memiliki biaya sedikit lebih mahal disbanding dengan alternatif 1. Pekerjaan dapat diselesaikan</p>	

Lanjutan Table 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Saat Ini Dilakukan

	<p>2. Selisih nilai produktivitas aktual kinerja dan waktu siklus tersebut dipengaruhi oleh <i>double handling</i> dan waktu tidak efektif <i>backhoe</i> akibat <i>idle, maintenance</i>, menunggu <i>dump truck</i>, merapikan tanah, dan <i>moving</i>.</p>	<p>produktivitas alat berat tersebut tidak optimal.</p> <p>2. Perhitungan untuk waktu pelaksanaan pekerjaan 1 excavator menghasilkan produktifitas 90 m³/jam dan jam kerja yg di butuhkan 60,5 jam untuk menggali tanah sebesar 5445,9 m³, sehingga jumlah hari yang diperlukan hanya 9 hari saja. Sedangkan untuk data lapangan produktifitas excavator adalah 105,3 m³/jam dan alat angkut yang optimal adalah 18 unit dump truck.</p> <p>3. Namun, dari data tersebut waktu dan alat angkut tidak sesuai dengan yang diharapkan</p>	<p>100% dengan durasi waktu sebesar 336 jam dengan biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp 690.228.000,00.</p>	
Objek Penelitian	Proyek Pembangunan Gedung P1 P2 UK Petra	Proyek pembangunan perumahan residence Jordan sea	Proyek pembangunan gedung kuliah fakultas hokum UII	Proyek Pembangunan Jalan Petir - Kedungpucang

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Manajemen Proyek

Menurut Widiyanti (2013) manajemen merupakan suatu kegiatan yang melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian masing-masing untuk memperoleh hasil yang telah ditetapkan dengan batas-batas tertentu secara sistematis dan efektif, dengan adanya perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) yang memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien. Menurut Karaini (1991) manajemen proyek adalah usaha untuk merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan proyek sehingga sesuai dengan waktu dan biaya yang telah ditetapkan. Konsep manajemen proyek, sebagai berikut :

1. Proyek adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara dengan tujuan dan memanfaatkan sumber-sumber daya.
2. Manajemen proyek merupakan proses pencapaian tujuan proyek dalam suatu organisasi tertentu.
3. Manajemen proyek meliputi tahapan-tahapan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan penyelesaian proyek.
4. Kendala proyek yang sering terjadi adalah kerja, waktu, dan biaya.
5. Bentuk organisasi dalam manajemen proyek adalah organisasi fungsional, coordinator, kgugus tugas (*task force*), dan matrik.

3.1.1. Macam – macam proyek

Menurut Santosa (2008) proyek diklasifikasikan, sebagai berikut :

1. Proyek konstruksi, proyek ini berupa pekerjaan membangun atau membuat produk fisik. Sebagai contoh adalah proyek pembangunan jalan raya, proyek pembangunan gedung, pembangunan jembatan, atau pembuatan boiler.

2. Proyek penelitian dan pengembangan, proyek yang berupa penemuan produk baru, temuan alat baru, atau penelitian mengenai penemuan bibit unggul untuk suatu tanaman.
3. Proyek yang berhubungan dengan manajemen jasa, proyek ini bisa berupa perancangan struktur organisasi, pembuatan system informasi manajemen, peningkatan produktivitas perusahaan, atau pemberian *training*.

3.1.2. Keberhasilan manajemen proyek

Menurut Santosa (2008) manajemen proyek dapat dianggap sukses bila dapat mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Pekerjaan dapat selesai dalam waktu yang dialokasikan.
2. Pekerjaan dapat selesai dengan biaya yang telah dianggarkan.
3. Pekerjaan sesuai dengan performansi atau spesifikasi yang sudah ditentukan.
4. Pekerjaan dapat diterima customer.
5. Pekerjaan yang telah disetujui dengan adanya perubahan lingkup.
6. Tanpa mengganggu aliran pekerjaan utama dalam organisasi.
7. Tanpa merubah budaya (positif) pada perusahaan.

3.1.3. Pandangan terhadap manajemen proyek

Menurut Santosa (2008) manajemen proyek memiliki pandangan tradisional dan pandangan baru atau modern. Pandangan pada keduanya mempunyai perbedaan yang disajikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Perbedaan antara pandangan modern dengan pandangan lama

Pandangan lama	Pandangan Baru
Manajemen proyek perlu lebih banyak orang dan ongkos tambahan	Manajemen proyek, untuk menyelesaikan lebih banyak pekerjaan dengan biaya yang lebih murah dan sedikit orang

Lanjutan Tabel 3.1 Perbedaan antara pandangan modern dengan pandangan lama

Keuntungan menurun	Keuntungan akan meningkat
Manajemen proyek meningkatkan jumlah perubahan pekerjaan	Manajemen proyek memberikan kontrol yang lebih baik terhadap perubahan pekerjaan
Manajemen proyek menciptakan ketidakstabilan dan konflik	Organisasi manajemen proyek semakin efisien dan efektif melalui prinsip perilaku organisasi yang lebih baik
Manajemen proyek menyerahkan produk pada pelanggan	Manajemen proyek memberikan solusi
Biaya manajemen proyek tidak kompetitif	Manajemen proyek meningkatkan bisnis perusahaan
Manajemen proyek menambah masalah kualitas	Manajemen proyek meningkatkan kualitas

Sumber : Manajemen Proyek (2008)

3.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah pada bangunan infrastruktur merupakan pekerjaan pokok. Kegiatan pekerjaan tanah sebagian besar adalah kegiatan galian tanah. Pekerjaan tanah merupakan kegiatan yang sangat penting, terutama dalam mengendalikan waktu pelaksanaan, penggunaan metode kerja (Asiyanto, 2008).

3.2.1 Pengertian tanah

Menurut Sosrodarsono (1980) tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Menurut Asiyanto (2008) Tanah diklasifikasikan ke dalam 4 macam, sebagai berikut :

1. Batu kerikil (*gravel*)

Batu kerikil (*gravel*) terdiri dari pecahan-pecahan batu dengan berbagai macam ukuran dan bentuk.

2. Pasir (*sand*)

Pasir (*sand*) terdiri dari butiran – butiran pasir dan terdiri dari satu macam zat mineral. Bila ukuran butir-butir terdiri dari satu ukuran maka disebut gradasi seragam, sedangkan untuk ukuran butiran bermacam-macam ukuran maka disebut gradasi baik. Ciri-ciri batu kerikil atau pasir, sebagai berikut :

- a. Gesekan tinggi
- b. Tembus air (tidak kedap air)
- c. Butiran-butiran kasar dan lepas
- d. Daya dukung tidak terlalu dipengaruhi oleh kandungan air.

3. Lempung (*clay*)

Lempung (*clay*) terdiri dari butiran-butiran yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi merupakan sifat yang menunjukkan bahwa bagian-bagian dari bahan melekat satu sama lain, sedangkan plastisitas merupakan sifat yang dapat merubah-ubah bentuk tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tidak terjadi retakan-retakan. Ciri ciri tanah lempung (*clay*), sebagai berikut :

- a. Butir-butir halus dan lekat
- b. Rapat air
- c. Kembang susut besar
- d. Daya dukung sangat dipengaruhi oleh kandungan air.

4. Lanau (*silt*)

Lanau (*silt*) merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus, kurang plastis dan lebih mudah ditembus air daripada lempung. Ciri ciri tanah lanau (*silt*), sebagai berikut :

- a. Butiran-butiran halus dan lepas
- b. Sedikit daya lekat
- c. Ketika keadaan kering, dapat menjadi debu
- d. Daya dukungnya sangat dipengaruhi oleh air.

Macam-macam ukuran butiran pada tanah dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ukuran butiran pada tanah

Macam-macam tanah	Batas-batas ukuran butiran
Berangkal	> 20 cm
Kerakal	8 cm sampai dengan 20 cm
Kerikil	2 mm sampai dengan 8 mm
Pasir kasar	0.6 mm sampai dengan 2 mm
Pasir sedang	0.2 mm sampai dengan 0.6 mm
Pasir halus	0.06 mm sampai dengan 0.2 mm
Lanau	0.002 mm sampai dengan 0.06 mm
Lempung	< 0.002 mm

Sumber : Metode Konstruksi Proyek Jalan, 2008

3.2.2 Galian tanah

Menurut Nunnally (2007), pekerjaan galian tanah merupakan proses pemindahan tanah dari tempat penggalian tanah menuju tempat pembongkaran sehingga dapat memenuhi persyaratan lokasi, elevasi, densitas, dan kelembaban.

3.2.3 Metode pekerjaan galian tanah

Menurut Asiyanto (2008), pekerjaan galian tanah merupakan pekerjaan tanah yang sifatnya permanen sebagai struktur. Pekerjaan tanah dapat dilakukan oleh tenaga manusia atau dengan alat-alat berat. Untuk pekerjaan tanah dengan skala besar, menggunakan alat – alat berat. Sebelum pekerjaan tanah dimulai, volume galian harus dihitung terlebih dahulu. Menghitung volume galian dapat dilihat pada rumus 3.1.

$$V = F1 \times L \quad (3.1)$$

Keterangan :

V = Volume galian (m³)

F1 = Luas galian pada penampang 1 (m²)

L = Panjang atau jarak galian (m)

3.3 Pengertian Alat Berat

Menurut Asiyanto (2008), alat konstruksi atau juga sering disebut dengan alat berat merupakan “Alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat, dan aman”.

Menurut Rostiyanti (2014), dalam pekerjaan pembangunan struktur bangunan, alat – alat berat sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang lebih singkat. Dan alat-alat berat ini menjadi factor yang sangat penting didalam proyek. Alat berat yang digunakan untuk menggali *excavator* , dan untuk mengangkut *dump truck* . Pemilihan alat berat pada suatu proyek adalah salah satu factor penting dalam keberhasilan suatu proyek.

Menurut Wilopo (2009), keterlibatan alat-alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

1. Waktu pelaksanaan akan lebih cepat. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target waktu penyelesaian atau target produksi.
2. Tenaga besar. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
3. Ekonomis. Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan, dan factor-faktor ekonomi lainnya.

3.4 Analisa Pemilihan Alat Berat

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), dalam pemilihan alat berat harus dipilih yang tepat guna dan ekonomis, dimana alat tersebut harus sesuai dengan kondisi pekerjaan, mampu berproduksi tinggi dengan biaya yang relative rendah. Pada factor yang mempengaruhi dari segi teknis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

1. Jenis alat-alat berat

2. Sifat-sifat material dan medan kerja
3. Produktivitas alat berat

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), pada factor yang mempengaruhi dari segi ekonomis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

1. Biaya kepemilikan atau biaya sewa alat berat
2. Biaya operasional alat berat

3.5 Medan Kerja dan Sifat Material

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), kondisi medan kerja dan sifat material adalah factor terbesar dalam pemilihan alat berat. Alat berat yang digunakan pada medan kerja berbatu dan bergelombang akan sangat lain dengan alat yang dipergunakan pada medan kerja lunak berlumpur. Demikian pula alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang berat akan berbeda dengan alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang ringan. Sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan sebagai berikut :

1. Pengembangan dan penyusutan material (*swell factor*)

Faktor pengembangan dan penyusutan merupakan perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya (digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Perubahan volume diikuti dengan perubahan berat volume (*density*) dari material tersebut. Berdasarkan adanya perubahan tersebut pengukuran volume maupun *density* material dibedakan atas :

- a. Keadaan asli (*bank, insitu*)

Keadaan asli merupakan keadaan material yang masih asli alami, belum mengalami gangguan teknologi (lalu lintas peralatan, digali, dipindahkan, diangkut atau dipindahkan). Butiran-butiran material masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam kondisi asli tersebut meter kubik dalam keadaan asli (*bank cubic meter* atau BCM).

b. Keadaan gembur (*loose*)

Material yang telah tergali dari tempat aslinya, akan mengalami perubahan volume, yaitu pengembangan. Pengembangan ini dikarenakan adanya penambahan rongga udara pada butiran-butiran material. Volumennya lebih besar tetapi beratnya tetap. Satuan volume material dalam keadaan gembur umumnya disebut meter kubik gembur (*loose cubic meter* atau LCM).

c. Keadaan padat (*compact*)

Keadaan padat ini dialami pada saat material mengalami proses pemadatan, dimana volumenya akan menyusut karena adanya perubahan volume. Perubahan volume ini dikarenakan adanya pengurangan rongga udara (*void*) diantara butiran-butiran material. Volume akan menjadi lebih kecil, sedangkan beratnya tetap. Satuan volume material dalam keadaan padat disebut meter kubik padat (*compact cubic meter* atau CCM).

Faktor pengembangan (*swell factor*) dapat dilihat pada Tabel 3.3 konversi dan volume tanah atau material.

Tabel 3.3 Faktor Perubahan Volume Material

Material	Dari Bentuk	Menjadi Bentuk		
		Asli	Gembur	Padat
<i>Sand</i> Tanah Berpasir	Asli	1.00	1.11	0.95
	Gembur	0.90	1.00	0.86
	Padat	1.05	1.17	1.00

Lanjutan Tabel 3.3. Faktor Perubahan Volume Material

<i>Sandy Clay</i> Tanah Biasa	Asli	1.00	1.25	0.90
	Gembur	0.80	1.00	0.72
	Padat	1.11	1.39	1.00
<i>Clay</i> Tanah Liat	Asli	1.00	1.43	0.90
	Gembur	0.70	1.00	0.63
	Padat	1.11	1.59	1.00
<i>Gravelly Soil</i> Tanah Campur Kerikil	Asli	1.00	1.18	1.08
	Gembur	0.85	1.00	0.91
	Padat	0.93	1.09	1.00
<i>Gravels</i>	Asli	1.00	1.13	1.03

Kerikil	Gembur	0.88	1.00	0.91
	Padat	0.97	1.10	1.00
<i>Solid or Rugged Gravels</i>	Asli	1.00	1.42	1.29
Kerikil Besar dan Padat	Gembur	0.70	1.00	0.91
	Padat	0.77	1.10	1.00
<i>Broken Limestone</i>	Asli	1.00	1.65	1.22
<i>Sanstone</i> <i>And other soft rock</i>	Gembur	0.61	1.00	0.74
	Padat	0.82	1.35	1.00
Pecahan Batu Kapur, Batu pasir, dll				
<i>Broken Granite, Basalt</i> <i>and other hard rock</i>	Asli	1.00	1.70	1.31
	Gembur	0.59	1.00	0.77
	Padat	0.76	1.30	1.00
Pecahan Granit, Cadas Keras, dll				
	Asli	1.00	1.75	1.40
	Gembur	0.57	1.00	0.80
<i>Broken Rock</i> Pecahan Cadas	Padat	0.71	1.24	1.00

Sumber : Katalog Alat Berat Konstruksi (2013)

2. Berat jenis material (*Specific Gravity*)

Menurut Wilopo (2009) Berat merupakan sifat yang selalu dimiliki oleh material. Kemampuan setiap alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, menarik, mengangkut dan lain-lain, akan sangat dipengaruhi oleh berat jenis material. Setiap alat berat mempunyai batasan kapasitas atau volume tertentu, sehingga berat jenis material akan membatasi gerakan alat.

3. Bentuk Material

Bentuk material didasarkan pada ukuran butir material, yang akan mempengaruhi susunan butir-butir material dalam suatu kesatuan volume. Material dengan kondisi butirnya halus dan seragam, kemungkinan besar isinya dapat mendekati volume ruang yang ditempati. Sedangkan untuk material yang butirannya tidak seragam isinya akan berkurang dari ruang yang ditempati karena terdapat rongga udaranya. Perbedaan volume ini memiliki factor yang akan berpengaruh pada *bucket excavator*.

4. Kohensivitas Material

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013) Kohensivitas material adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat diantara butir-butir.

5. Kekerasan material

Material yang keras akan lebih akan lebih sukar digali atau dikupas oleh alat berat. Hal ini akan menyebabkan penurunan pada produktivitas alat. Material yang tergolong material keras adalah jenis batu-batuan. Pada material yang keras ini pada umumnya memakai *breaker* atau *ripper*. Untuk pemakaian alat *breaker* atau *ripper* harus menentukan jenis dan tekstur batuan. Nilai kekerasan tanah diukur dengan menggunakan *Ripper* meter/*Seismic Test* Meter. Besarnya nilai ditunjukkan dalam satuan m/dt. (Satuan *Seismic Wave Velocity* batuan). Batuan dalam pemindahan tanah sebagai berikut :

- a. Batuan beku : sifatnya keras, padat, dan kokoh.
- b. Batuan sedimen : merupakan peralapisan yang lunak sampai dengan keras, ringan dan bersifat lepas.
- c. Batuan metamorf : umumnya peralapisannya keras, padat, dan tidak teratur.

6. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban yang berada di atasnya. Suatu tanah mendapat tekanan (*ground pressure*), sedangkan perlawanan yang diberikan oleh tanah terhadap tekanan disebut daya dukung tanah atau dikenal dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

Tabel 3.4 Daya Tekan Alat Berat

Kode Indeks	Jenis Alat	Daya Tekan Alat kg/cm ²
< 22	<i>Extra Swamp Dozer</i>	0.15 - 0.30
- 4	<i>Swamp Dozer</i>	0.20 - 0.30
4 - 5	<i>Small Dozer</i>	0.30 - 0.60
5 - 7	<i>Medium Dozer</i>	0.60 - 0.80

7 - 10	<i>Large Dozer</i>	0.70 - 1.30
10 - 13	<i>Motor Scraper</i>	1.30 - 2.85
>15	<i>Dump Truck</i>	>3.20

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi 2013

7. Jarak Angkut (*hauling distance*)

Dalam pemilihan alat berat selalu memperhitungkan jarak angkut dan kondisi jalan yang dilalui. Pengangkutan suatu material atau tanah dengan *dump truck* terdapat hal-hal yang harus diperhatikan yaitu iklim dan curah hujan, karena untuk mengetahui batasan landasan kerja bila terkena air hujan akan rusak atau tidak. Iklim dan curah hujan akan sangat mempengaruhi dalam pengoperasian alat berat. Jumlah hari hujan dan curah hujan perlu dicatat untuk mengetahui jumlah hari kerja yang benar-benar tersedia pada daerah yang bersangkutan. Curah hujan pada beberapa kondisi tanah dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.5 Curah hujan pada berbagai kondisi tanah

Kondisi Tanah	Curah Hujan (mm/hari)			
	<3	3 - 10	11 - 30	>30
Batu Kerikil,				
Batu Tak Tersaring	0	0	0 - 0.5	1
Tanah Pasir	0	0	0.5 - 1	1.5 - 2
Tanah Liat	0	1 - 1.5	1.5 - 2	2 - 3
Tanah Lempung	0 - 0.5	1.5 - 2	2 - 3	3 - 4

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi 2013

8. Hari kerja efektif

Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang ditetapkan untuk mengerjakan suatu pemindahan tanah.

Jumlah hari kerja efektif = Jumlah atau total hari kalender dari target waktu yang tersedia – Jumlah hari libur resmi atau nasional kerja yang hilang (3.2)

Keterangan :

- a. Hari kerja hilang yaitu tidak beroperasinya alat karena hujan, menunggu tanah menjadi kering dan keras kembali kuat mendukung alat-alat berat yang lalu lalang di atasnya.
- b. Hari kerja yang hilang ini diluar hari kerja yang hilang dikarenakan alat berat yang *break down*.

Pada Tabel 3.4 menunjukkan jam kerja yang optimal berdasarkan jumlah shift kerja serta hari kerja dalam satu tahun.

Tabel 3.6 Jumlah Jam Kerja per Tahun

BULAN	JUMLAH HARI	HARI KERJA	JAM KERJA EFEKTIF
Januari	31	20	260
Februari	28	20	260
Maret	31	20	260
April	30	26	338
Mei	31	27	351
Juni	30	28	364
Juli	31	29	377
Agustus	31	29	377
September	30	30	390
Oktober	31	29	377
November	30	28	364
Desember	31	24	312
TOTAL	365	310	4030

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi (2013)

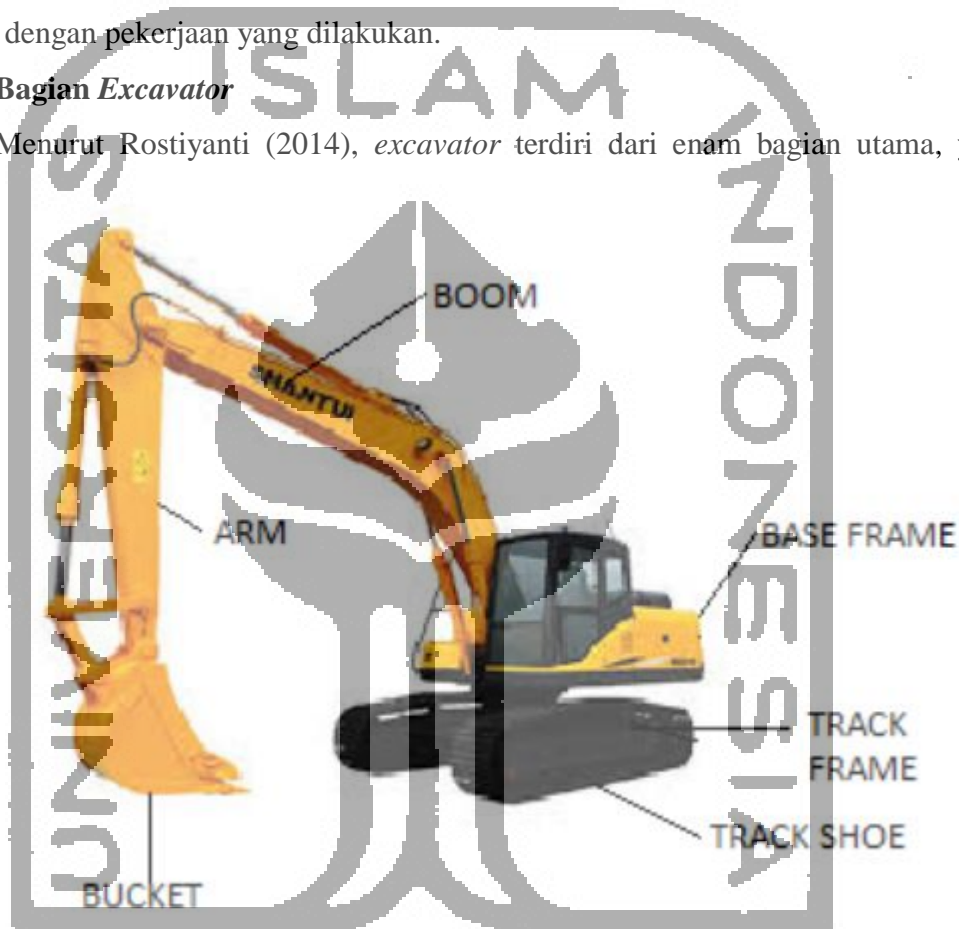
3.6 Alat Berat *Excavator*

3.6.1 Pengertian *Excavator*

Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* merupakan alat berat untuk menggali saluran, terowongan, atau *basement*. Dengan menggunakan *Excavator* pada penggalian tanah, maka didapat hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket *backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.

3.6.2 Bagian *Excavator*

Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* terdiri dari enam bagian utama, yaitu



struktur atas yang dapat berputar, *boom*, lengan (*arm*), *bucket*, *Slewing ring*, dan struktur bawah. *Boom*, lengan (*arm*), *bucket* digerakkan dengan system hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda *crawler*

Gambar 3.2 Bagian-bagian *excavator*

3.6.3 Teknik Penggalian

Menurut Rostiyanti (2014), teknik penggalian pada *backhoe* adalah sebagai berikut :

1. *Boom* dan *bucket* bergerak maju
2. *Bucket* digerakkan menuju alat
3. *Bucket* melakukan penetrasi ke dalam tanah
4. *Bucket* yang telah penuh diangkat
5. Struktur atas berputar
6. *Bucket* diayunkan sampai material didalamnya keluar.

3.6.4 Kapasitas Produktivitas Alat Berat *Excavator*

1. Kapasitas produktivitas *excavator*

Menurut Wilopo (2009), untuk menghitung kapasitas produktivitas *excavator* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KP = \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT} \quad (3.3)$$

Keterangan :

KP = Kapasitas produktivitas *hydraulic excavator* (m³/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m³)

bf = *Bucket* faktor

FK = Faktor efisiensi kerja atau terdiri dari :

a. Faktor kesiapan mesin

b. Faktor efisiensi waktu

c. Faktor ketrampilan operator

CT = *Cycle Time* (detik)

bucket pada *excavator* dapat dilihat pada Gambar 3.9. *Bucket* factor dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.7 *Bucket* factor untuk *Excavator*

Kondisi Pemuatan	Faktor
------------------	--------

Ringan	Menggali dan memuat stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam bucket	1.0 – 0.8
--------	--	-----------

Lanjutan Tabel 3.7 *Bucket factor* untuk *Excavator*

Sedang	Menggali dan memuat stockpile 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 stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0.6 – 0.5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan bucket.	0.5 – 0.4

Sumber : Röchmanhadi, 1985

Tabel 3.8 Faktor Koreksi (fk) untuk *Excavator*

MATERIAL	fk
Tanah dan tanah organik	0.80 – 0.90
Pasir dan kerikil	0.90 – 1.00
Lempung keras	0.65 - 0.75

Lempung basah	0.50 - 0.60
Batuan dengan peledakan buruk	0.40 - 0.50
Batuan dengan peledakan baik	0.60 - 0.75

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Menurut Rostiyanti (2014), *cycle Time*, siklus waktu, atau siklus kerja yang perlu diperhatikan adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang. Pekerjaan utama tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal.

- a. Waktu muat atau *loading time* (LT)
Waktu muat adalah waktu yang dibutuhkan untuk memuat dari suatu alat ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitasnya.
- b. Waktu angkut atau *hauling time* (HT)
Waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran.
- c. Waktu kembali atau *return time* (RT)
Waktu kembali adalah waktu saat kembalinya dari tempat pembongkaran menuju tempat pemuatan dan dalam keadaan kosong.
- d. Waktu pembongkaran atau *dumping time* (DT)
Waktu pembongkaran merupakan waktu yang diperlukan untuk membongkar muatan.
- e. Waktu tunggu atau *spotting time* (ST)
Waktu tunggu adalah waktu dimana saat kembali ke tempat pemuatan tetapi masih ada alat pengangkut lain yang masih memuat material.

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST \quad (3.4)$$

Keterangan :

CT = Waktu Siklus (detik)

LT = Waktu muat atau *loading time* (detik)

HT = Waktu angkut atau *hauling time* (detik)

DT = Waktu pembongkaran atau *dumping time* (detik)

RT = Waktu kembali atau *return time* (detik)

ST = Waktu tunggu atau *spotting time* (detik)

Tabel 3.9 Waktu Gali

Kondisi Gali/ Kedalaman Gali	Ringan (detik)	Sedang (detik)	Agak sulit (detik)	Sulit (detik)
0 – 2 m	6	9	15	26
2 – 4 m	7	11	17	28
4 - lebih	8	13	19	30

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Tabel 3.10 Waktu Putar

Sudut Putar	Waktu Putar (detik)
45° - 90° (derajat)	4 – 7
90° - 180° (derajat)	5 – 8

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Menurut Rochmanhadi (1985), faktor yang mempengaruhi efisiensi alat sebagai berikut :

- a. Kemampuan operator pemakai alat
- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat
- c. Perencanaan dan pengaturan letak alat
- d. Topografi dan volume pekerjaan
- e. Kondisi cuaca
- f. Metode pelaksanaan alat.

Menurut Rochmanhadi (1985), untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam.

Tabel 3.11 Efisiensi Kerja (FK)

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Normal	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Normal	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54

Lanjutan Tabel 3.11 Efisiensi Kerja (FK)

Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk Sekali	0.52	0.50	0.47	0.42	0.3

Sumber : Rochmanhadi, 1985

3.7 Kapasitas Produktivitas Alat Berat *Dump Truck*

3.7.1. Pengertian *Dump Truck*

Menurut Rochmanhadi (1985), dalam pekerjaan konstruksi dengan jarak angkut yang cukup maka sering digunakan alat angkut sebagai berikut :

1. *Dump Truck*
2. *Trailer*
3. *Dumper*
4. Dan lain-lain

Menurut Rochmanhadi (1985), dalam pekerjaan konstruksi alat angkut *Dump Truck* memiliki 3 macam, sebagai berikut :

1. *Side dump truck* (penumpahan ke samping)
2. *Rear dump truck* (penumpahan ke belakang)
3. *Rear and side dump truck* (penumpahan ke samping dan belakang)

Menurut Rochmanhadi (1985), syarat paling penting agar *truck* dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata, tetapi ada kalanya *truck* didesain agar mempunyai *cross country ability* yaitu suatu kemampuan berjalan diluar jalan biasa. Memilih *truck* yang harus dan alat pemuat mempunyai perbandingan yaitu 4 @ 5 : 1 atau kapasitas 4 *truck* @ 5 kali kapasitas alat pemuat. Perbandingan tersebut akan mempengaruhi waktu pemuatan. *Truck* memiliki dua macam yaitu *truck* kecil dan *truck* besar. *Truck* kecil mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Lebih lincah dalam beroperasi
2. Lebih mudah mengoperasikannya

3. Lebih fleksibel dalam pengangkutan jarak dekat
4. Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
5. Penyesuaian terhadap kemampuan loader lebih mudah
6. Jika salah satu *truck* dalam satu unit angkutan tidak bekerja, tidak akan terasa terhadap produksi
7. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* kecil mempunyai kerugian sebagai berikut :

1. Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya *Truck* kecil yang beroperasi, terutama waktu muat.
2. *Excavator* lebih sukar untuk memuatnya, karena kecilnya bak, lebih banyak *truck* yang diperlukan.
3. Biaya pemeliharaan lebih besar, karena lebih banyak *truck*, begitu pula tenaga pemeliharaan.

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* besar mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Untuk kapasitas yang sama dengan *truck* kecil, jumlah unit *truck* besar lebih sedikit.
2. Sopir atau *crew* yang digunakan lebih sedikit.
3. Cocok untuk angkutan jarak jauh
4. Pemuatan dari loader lebih mudah sehingga waktu yang hilang lebih sedikit.

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* besar mempunyai kerugian sebagai berikut :

1. Jalan kerja harus diperhatikan, karena berat *truck* , kerusakan jalan relative lebih cepat
2. Pengoperasian lebih sulit karena ukurannya yang besar
3. Produksi akan sangat berkurang, jika salah satu *truck* tidak jalan
4. Pemeliharaan lebih sulit dilaksanakan.

Menurut Rostiyanti (2014), produktivitas *truck* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = V \times \frac{60}{CT} \times Et \quad (3.5)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas (m³/jam)

V = Kapasitas (m³)

CT = Waktu siklus (menit)

Et = Efisiensi kerja *dump truck*

Menurut Rostiyanti (2014), menghitung jumlah *truck* yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Truck} = \frac{\text{Produktivitas Excavator}}{\text{Produktivitas Truck}} \quad (3.6)$$

3.8 Konsep Biaya dan Pendapatan

Menurut Asiyanto (2007), investasi alat konstruksi pada umumnya, merupakan keputusan untuk jangka panjang. Suatu alat berat digunakan pada suatu proyek, maka biaya investasi untuk alat tersebut tidak dapat dibebankan sebagai biaya proyek, karena pengeluaran tersebut adalah merupakan biaya investasi yang akan dimanfaatkan dalam jangka waktu lebih dari setahun, dan alat tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk proyek lain.

Menurut Asiyanto (2007), bila suatu perusahaan menggunakan alat sewa dari luar, maka perusahaan tersebut tidak mengeluarkan biaya investasi untuk alat berat. Dalam sebuah perjanjian sewa alat, biasanya diatur bila suatu saat alat mengalami *idle*, maka perusahaan yang telah menyewa alat tetap dikenakan biaya sewa minimum, yang bertujuan untuk tetap dapat menutup biaya penyusutan pada pemilik alat berat.

Untuk dapat melakukan evaluasi rugi atau laba dari penggunaan alat berat serta dapat mengendalikannya maka yang harus diketahui adalah biaya alat dan Pendapatan alat.

3.8.1. Biaya Alat

Menurut Asiyanto (2007), biaya alat berat adalah biaya alat yang merupakan salah satu dari unsur biaya proyek itu sendiri. Pada manajemen alat berat ada beberapa konsep mengenai biaya alat, sebagai berikut :

1. Struktur Biaya Alat

Struktur biaya alat, terdiri dari :

- a. Biaya kepemilikan (*ownership cost*), biaya ini bersifat tetap (*fix cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya depresiasi
 - 2) Biaya modal
 - 3) Biaya manajemen
- b. Biaya operasional (*operating cost*), biaya ini bersifat tidak tetap (*variable cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya bahan bakar
 - 2) Biaya minyak pelumas
 - 3) Biaya minyak *hydraulic*
 - 4) Biaya *Gease* atau Gemuk
 - 5) Biaya Operator
- c. Biaya perbaikan atau pemeliharaan, biaya ini bersifat tidak tetap (*variable cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya suku cadang
 - 2) Biaya mekanik
- d. Biaya tidak langsung, biaya ini bersifat semi tetap (*semi fix cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya *overhead*
 - 2) Biaya lain-lain

Keempat unsur tersebut bila digabungkan menjadi tariff sewa alat per jam atau unit *price* alat untuk satuan jenis alat. Ada biaya diluar struktur biaya alat, yaitu biaya mobilisasi dan demobilisasi, yang terdiri dari :

- a. Biaya angkutan ke lokasi pekerjaan (mobilisasi)
- b. Biaya montase dan pondasi (bila diperlukan)
- c. Biaya demontase (pembongkaran)
- d. Biaya angkutan kembali ke tempat asal atau ke tempat yang diinginkan (demobilisasi)

2. Pengelompokan Biaya Alat

Pengelompokan biaya alat dibagi menjadi dua, sebagai berikut :

- a. Biaya untuk keperluan *cost estimate*, terdiri dari :

- 1) Biaya langsung, terdiri dari *ownership cost*, *operating cost*, *repair cost*.
- 2) Biaya tidak langsung, terdiri dari *overhead* dan biaya lain-lain.

Biaya langsung merupakan biaya yang ditetapkan oleh para estimator, sedangkan biaya tidak langsung merupakan biaya yang bertujuan untuk menampung biaya-biaya lain diluar alat dan cadangan laba yang diinginkan.

- b. Biaya untuk keperluan *cost budget* biaya alat dikelompokkan menjadi

- 1) Biaya tak tetap (*variable cost*), yaitu biaya yang harus dikendalikan, terdiri dari : biaya operasi, biaya *repair*
- 2) Biaya tetap (*fix cost*), yaitu biaya yang harus dicadangkan, terdiri dari : biaya kepemilikan dan biaya *overhead* .

3. Harga Satuan Pekerjaan atau Sewa alat

Harga satuan pekerjaan terdiri dari biaya material, tenaga dan alat.

- a. Biaya langsung per jam, terdiri dari :

- 1) Biaya depresiasi

$$\text{Depresiasi} = \frac{D}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.7)$$

Keterangan :

D = Depresiasi untuk satu tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

2) Biaya bunga modal

$$\text{Bunga modal} = \frac{i \times N}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.8)$$

Keterangan :

i = Ketetapan bunga satu tahun (%)

N = Nilai buku alat pada awal tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

3) Biaya manajemen

$$\text{Biaya manajemen} = \frac{m \times A}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.9)$$

Keterangan :

m = Faktor dalam %, biasanya diambil 5%

A = Harga beli alat (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

4) Biaya bahan bakar

$$\text{Bahan Bakar} = F \times 0,3 \text{ (premium)} \times h \times \text{PK Rp/Jam} \quad (3.10)$$

$$= F \times 0,2 \text{ (solar)} \times h \times \text{PK Rp/Jam} \quad (3.11)$$

Keterangan :

h = Harga bahan bakar per liter (Rupiah)

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan

F = Faktor efisiensi (60% - 80%)

5) Biaya minyak pelumas

$$\text{Minyak peluma} = \left[\frac{F \times PK}{195.5} + \frac{C}{t} \right] \text{ Rp/jam} \quad (3.12)$$

Keterangan :

F = Faktor efisiensi

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan

C = Isi carter mesin *gear box* dan lain-lain (liter)

t = Waktu antara pergantian minyak pelumas (jam)

h = Harga minyak pelumas per liter (rupiah)

Tabel 3.12 Nilai F diperoleh dari praktek

Jenis Alat	Kondisi Lapangan		
	Ringan	Sedang	Berat
Peralatan roda ban	0.25	0.30	0.40
Peralatan roda track	0.50	0.63	0.75

Sumber : Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi (2007)

6) Biaya minya *hydraulic*

$$\text{Minyak peluma} = \left[1.2 + \frac{C}{t} \right] h \text{ Rp/jam} \quad (3.13)$$

Keterangan :

C = kapasitas isi minyak *hydraulic* (liter)

t = Waktu antara pergantian minyak *hydraulic* (jam)

h = Harga minyak *hydraulic* per liter (rupiah)

7) Biaya Gemuk (*Grease*)

$$\text{Grease} = g \times h \text{ Rp/Jam} \quad (3.14)$$

Keterangan :

g = Kebutuhan *grease* (Kg/Jam)

h = Harga *grease* per Kg (rupiah)

Nilai “g” diperoleh dari Tabel 3.10.

Tabel 3.13 Nilai g

	Kondisi Lapangan
--	------------------

Jenis Alat		Ringan	Sedang	Berat
<i>Tractor</i>	100 PK	0.20	0.30	0.50
	75 – 100 PK	0.15	0.25	0.45
	60 – 75 PK	0.10	0.20	0.40
	25 – 60 PK	0.05	0.15	0.25
<i>Wheel</i>	100 – 150 PK	0.05	0.15	0.25

Sumber : Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi (2007)

8) Biaya operator per jam

Biaya operator sangat bergantung pada jumlah tenaga yang dikerjakan pada satu alat dan bergantung pada gaji dari perusahaan yang diikutinya. (per jam, per hari, atau per satuan pekerjaan)

9) Biaya perbaikan atau pemeliharaan

Biaya perbaikan dan pemeliharaan sulit untuk ditetapkan, maka memiliki pedoma, sebagai berikut :

- a. Total biaya perbaikan untuk alat yang bekerja berat = 90 % harga alat.
- b. Total biaya perbaikan untuk alat yang bekerja ringan = 60 % harga alat.

b. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung ditetapkan secara persentase terhadap biaya langsung. Besarnya dipengaruhi oleh manajemen yang bersangkutan.

3.8.2. Pendapatan Alat

Menurut Asiyanto (2007), pendapatan alat dapat diperoleh melalui beberapa jasa yang ditawarkan, sebagai berikut :

1. Jasa sewa alat

Jasa sewa alat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jasa sewa alat} = \text{tarif sewa alat per jam} \times \text{jumlah jam} \quad (3.15)$$

Keterangan :

Tarif sewa alat per jam (rupiah)

Jumlah jam penggunaan (jam)

2. Jasa pelaksanaan pekerjaan

Jasa pelaksanaan pekerjaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jasa pelaksanaan pekerjaan} = \text{produksi alat} \times \text{unit price} \quad (3.16)$$

Keterangan :

Hasil produksi alat (m^3)

Unit *price* (Rupiah per m^3)

3. Kombinasi jasa sewa dan pelaksanaan

Kombinasi jasa sewa dan pelaksanaan perlu strategi cara masing-masing. Perencanaan pengendaliannya dilakukan masing-masing secara terpisah, untuk dapat mengetahui jasa yang lebih menguntungkan.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 TINJAUAN UMUM

Metode penelitian dikerjakan secara bertahap, dimulai dari mempelajari tinjauan pustaka untuk mendapatkan gambaran dari peneliti terdahulu, mengetahui informasi dan juga data yang diperlukan. Tahap selanjutnya setelah mendapatkan gambaran dan ide dari peneliti terdahulu adalah mengumpulkan data – data proyek yang diperlukan untuk penelitian saat ini. Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan maka tahap selanjutnya adalah pengolahan data dengan data yang sudah diperoleh dari proyek. Tahap selanjutnya adalah mendapatkan hasil dari pengolahan data dan juga hasil dari analisa data yang kemudian peneliti dapat menyimpulkan dari hasil penelitian tersebut.

4.2 METODE PENELITIAN

4.2.1. Data Penelitian

1. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dalam penelitian adalah menentukan kombinasi alat berat untuk pekerjaan galian biasa dan galian tanah berbutir, dimana kombinasi ini adalah hasil kombinasi alat berat yang dapat digunakan untuk proyek untuk mendapatkan hasil yang cepat dengan biaya yang efisien. Objek dalam penelitian ini adalah Proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul.

2. Data Primer

Data primer untuk penelitian didapat dengan melakukan wawancara langsung atau pengambilan data yang diperoleh dari proyek. Data yang diperlukan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Jenis alat berat yang digunakan dalam proyek. Mengamati apa saja yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan galian.
- b. Jam kerja alat. Mewawancarai operator untuk mengetahui jam kerja alat berat.

- c. Biaya sewa alat berat. Mencari data pada penyewaan alat berat yang digunakan.

3. Data Sekunder

Data Sekunder dalam penelitian merupakan data yang diperoleh dari pihak instansi atau penyedia jasa (kontraktor). Data sekunder yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Data proyek yang diambil dari dokumen kontrak
- b. Spesifikasi alat berat. Mencari data ketika sudah mengetahui jenis alat berat yang digunakan.

4.2.2. Tahapan Memperoleh Konsep Penelitian

Tahapan – tahapan untuk memperoleh konsep penelitian sebagai berikut :

1. Melakukan tinjauan pustaka yang didapat dari berbagai jurnal yang memiliki topik yang sama.
2. Melakukan pemahaman terhadap buku-buku literature.
3. Merangkum memahami dari tinjauan pustaka dan teori dari literature yang berhubungan antara manajemen konstruksi, manajemen alat berat, dan hal-hal lain yang saling terkait.
4. Mengumpulkan data dari penjelasan yang didapat langsung dari kontraktor pelaksana proyek.
5. Melakukan penyusunan konsep pemilihan alat berat pada pekerjaan galian tanah biasa dan galian tanah berbutir.

4.2.3. Tahapan Pengolahan Data

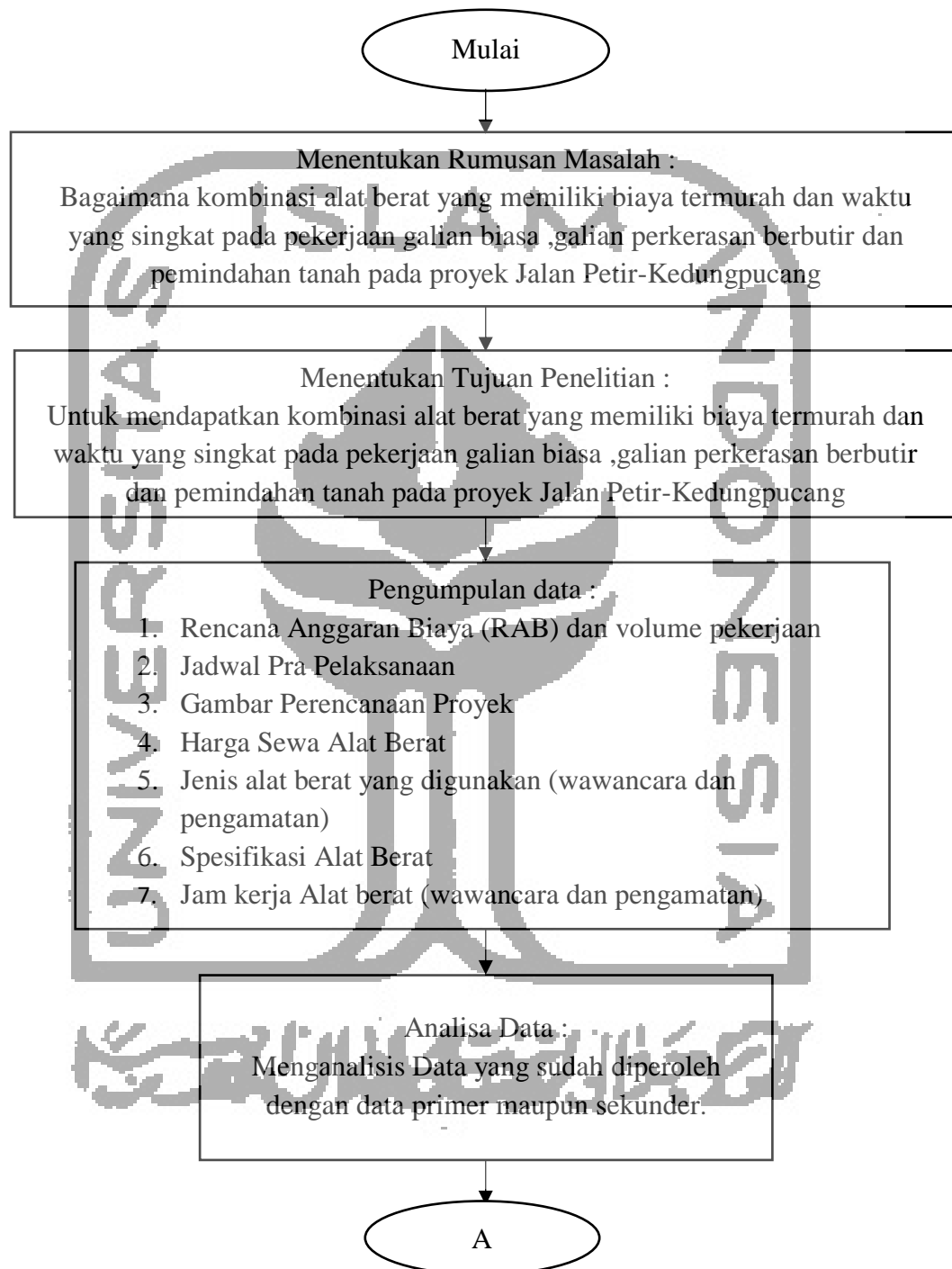
Tahapan-tahapan untuk mendapatkan kombinasi yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya sebagai berikut :

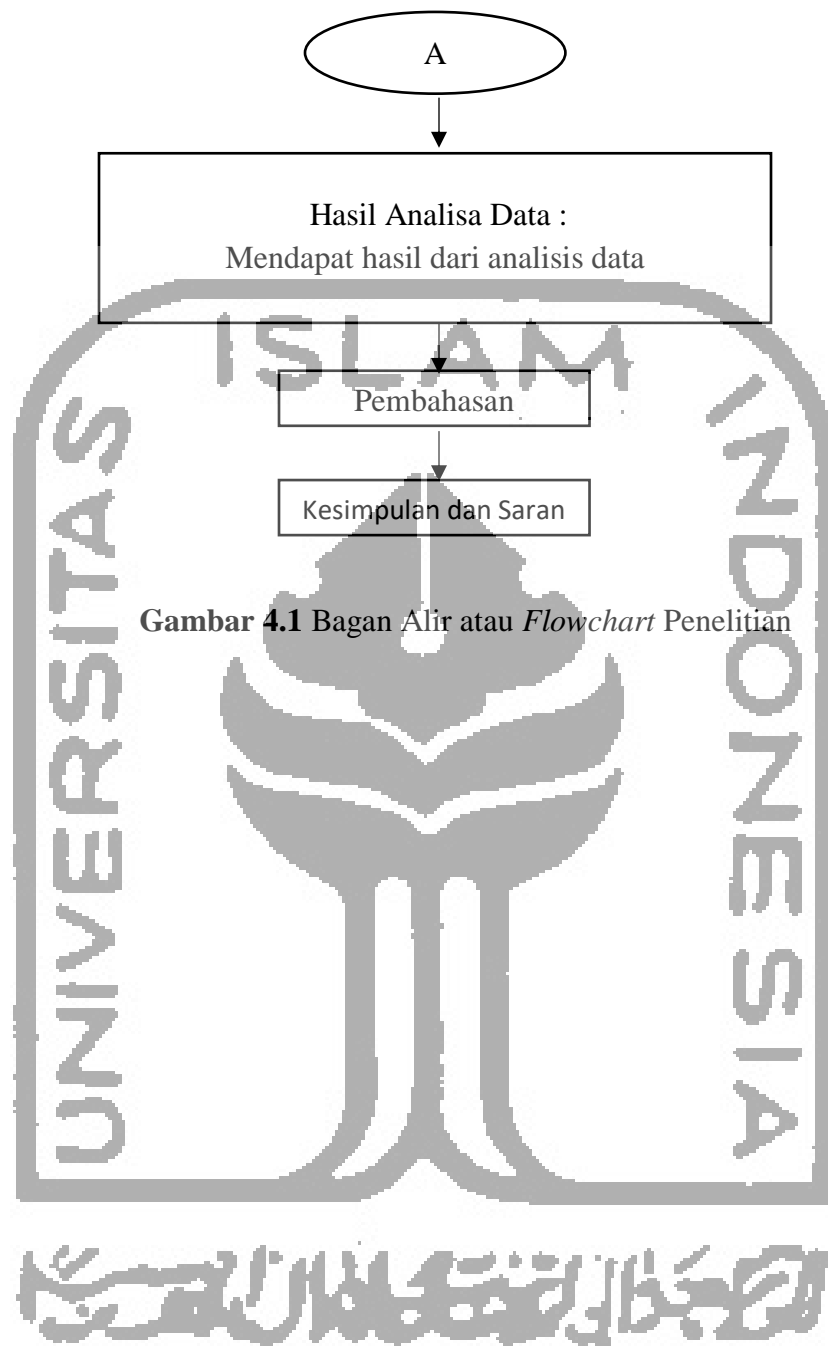
1. Menghitung volume galian dari peta kontur tanah asli terhadap elevasi tanah. Atau jika sudah mendapatkan volume galian dari proyek maka tidak perlu menghitung lagi. Menghitung volume menggunakan rumus 3.1.
2. Menghitung produktivitas *Excavator* menggunakan rumus 3.3.

- a. Menentukan kapasitas *bucket excavator* terlebih dahulu (diambil dari data).
 - b. Menentukan faktor *bucket excavator* diperoleh dari Tabel 3.5.
 - c. Menentukan factor efisiensi alat diperoleh dari Tabel 3.8.
 - d. Menentukan waktu gali dan memuat (diambil dari pengamatan lapangan).
 - e. Menambahkan waktu pembersihan tanah dan lain-lain (diambil dari pengamatan lapangan).
3. Menghitung produktivitas *Dump truck* menggunakan rumus 3.5.
 - a. Menentukan jarak proyek dengan tempat pembongkaran (diambil dari pengamatan lapangan).
 - b. Menentukan kapasitas *Dump Truck* terlebih dahulu (diambil dari data).
 - c. Menentukan factor efisiensi alat diperoleh dari Tabel 3.8.
 - d. Menentukan waktu tempuh ketika *Dump Truck* terisi penuh.
 - e. Menentukan waktu ketika *Dump Truck* sedang kosong.
 - f. Menentukan waktu muatan dengan produktivitas *excavator*.
 - g. Menentukan waktu siklus dengan menambahkan waktu tempuh ketika *Dump Truck* terisi penuh, waktu ketika *Dump Truck* sedang kosong, dan waktu muatan dengan produktivitas *excavator*.
 4. Menghitung biaya sewa masing-masing alat berat. Dapat menggunakan rumus 3.15 dan rumus 3.16.
 - a. Menentukan jumlah jam atau jumlah alat berat yang digunakan dilapangan.
 - b. Menentukan dengan mengalikan dengan biaya sewa alat per jam atau per hari.
 5. Menentukan beberapa alternatif pada pekerjaan galian tanah biasa dan galian tanah berbutir dan pemindahan fanah.
 6. Menghitung total waktu untuk tiap alternatif.
 7. Menghitung total biaya untuk setiap alternatif.
 8. Membandingkan tiap kombinasi untuk mendapatkan kombinasi dengan waktu yang tersingkat dengan biaya terendah.
 9. Mendapatkan kombinasi dengan waktu dan biaya yang efektif.

4.3 BAGAN ALIR ATAU FLOW CHART PENELITIAN

Flow chart penelitian sebagai berikut :





Gambar 4.1 Bagan Alir atau *Flowchart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

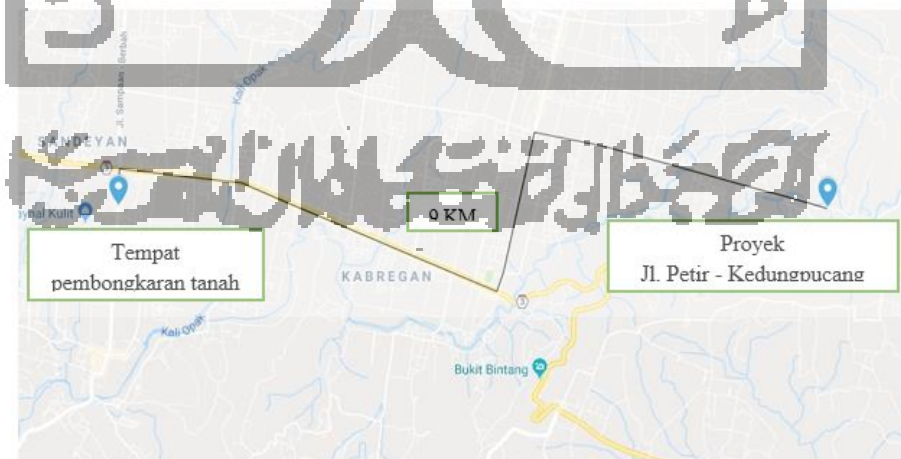
Studi kasus penelitian adalah proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul. Data proyek yang diperoleh pada Lampiran 7 sebagai berikut :

Lokasi proyek : Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan,
Kabupaten Bantul.

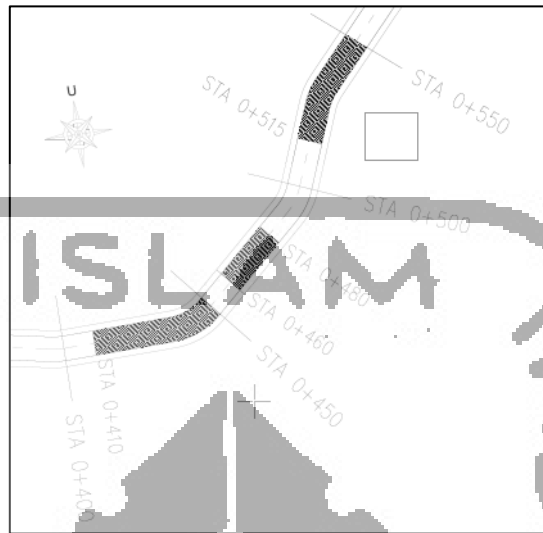
Volume galian biasa : 325.53 m³

Volume galian berbutir : 290.30 m³

Pengambilan data volume galian biasa dan galian berbutir didapat dari hasil pengamatan dilapangan proyek. Sesuai dengan hasil wawancara pada Lampiran 12 volume galian biasa memiliki 70% tanah berbatu dari volume galian biasa sedangkan untuk 30 % merupakan tanah biasa. Data tersebut didapat dari izin pihak yang bersangkutan (penyedia jasa atau kontraktor) pada Jalan Petir – Kedungpucang. Pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek Jalan Petir – Kedungpucang menggunakan alat berat. Alat berat yang digunakan adalah *excavator* dan *dump truck*.

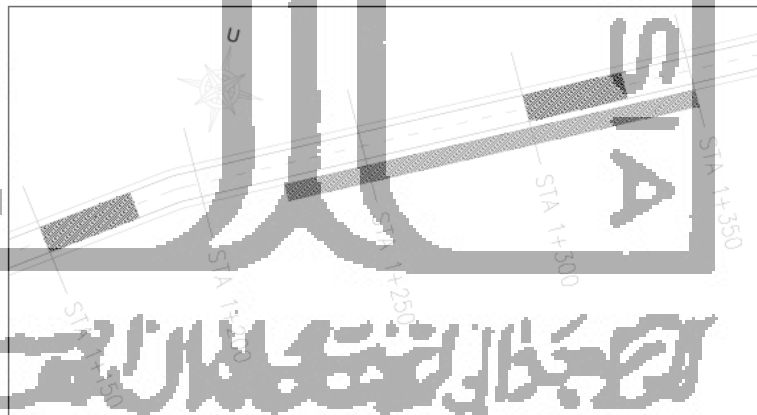


Gambar 5.1 Denah Lokasi proyek dengan tempat pembongkaran tanah



Gambar 5.3 Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Berbutir 1

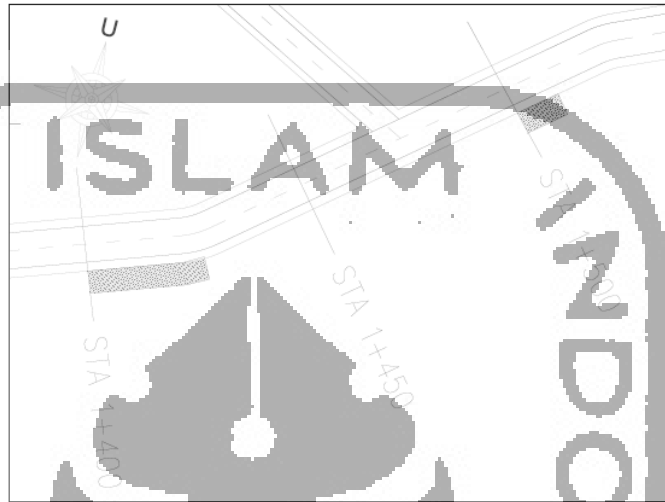
Pada Gambar 5.3 menjelaskan lokasi pekerjaan galian tanah berbutir dimulai dari stasiun 0+410 sampai dengan 0+450, stasiun 0+460 sampai dengan 0+480, dan stasiun 0+515 sampai dengan 0+550. Pekerjaan galian tanah berbutir tersebut dikerjakan setelah pekerjaan galian biasa selesai.



Gambar 5.4 Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Berbutir dan Galian Biasa 2

Pada Gambar 5.4 menjelaskan lokasi pekerjaan galian tanah berbutir dan galian biasa dimulai dari pekerjaan galian tanah berbutir stasiun 1+150 sampai dengan 1+180, stasiun 1+300 sampai dengan 1+330. Pekerjaan galian biasa dimulai dari stasiun 1+225

sampai dengan 1+350. Pekerjaan galian tanah berbutir tersebut dikerjakan setelah pekerjaan galian biasa selesai.



Gambar 5.5 Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Biasa 3

Pada Gambar 5.5 menjelaskan lokasi pekerjaan galian biasa dimulai dari stasiun 1+400 sampai dengan 1+425, stasiun 1+500 sampai dengan 1+510. Pekerjaan galian biasa akan dikerjakan terlebih dahulu.

Pada data proyek, jumlah alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah adalah 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, dan 3 unit *dump truck*. *Excavator* SK200 menggunakan 2 unit *dump truck* sedangkan *Excavator* SK50 menggunakan 1 unit *dump truck*. Total jam kerja 7 jam per harinya.

5.2 Analisis Data

5.2.1 Alat Berat yang digunakan

Alat berat yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 10. Alat berat yang akan digunakan pada penelitian sebagai perhitungan kombinasi pada proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, sebagai berikut :

1. Jenis alat berat : *Excavator*
Merk/Type : Kobelco SK200
Kapasitas *bucket* : 0.93 m³

- Tahun pembuatan : 2012
 Kondisi : Baik
 Fungsi : Penggali dan pemuat tanah
2. Jenis alat berat : *Excavator*
 Merk/Type : Kobelco SK50
 Kapasitas *bucket* : 0.93 m³
 Tahun pembuatan : 2016
 Kondisi : Baik
 Fungsi : Penggali dan pemuat tanah
3. Jenis alat berat : *Dump Truck*
 Merk/Type : Mitsubishi
 Kapasitas *bucket* : 3.5 – 4 m³
 Tahun pembuatan : 2012, 2012, 2013
 Kondisi : Baik
 Fungsi : Pemuat tanah dari *excavator*

Alat berat memiliki efisiensi kerja sesuai dengan kondisi alat. Dengan data Lampiran 10, semua alat yang digunakan dalam kondisi baik maka sesuai Tabel 3.11 didapat efisiensi kerja sebagai berikut :

1. *Excavator* SK200 = 0.81
2. *Excavator* SK50 = 0.81
3. *Dump Truck* = 0.81

5.2.2 Produktivitas Alat Berat *Excavator* SK 200

Excavator digunakan untuk menggali dan memuat tanah pada galian tanah berbutir kedalam *dump truck* . Data yang diperoleh dari *excavator* ,sebagai berikut :

- Tipe : *Excavator* Kobelco SK200
 Kapasitas *bucket* (KB) : 0.93 m³ (data dilihat dari lampiran 11)
 Efisiensi kerja (fk) : 0.81 (data dilihat pada Tabel 3.11)
 Faktor *bucket* (bf) : 0.9 (dilihat pada Tabel 3.7)

Waktu gali dan memuat (t1) : 20 detik dalam satu *bucket*
(data dilihat dari Lampiran 11)

Waktu untuk merapikan galian (t2) : 10 detik (data dilihat dari Lampiran 11)

Produktivitas alat berat *excavator* untuk menggali dan memuat ke dalam *dump truck*.

a. Waktu siklus (*Cycle Time*)

Waktu siklus dalam satu *bucket* menggunakan rumus 3.4 dengan Lampiran 11 yang didapat dari lapangan.

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus (CT)} &= \text{waktu gali dan memuat} + \text{waktu merapikan galian} \\ &= 20 + 10 \\ &= 30 \text{ detik}\end{aligned}$$

b. Produksi *excavator* per jam

Produksi *excavator* per jam (m^3/Jam) menggunakan rumus 3.3 dengan Lampiran 11 yang didapat dari lapangan.

$$\begin{aligned}\text{KP} &= \frac{\text{KB} \times \text{bf} \times 3600 \times \text{FK}}{\text{CT}} \\ &= \frac{0.93 \times 0.9 \times 3600 \times 0.81}{30} \\ &= 81.356 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

5.2.3 Produktivitas Alat Berat *Excavator* SK 50

Excavator SK 50 digunakan untuk menggali dan memuat tanah pada galian tanah biasa (galian untuk talud) kedalam *dump truck*. Data yang diperoleh dari *excavator*, sebagai berikut :

Tipe : *Excavator* Kobelco SK50
Kapasitas *bucket* (KB) : 0.14 m^3 (data dilihat dari lampiran.11)
Efisiensi kerja (fk) : 0.81 (data dilihat pada Tabel 3.11)

- Faktor *bucket* (bf) : 0.9 (dilihat pada tabel 3.7)
 Waktu gali dan memuat (t1) : 18 detik dalam satu *bucket*
 (data dilihat dari Lampiran 11)
 Waktu untuk merapikan galian (t2) : 10 detik
 (data dilihat dari Lampiran 11)

Produktivitas alat berat *excavator* untuk menggali dan memuat ke dalam *dump truck*.

- a. Waktu siklus (*Cycle Time*)

Waktu siklus menggunakan rumus 3.4 dengan Lampiran 11 yang didapat dari lapangan.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{waktu gali dan memuat} + \text{waktu merapikan galian} \\ &= 18 + 10 \\ &= 28 \text{ detik} \end{aligned}$$

- b. Produksi *excavator* per jam

Produksi *excavator* per jam (m^3/Jam) menggunakan rumus 3.3 dengan Lampiran 11 yang didapat dari lapangan.

$$\begin{aligned} \text{KP} &= \frac{\text{KB} \times \text{bf} \times 3600 \times \text{FK}}{\text{CT}} \\ &= \frac{0.14 \times 0.9 \times 3600 \times 0.81}{28} \end{aligned}$$

$$= 13,122 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5.2.4 Produktivitas *Dump Truck*

Dump truck digunakan untuk memuat dan memindahkan tanah pada galian tanah biasa dan galian tanah berbutir. Pengamatan langsung dilakukan pada pengamatan waktu angkut bermuatan dan waktu angkut kosong. Data yang diperoleh dari *dump truck*, sebagai berikut :

Tipe	: Mitsubishi
Kapasitas bak <i>dump truck</i> (V)	: 3.5 m ³ (data dilihat pada Lampiran.11)
Efisiensi kerja (Et)	: 0.81 (data dilihat pada Tabel 3.8)
Faktor <i>bucket excavator</i> (bf)	: 0.9 (dilihat pada tabel 3.5)
Jarak tempat pembongkaran (L)	: 9 Km (data dilihat pada Lampiran.11)
Kecepatan <i>dump truck</i> kosong (v1)	: 50 Km/jam (data dilihat pada Lampiran.11).
Waktu angkut <i>dump truck</i> kosong (t1)	: 14.4 menit (data dilihat pada Lampiran.11)
Kecepatan <i>dump truck</i> bermuatan (v2)	: 40 Km/jam (data dilihat pada Lampiran.11).
Waktu angkut <i>dump truck</i> bermuatan (t2)	: 23.8 menit (data dilihat pada Lampiran.11).
Waktu muatan (<i>excavator</i> SK50) (ts1)	: 8.5 menit, tanah biasa pada galian talud (data dilihat pada Lampiran.11).
Waktu muatan (<i>excavator</i> SK50) (ts2)	: 16.6 menit, tanah berbatu pada galian talud (data dilihat pada Lampiran.11).
1. Produktivitas <i>dump truck</i> pada galian tanah berbutir	
Produktivitas <i>dump truck</i> untuk memuat dan memindahkan tanah ke tempat pembuangan akhir pada pekerjaan galian tanah berbutir. Alat penggali dan pemuat dilakukan alat berat <i>excavator</i> SK200. Volume pekerjaan didapat pada data yang sudah diambil. Adapun data	
Volume galian berbutir	: 290.30 m ³ (data dilihat pada Lampiran.7)
Waktu muatan (<i>excavator</i> SK200) (ts)	: 1.5 menit, tanah biasa pada galian berbutir (data dilihat pada Lampiran.11)

- a. Waktu siklus (*Cycle Time*) menggunakan rumus 3.4. Dengan waktu yang disesuaikan dengan data pada Lampiran 11. Waktu memuat *dump truck* (t_s) adalah waktu yang diperlukan untuk *dump truck* terisi penuh oleh galian sesuai dengan data pada Lampiran 11.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{Waktu angkut } \textit{dump truck} \text{ kosong (t1)} + \text{Waktu angkut} \\ &\quad \textit{dump truck} \text{ bermuatan (t2)} + \text{Waktu muatan (ts)} \\ &= 14.4 + 23.8 + 1.5 \\ &= 39.7 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Produktivitas *dump truck*

Produktivitas *dump truck* menggunakan rumus 3.5 dengan data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 11.

$$\begin{aligned} Q &= V \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi DT} \\ &= 3.5 \times \frac{60}{39.7} \times 0.81 \\ &= 4.28 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Produktivitas *dump truck* pada galian tanah biasa (galian pada talud)

Produktivitas *dump truck* untuk memuat dan memindahkan tanah ke tempat pembuangan akhir pada pekerjaan galian tanah biasa (pekerjaan pada galian talud). Alat penggali dan pemuat dilakukan alat berat *excavator SK50*. Volume pekerjaan didapat pada data yang sudah diambil. Adapun data

Volume galian tanah biasa : 30% dari volume galian biasa
: 97.659 m³ (data pada Lampiran 12)

Waktu muatan penuh (*excavator SK50*) (t_{s1}): 8.5 menit, tanah biasa

(data pada Lampiran 11)

- a. Waktu siklus (*Cycle Time*) menggunakan rumus 3.4. Dengan waktu yang disesuaikan dengan data pada Lampiran 11. Waktu memuat *dump truck* (t_s)

adalah waktu yang diperlukan untuk *dump truck* terisi penuh oleh galian sesuai dengan data pada Lampiran 11.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{Waktu angkut } \textit{dump truck} \text{ kosong (t1)} + \text{Waktu angkut} \\ &\quad \textit{dump truck} \text{ bermuatan (t2)} + \text{Waktu muatan (ts1)} \\ &= 14.4 + 23.8 + 8.5 \\ &= 46.7 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Produktivitas *dump truck*

Produktivitas *dump truck* menggunakan rumus 3.5 dengan data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 11.

$$\begin{aligned} Q &= V \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi DT} \\ &= 3.5 \times \frac{60}{46.7} \times 0.81 \\ &= 3.64 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

3. Produktivitas *dump truck* pada galian tanah berbatu (galian pada talud)

Produktivitas *dump truck* untuk memuat dan memindahkan tanah ke tempat pembuangan akhir pada pekerjaan galian tanah biasa (pekerjaan pada galian talud). Alat penggali dan pemuat dilakukan alat berat *excavator* SK50. Volume pekerjaan didapat pada data yang sudah diambil. Adapun data

Volume galian tanah berbatu : 70% dari volume galian biasa
: 227.871 m³ (data pada Lampiran 12)

Waktu muatan penuh (*excavator* SK50) (ts1): 16.6 menit tanah berbatu.
(data pada Lampiran 11)

a. Waktu siklus (*Cycle Time*) menggunakan rumus 3.4. Dengan waktu yang disesuaikan dengan data pada Lampiran 11. Waktu memuat *dump truck* (ts) adalah waktu yang diperlukan untuk *dump truck* terisi penuh oleh galian sesuai dengan data pada Lampiran 11.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{Waktu angkut } \textit{dump truck} \text{ kosong (t1)} + \text{Waktu angkut} \\ &\quad \textit{dump truck} \text{ bermuatan (t2)} + \text{Waktu muatan (ts1)} \end{aligned}$$

$$= 14.4 + 23.8 + 16.6$$

$$= 54.8 \text{ menit}$$

b. Produktivitas *dump truck*

Produktivitas *dump truck* menggunakan rumus 3.5 dengan data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 11.

$$Q = V \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi DT}$$

$$= 3.5 \times \frac{60}{54.8} \times 0.81$$

$$= 3.10 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Produktivitas rata-rata *dump truck*

Produktivitas rata – rata *dump truck* digunakan untuk menyamakan produktivitas pada *dump truck* pada galian tanah biasa (talud) dan *dump truck* pada galian tanah berbatu (talud) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata – rata prod. DT} = \frac{\text{Prod DT tanah biasa} + \text{Prod DT tanah bebatu}}{2}$$

$$= \frac{3.64 + 3.10}{2}$$

$$= 3.37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5.2.5 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Peneliti mengambil data dari penyewa alat berat dan didapat daftar harga sewa alat per jam untuk *excavator*, sedangkan *dump truck* dengan harga sewa per hari dilihat pada Lampiran 10. Kebutuhan yang lain seperti bahan bakar berupa solar ditanggung oleh penyewa alat berat, untuk kebutuhan operator akan disediakan oleh perusahaan penyewaan. Dan untuk harga solar atau dexlite diambil harga bahan bakar solar tahun 2019.

1. *Excavator* SK 200

Merek

: Kobelco

Tipe : SK200
 Harga solar : 9.800,00
 (mengikuti harga terbaru Pertamina)
 Harga sewa alat : 385.000,00/ jam (pada Lampiran 10)
 Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam : 120 Liter (dilihat pada Lampiran 12)

- a. Bahan bakar /jam = Total bahan bakar per hari / 7 jam
 = $120/7 = 17.14$ Liter/jam
 b. Bahan bakar (solar) : $17.14 \text{ liter/jam} \times 9.800,00 = 168.000,00 / \text{jam}$
 c. Operator : $160.000,00/\text{hari}/7 \text{ jam} = 22.857,14/\text{jam}$
 d. Harga sewa : $385.000,00 + 168.000,00 + 22.857,14$
 = $575.857,14 / \text{jam}$

2. *Excavator SK 50*

Merek : Kobelco
 Tipe : SK50
 Harga solar : 9.800,00
 (mengikuti harga terbaru Pertamina)
 Harga sewa alat : 200.000,00/ jam
 Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam : 45 Liter
 (dilihat pada Lampiran 12)

Bahan bakar /jam = Total bahan bakar per hari / 7 jam
 = $45/7 = 6.43$ Liter/jam

- a. Bahan bakar (solar) : $6.43 \text{ liter/jam} \times 9.800,00 = 63.000,00 / \text{jam}$
 b. Operator : $200.000,00/\text{hari}/7 \text{ jam} = 21.428,57/\text{jam}$
 c. Harga sewa : $200.000,00 + 63.000,00 + 21.428,57$
 = $284.428,57 / \text{jam}$

3. *Dump Truck*

Merek : Mitsubhisi

Tipe : 125 PS
 Harga solar : 9.800,00
 Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam : 40 Liter (dilihat pada Lampiran 13)
 Bahan bakar /jam = Total bahan bakar per hari / 7 jam
 = $40/7 = 5.71$ Liter/jam

- a. Harga sewa alat : 650.000,00/hari/7 jam = 92.857,14 /jam
 b. Bahan bakar (solar) : 5,71 liter/jam x 9.800,00 = 56.000,00 / jam
 c. Operator : 100.000,00/hari/7 jam = 14.285,71/jam
 d. Harga sewa : 92.857,14 + 56.000,00 + 14.285,71
 = 163.142,85 /jam

5.2.6 Perhitungan Analisis Kombinasi Alat Berat

Berikut ini beberapa perhitungan kombinasi alternative yang akan dianalisis berdasarkan perhitungan produktivitas alat dan biaya sewa.

1. Kondisi asli di lokasi proyek

Pelaksanaan pekerjaan pemindahan tanah, jumlah alat berat yang digunakan pada kondisi asli dilapangan, sebagai berikut :

- a. *Excavator SK200*
 Jumlah alat berat : 1 unit
 Biaya sewa alat : 575.857,14 /jam (data pada Lampiran 10)
 Total waktu kerja :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume galian berbutir}}{\text{produktivitas alat SK200}} \\ &= \frac{290.30 \text{ m}^3}{81.36 \text{ m}^3/\text{jam}} \end{aligned}$$

$$= 3,57 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{3.57 \text{ jam}}{1} \end{aligned}$$

$$= 3.57 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 554.857,14 \times 3.57 \times 1 \\ &= \text{Rp } 2.054.802,43 \end{aligned}$$

b. *Excavator* SK50 (galian tanah berbatu dan galian biasa)

$$\text{Jumlah alat berat} : 1 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya sewa alat} : 284.428,57 \text{ /jam (data pada Lampiran 10)}$$

Total waktu kerja

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Volume galian tanah}}{\text{produktivitas alat SK50}}$$

$$= \frac{615.83 \text{ m}^3}{13,12 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 46.93 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$$

$$= \frac{46.93 \text{ jam}}{1}$$

$$= 46.93 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 284.428,57 \times 46.93 \times 1$$

$$= \text{Rp } 13.348.548,02$$

c. *Dump Truck* (Galian Tanah Berbutir dengan *Excavator* SK200)

Jumlah alat berat : 2 unit
 Biaya sewa alat : 163.142,86/jam (data pada Lampiran 10)
 Total waktu kerja :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{290.30 \text{ m}^3}{4.28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2} \\ &= 33.88 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{33.88 \text{ jam}}{2} \\ &= 16.94 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 163.142,86 \times 16.94 \times 2 \\ &= \text{Rp } 5.526.768,80 \end{aligned}$$

d. *Dump Truck* (Galian Tanah Biasa dan Tanah Berbatu dengan *Excavator* SK50)

Jumlah alat berat : 1 unit
 Biaya sewa alat : 163.142,86/jam (data pada Lampiran 10)
 Produktivitas rata-rata :

$$\begin{aligned} \text{Prod rata - rata DT} &= \frac{\text{Prod DT Tanah berbatu} + \text{Prod DT Tanah Biasa}}{2} \\ &= \frac{3.64 \text{ m}^3/\text{jam} + 3.10 \text{ m}^3/\text{jam}}{2} \\ &= 3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu kerja} & : \\ \text{Waktu kerja alat} & = \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas dump truck}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & = \frac{615.83 \text{ m}^3}{3.37 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ & = 182.57 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja tiap alat} & : \\ \text{Waktu kerja alat} & = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ & = \frac{182.57 \text{ jam}}{1} \\ & = 182.57 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} & = 163.142,86 \times 182.57 \times 1 \\ & = \text{Rp } 29.784.203,08 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

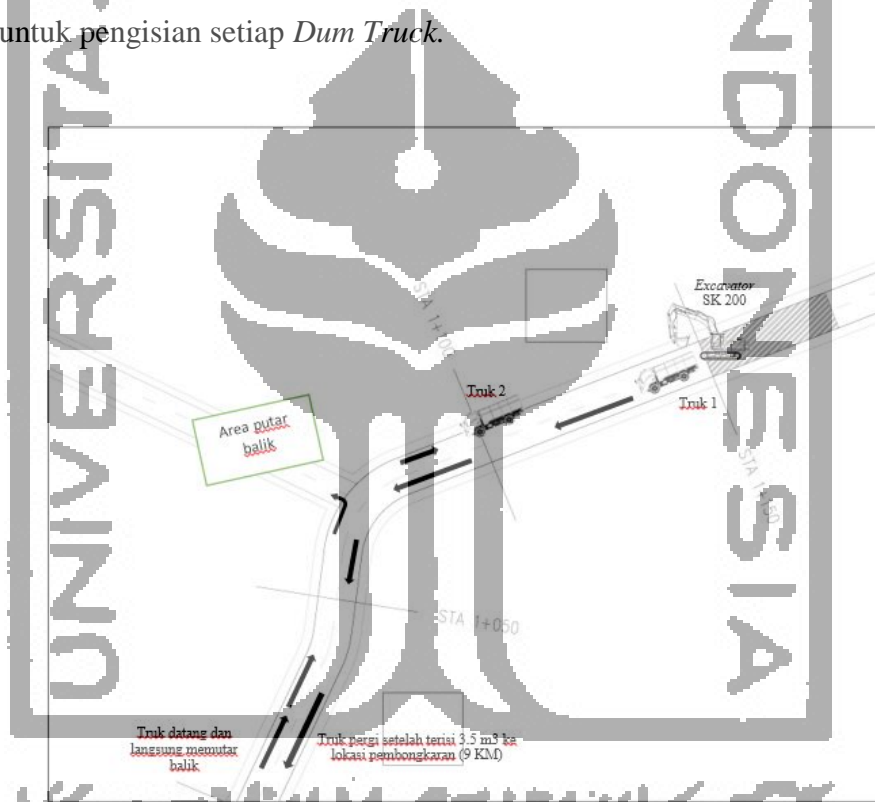
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Analisa dengan kondisi asli di lapangan

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	1	284,428.57	46.93	13,348,548.02
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	2	163,142.86	16.94	5,526,768.80
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	1	163,142.86	182.57	29,784,203.08
Total			250.00	50,714,322.33

Pada hasil yang didapat dengan *Excavator SK200* 1 unit, *Excavator SK50* 1 unit, *Dum Truck* untuk SK200 2 unit, dan *Dum Truck* untuk SK50 1 unit sesuai dengan data diproyek waktu yang diperlukan adalah 250 jam. Data pada proyek, satu unit *Excavator*

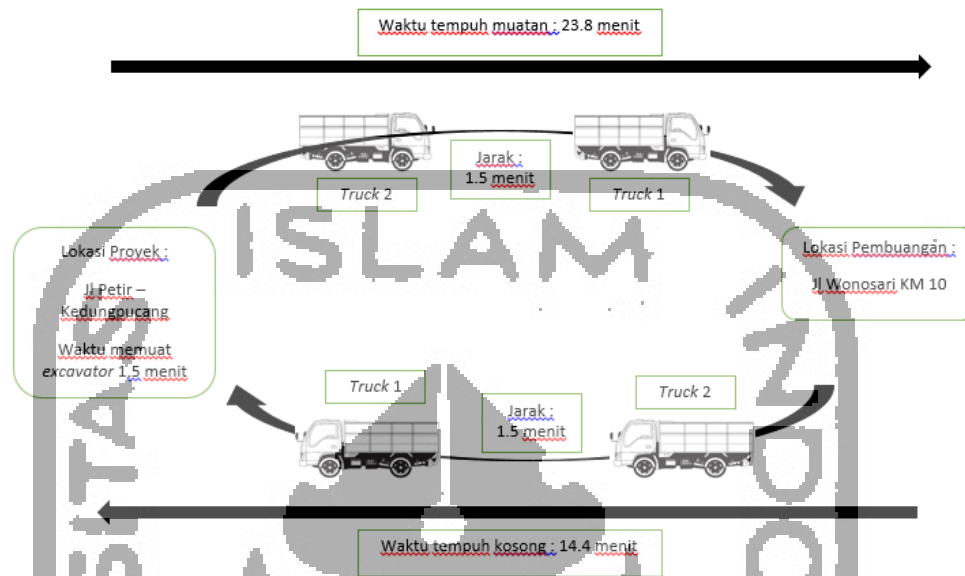
SK200 memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m^3 . *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK200 memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.



Gambar 5.6 Set Layout untuk *Excavator* SK200 dengan 2 unit *dump truck*

Pada Gambar 5.6 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dum Truck* 2 akan menunggu selama 1.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.

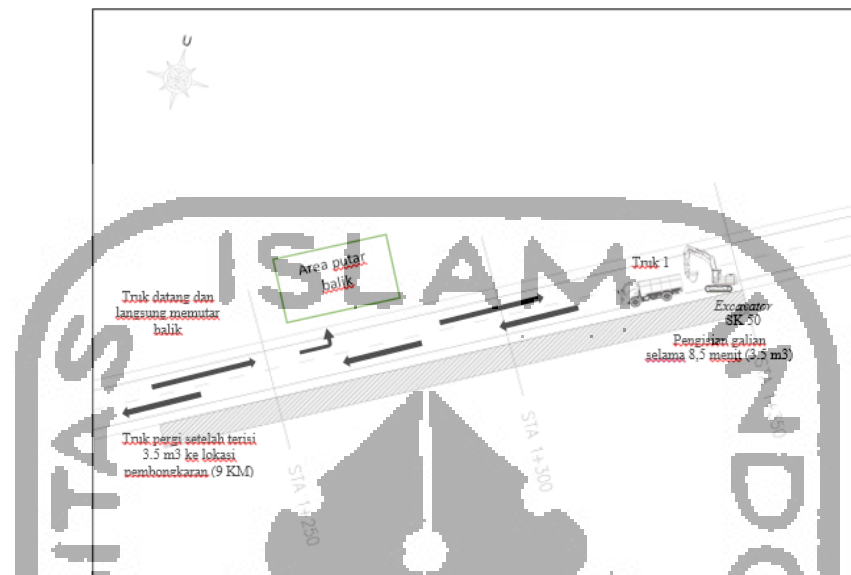


Gambar 5.7 Layout untuk *Excavator* SK200 dengan 2 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.7 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkat, dan kembali untuk 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Waktu menunggu *Excavator* SK200 adalah 39.7 menit. Dengan 2 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 38.2 menit.

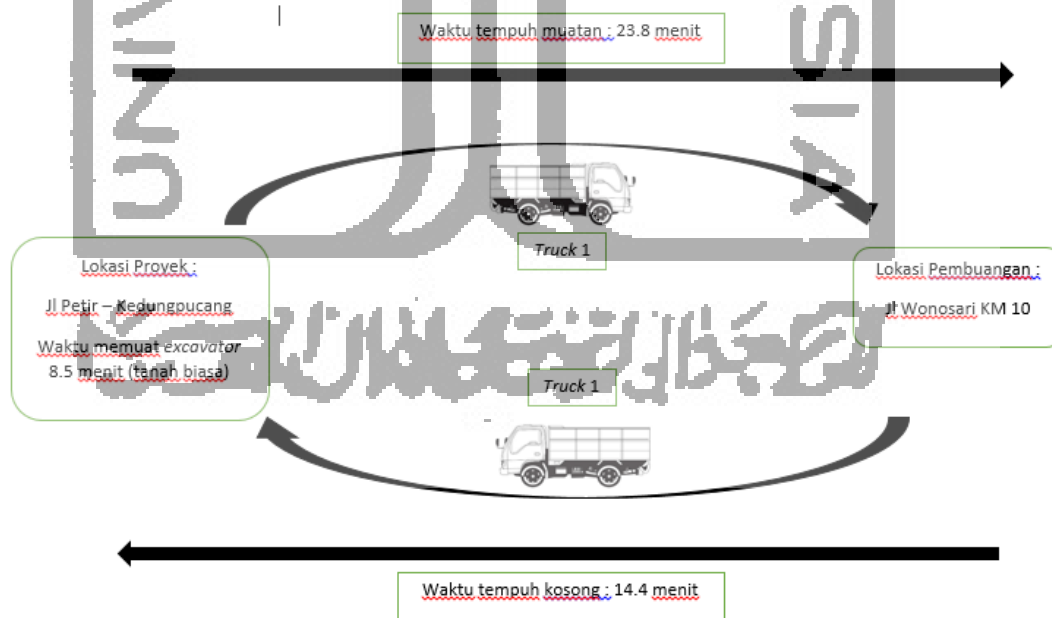
Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK50 memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³ (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 46.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK50 memiliki jarak 8.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck* dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Set Layout untuk *Excavator* SK50 dengan 1 unit *dump truck*

Pada Gambar 5.8 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran.



Gambar 5.9 Layout untuk *Excavator* SK50 dengan 1 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.9 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali untuk 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Waktu menunggu *Excavator SK50* adalah 46.7 menit. Dengan 1 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator SK200* menunggu adalah 46.7 menit.

2. Kombinasi Alternatif 1

a. *Excavator SK200*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat berat} & : 1 \text{ unit} \\
 \text{Biaya sewa alat} & : 575.857,14 \text{ /jam} \\
 \text{Total waktu kerja} & : \\
 \text{Waktu kerja alat} & = \frac{\text{Volume galian berbutir}}{\text{produktivitas alat SK200}} \\
 & = \frac{290.30 \text{ m}^3}{81.36 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 & = 3,57 \text{ jam} \\
 \text{Waktu kerja tiap alat} & : \\
 \text{Waktu kerja alat} & = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\
 & = \frac{3.57 \text{ jam}}{1} \\
 & = 3.57 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya total sewa alat berat} & = 575.857,14 \times 3.57 \times 1 \\
 & = \text{Rp } 2.054.802,43
 \end{aligned}$$

b. *Excavator SK50* (galian tanah berbatu dan galian biasa)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat berat} & : 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume galian tanah} & : 615.83 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Biaya sewa alat : 284.428,57 /jam

Total waktu kerja :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Volume galian tanah}}{\text{produktivitas alat SK50}}$$

$$= \frac{615.83 \text{ m}^3}{13,12 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 46.93 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$$

$$= \frac{46.93 \text{ jam}}{1}$$

$$= 46.93 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 284.428,57 \times 46.93 \times 1$$

$$= \text{Rp } 13.348.548,02$$

c. *Dump Truck* (Galian Tanah Berbutir dengan *Excavator* SK200)

Jumlah alat berat : 3 unit

Volume galian tanah : 290.30 m³

Biaya sewa alat : 163.142,86/jam

Total waktu kerja :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$= \frac{290.30 \text{ m}^3}{4.28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3}$$

$$= 22.58 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{22.58 \text{ jam}}{3} \\ &= 7.53 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 163.142,86 \times 7.53 \times 3 \\ &= \text{Rp } 3.684.512,53 \end{aligned}$$

d. *Dump Truck* (Galian Tanah Biasa dan Tanah Berbatu dengan *Excavator* SK50)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &: 3 \text{ unit} \\ \text{Volume galian tanah} &: 615.83 \text{ m}^3 \\ \text{Biaya sewa alat} &: 163.142,86/\text{jam} \\ \text{Produktivitas rata-rata} &: \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prod rata - rata DT} &= \frac{\text{Prod DT Tanah berbatu} + \text{Prod DT Tanah Biasa}}{2} \\ &= \frac{3.64 \text{ m}^3/\text{jam} + 3.10 \text{ m}^3/\text{jam}}{2} \\ &= 3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Total waktu kerja :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas dump truck}} \\ &= \frac{615.83 \text{ m}^3}{3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3} \\ &= 60.86 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \end{aligned}$$

$$= \frac{60.86 \text{ jam}}{3}$$

$$= 20.29 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 163.142,86 \times 20.29 \times 3$$

$$= \text{Rp } 9.928.067,69$$

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 1

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	1	284,428.57	46.93	13,348,548.02
<i>Dump Truck</i> (untuk SK200)	3	163,142.86	7.53	3,684,512.53
<i>Dump Truck</i> (untuk SK50)	3	163,142.86	20.29	9,928,067.69
Total			78.31	29,015,930.68

Pada hasil yang didapat dengan *Excavator* SK200 1 unit, *Excavator* SK50 1 unit, *Dum Truck* untuk SK200 3 unit, dan *Dum Truck* untuk SK50 3 unit sesuai dengan hasil analisis data waktu yang diperlukan adalah 78.31 jam. Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK200 memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³. *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK200 memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.

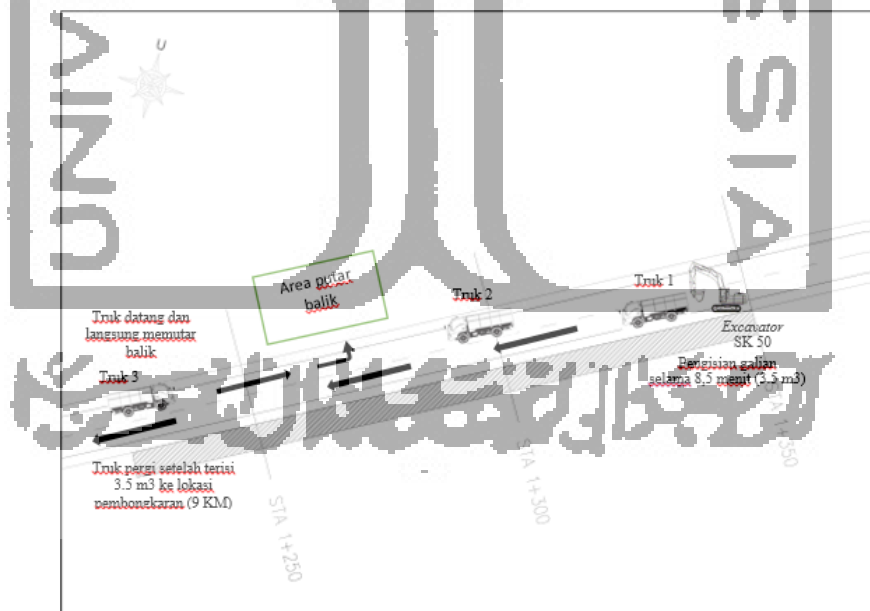


Gambar 5.11 Layout untuk Excavator SK200 dengan 3 unit dump truck

Dari Gambar 5.11 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Waktu *Excavator SK200* menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Dengan 3 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator SK200* menunggu adalah 36.7 menit.

Data pada proyek, satu unit *Excavator SK50* memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m^3 (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator SK50* memiliki jarak 8.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck* dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan Gambar 5.13.



Gambar 5.12 Set Layout untuk *Excavator SK50* dengan 3 unit *dump truck*

Pada Gambar 5.12 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memosisikan untuk memuat. *Dump Truck* 3 akan menunggu 17 menit dan sudah berada di area putar balik.



Gambar 5.13 Layout untuk *Excavator* SK50 dengan 3 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.13 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Waktu *Excavator* SK50 menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Dengan 3 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 29.7 menit.

3. Kombinasi Alternatif 2

a. *Excavator* SK200

Jumlah alat berat : 1 unit

Biaya sewa alat : 575.857,14 /jam

Total waktu kerja :

Waktu kerja alat = $\frac{\text{Volume galian berbutir}}{\text{produktivitas alat SK200}}$

$$= \frac{290.30 \text{ m}^3}{81.36 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 3,57 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$$

$$= \frac{3.57 \text{ jam}}{1}$$

$$= 3.57 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 554.857,14 \times 3.57 \times 1$$

$$= \text{Rp } 2.054.802,43$$

b. *Excavator* SK50 (galian tanah berbatu dan galian biasa)

Jumlah alat berat : 2 unit

Volume galian tanah : 615.83 m³

Biaya sewa alat : 284.428,57 /jam

Total waktu kerja :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Volume galian tanah}}{\text{produktivitas alat SK50}}$$

$$= \frac{615.83 \text{ m}^3}{13,12 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2}$$

$$= 23.47 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$$

$$= \frac{23.47 \text{ jam}}{2}$$

$$= 11.73 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 284.428,57 \times 11.73 \times 2$$

$$= \text{Rp } 6.674.274,01$$

c. *Dump Truck* (Galian Tanah Berbutir dengan *Excavator* SK200)

Jumlah alat berat : 5 unit

Volume galian tanah : 290.30 m³

Biaya sewa alat : 163.142,86/jam

Total waktu kerja :

Waktu kerja alat = $\frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas } \textit{dump truck}}$

$$= \frac{290.30 \text{ m}^3}{4.28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5}$$

$$= 13.55 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

Waktu kerja alat = $\frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$

$$= \frac{13.55 \text{ jam}}{5}$$

$$= 2.71 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 163.142,86 \times 2.71 \times 5$$

$$= \text{Rp } 2.210.707,52$$

d. *Dump Truck* (Galian Tanah Biasa dan Tanah Berbatu dengan *Excavator* SK50)

Jumlah alat berat : 4 unit
 Volume galian tanah : 615.83 m³
 Biaya sewa alat : 163.142,86/jam
 Produktivitas rata-rata :

$$\text{Prod rata - rata DT} = \frac{\text{Prod DT Tanah berbatu} + \text{Prod DT Tanah Biasa}}{2}$$

$$= \frac{3.64 \text{ m}^3/\text{jam} + 3.10 \text{ m}^3/\text{jam}}{2}$$

$$= 3.37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Total waktu kerja :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$= \frac{615.83 \text{ m}^3}{3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4}$$

$$= 45.64 \text{ jam}$$

Waktu kerja tiap alat :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{jumlah alat berat}}$$

$$= \frac{45.64 \text{ jam}}{4}$$

$$= 11.14 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 163.142,86 \times 11.14 \times 4$$

$$= \text{Rp } 7.446.050,77$$

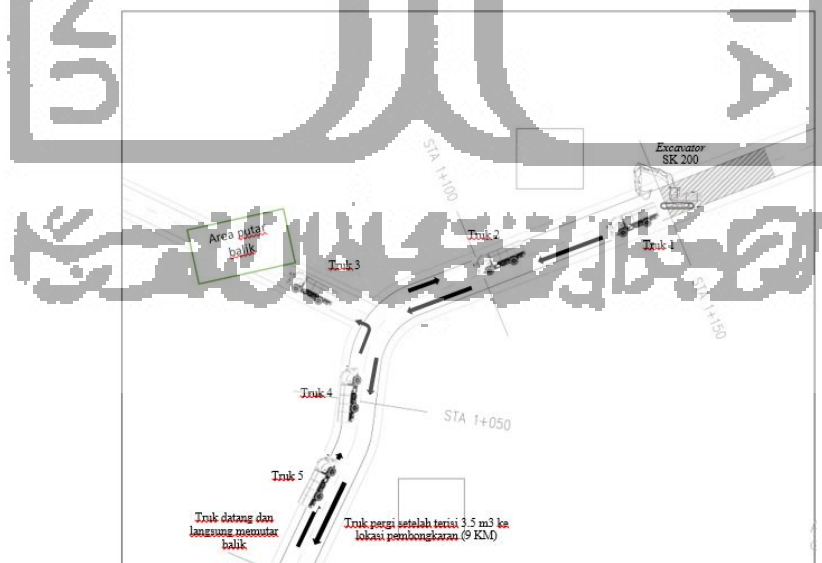
Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2

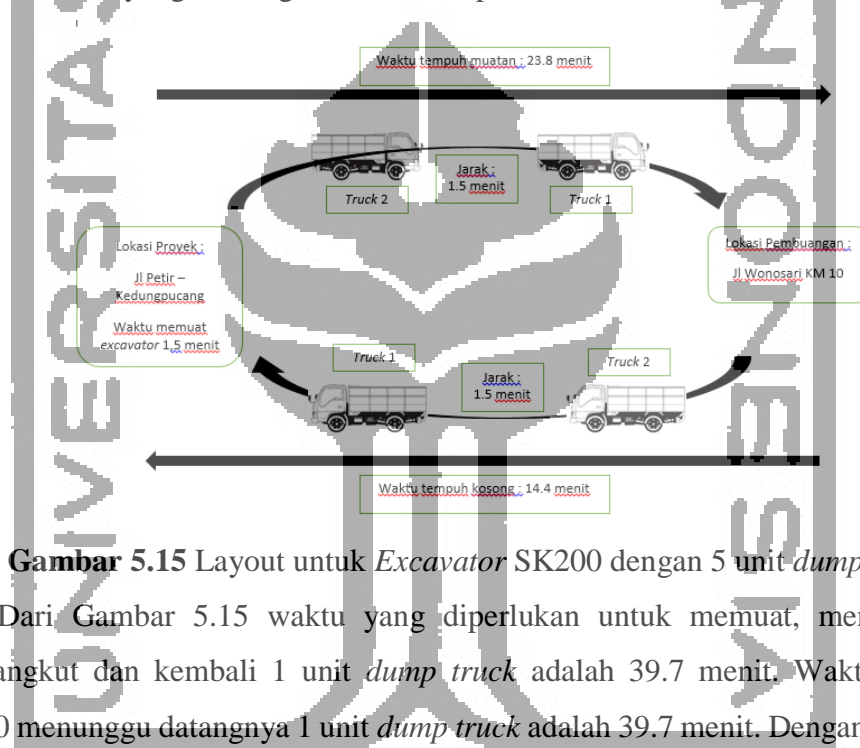
JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	284,428.57	11.73	6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	5	163,142.86	2.71	2,210,707.52
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	163,142.86	11.41	7,446,050.77
Total			29.42	18,385,834.73

Pada hasil yang didapat dengan *Excavator SK200* 1 unit, *Excavator SK50* 2 unit, *Dum Truck* untuk SK200 5 unit, dan *Dum Truck* untuk SK50 4 unit sesuai dengan hasil analisis data waktu yang diperlukan adalah 29.42 jam. Data pada proyek, satu unit *Excavator SK200* memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³. *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator SK200* memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.

Gambar 5.14 Set Layout untuk *Excavator SK200* dengan 5 unit *dump truck*

Pada Gambar 5.14 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 1.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat. *Dump Truck* 3 akan menunggu 3 menit dan sudah berada di area putar balik. *Dump Truck* 4 akan menunggu 4.5 menit dan masih berada di lahan yang bisa digunakan untuk parkir. *Dump Truck* 5 akan menunggu 6 menit dan masih berada di lahan yang bisa digunakan untuk parkir.

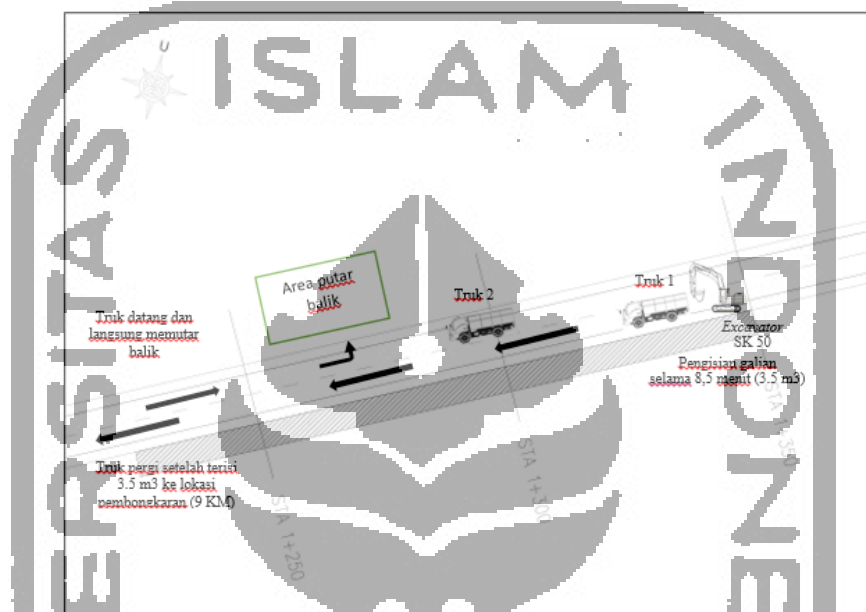


Gambar 5.15 Layout untuk *Excavator* SK200 dengan 5 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.15 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Waktu *Excavator* SK200 menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Dengan 5 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 33.7 menit.

Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK50 memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m^3 (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

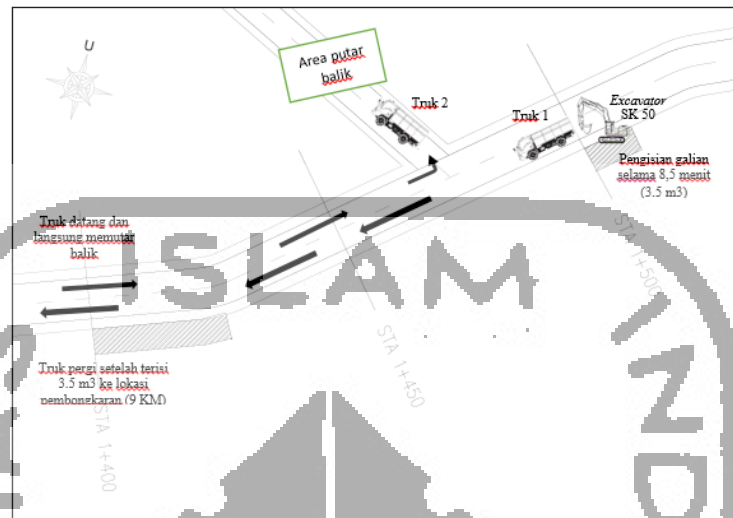
Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK50 memiliki jarak 8.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck* dapat dilihat pada Gambar 5.16 ,Gambar 5.17, dan Gambar 5.18.



Gambar 5.16 Set Layout untuk 1 unit *Excavator* SK50 dengan 2 unit *dump truck* pada daerah 1

Pada Gambar 5.16 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.

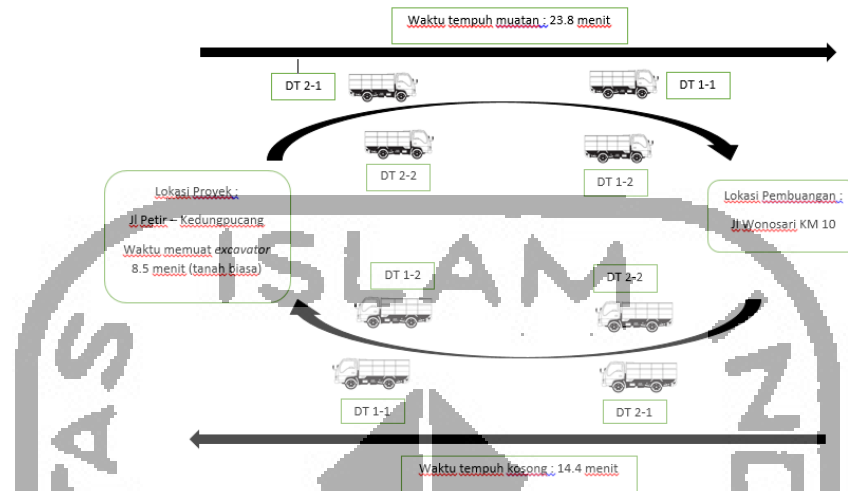




Gambar 5.17 Set Layout untuk 1 unit *Excavator* SK50 dengan 2 unit *dump truck* pada daerah 2

Pada Gambar 5.17 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.

Dari Gambar 5.18 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Waktu *Excavator* SK50 menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Dengan 2 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 38.2 menit. Sedangkan untuk 2 unit *Excavator* SK50 dan 4 unit *dump truck* akan sama dengan 2 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 38.2 menit. Perbedaannya hanya memiliki dua daerah penggalian.



Gambar 5.18 Layout untuk 2 unit Excavator SK50 dengan 4 unit dump truck

4. Kombinasi Alternatif 3

a. Excavator SK200

Jumlah alat berat	: 1 unit
Biaya sewa alat	: 575.857,14 /jam
Total waktu kerja	:
Waktu kerja alat	= $\frac{\text{Volume galian berbutir}}{\text{produktivitas alat SK200}}$
	= $\frac{290.30 \text{ m}^3}{81.36 \text{ m}^3/\text{jam}}$
	= 3,57 jam

Waktu kerja tiap alat	:
Waktu kerja alat	= $\frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}}$
	= $\frac{3.57 \text{ jam}}{1}$
	= 3.57 jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 554.857,14 \times 3.57 \times 1 \\ &= \text{Rp } 2.054.802,43 \end{aligned}$$

b. *Excavator SK50* (galian tanah berbatu dan galian biasa)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &: 2 \text{ unit} \\ \text{Volume galian tanah} &: 615.83 \text{ m}^3 \\ \text{Biaya sewa alat} &: 284.428,57 \text{ /jam} \\ \text{Total waktu kerja} &: \\ \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume galian tanah}}{\text{produktivitas alat SK50}} \\ &= \frac{615.83 \text{ m}^3}{13,12 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2} \\ &= 23.47 \text{ jam} \\ \text{Waktu kerja tiap alat} &: \\ \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{22.90 \text{ jam}}{2} \\ &= 11.73 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya total sewa alat berat} = 284.428,57 \times 11.73 \times 2$$

$$= \text{Rp } 6.674.274,01$$

c. *Dump Truck* (Galian Tanah Berbutir dengan *Excavator SK200*)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &: 7 \text{ unit} \\ \text{Volume galian tanah} &: 290.30 \text{ m}^3 \\ \text{Biaya sewa alat} &: 163.142,86/\text{jam} \\ \text{Total waktu kerja} &: \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{290.30 \text{ m}^3}{4.28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7} \\ &= 9.68 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja tiap alat} &: \\ \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{9.68 \text{ jam}}{7} \\ &= 1.38 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 163.142,86 \times 1.38 \times 7 \\ &= \text{Rp } 1.579.076,80 \end{aligned}$$

d. *Dump Truck* (Galian Tanah Biasa dan Tanah Berbatu dengan *Excavator* SK50)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &: 4 \text{ unit} \\ \text{Volume galian tanah} &: 615.83 \text{ m}^3 \\ \text{Biaya sewa alat} &: 163.142,86/\text{jam} \\ \text{Produktivitas rata-rata} &: \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prod rata - rata DT} &= \frac{\text{Prod DT Tanah berbatu} + \text{Prod DT Tanah Biasa}}{2} \\ &= \frac{3.64 \text{ m}^3/\text{jam} + 3.10 \text{ m}^3/\text{jam}}{2} \\ &= 3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Total waktu kerja} :$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Volume semua galian}}{\text{produktivitas } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{615.83 \text{ m}^3}{3.37 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4} \\ &= 45.64 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja tiap alat} &: \\ \text{Waktu kerja alat} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah alat berat}} \\ &= \frac{44.54 \text{ jam}}{4} \\ &= 11.14 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat berat} &= 163.142,86 \times 11.14 \times 3 \\ &= \text{Rp } 7.446.050,77 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.4.

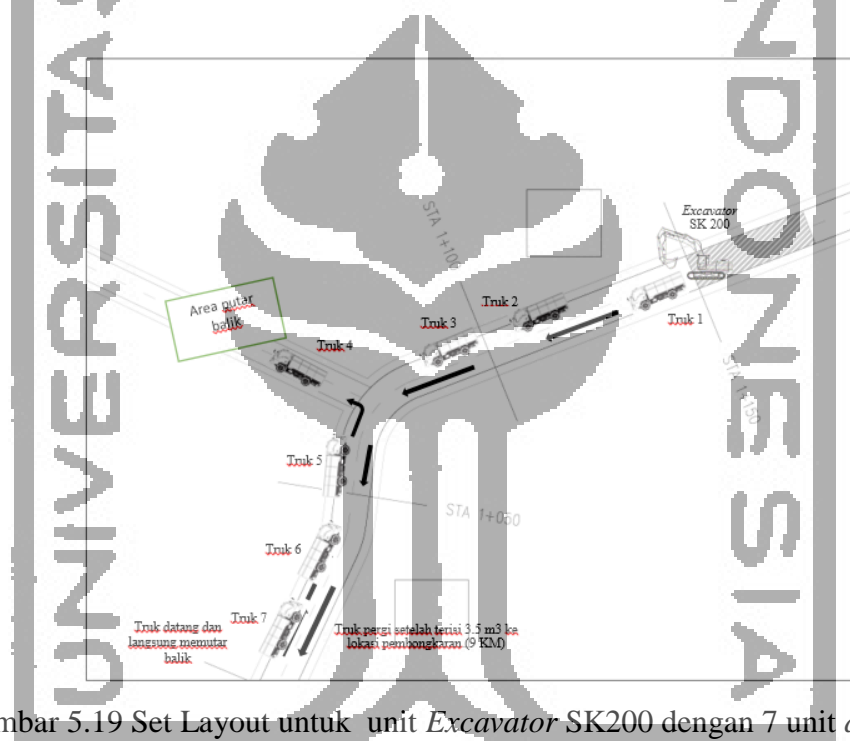
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	284,428.57	11.73	6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	7	163,142.86	1.38	1,579,076.80
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	163,142.86	11.41	7,446,050.77
Total	-	-	28.09	17,754,204.01

Pada hasil yang didapat dengan *Excavator SK200* 1 unit, *Excavator SK50* 2 unit, *Dum Truck* untuk SK200 7 unit, dan *Dum Truck* untuk SK50 4 unit sesuai dengan hasil analisis data waktu yang diperlukan adalah 28.09 jam. Data pada proyek, satu unit *Excavator SK200* memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang

berkapasitas 3.5 m^3 . *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

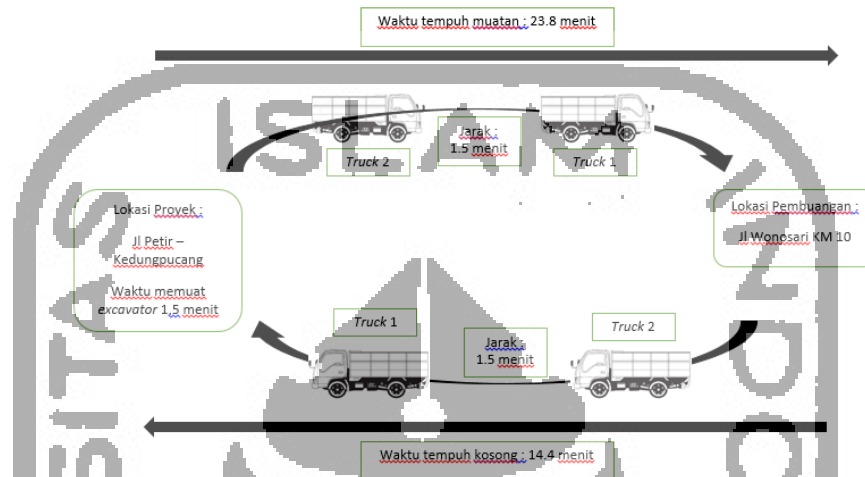
Dua *dum truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK200 memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.



Gambar 5.19 Set Layout untuk unit *Excavator* SK200 dengan 7 unit *dum truck*

Pada Gambar 5.19 menjelaskan bahwa *dum truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dum Truck* 2 akan menunggu selama 1.5 menit dan sudah memosisikan untuk memuat. *Dum Truck* 3 akan menunggu 3 menit dan sudah memosisikan untuk memuat. *Dum Truck* 4 akan menunggu 4.5 menit dan berada di area putar balik. *Dum Truck* 5 akan menunggu 6 menit dan masih berada di lahan yang bisa digunakan untuk parkir. *Dum Truck* 6 akan menunggu 7.5 menit dan masih

berada di lahan yang bisa digunakan untuk parkir. *Dump Truck* 7 akan menunggu 9 menit dan masih berada di lahan yang bisa digunakan untuk parkir.

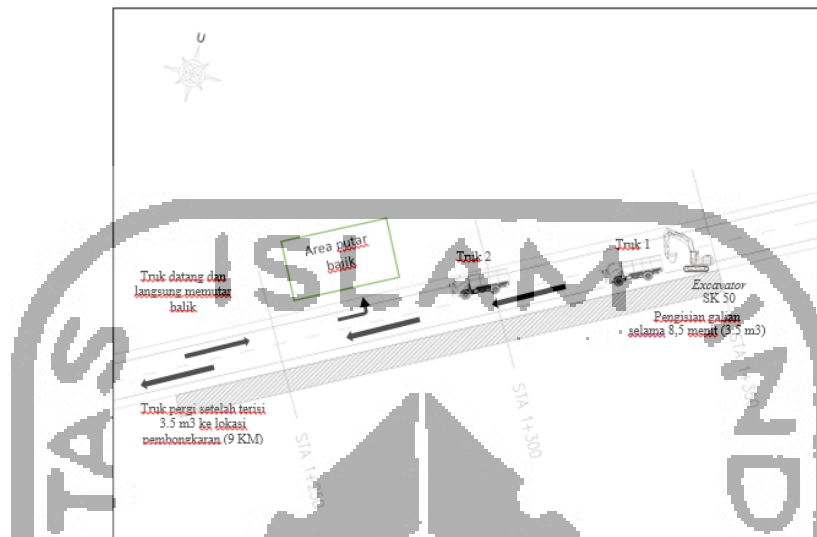


Gambar 5.20 Layout untuk unit *Excavator* SK200 dengan 7 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.19 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkat dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Waktu *Excavator* SK200 menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Dengan 7 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 30.7 menit.

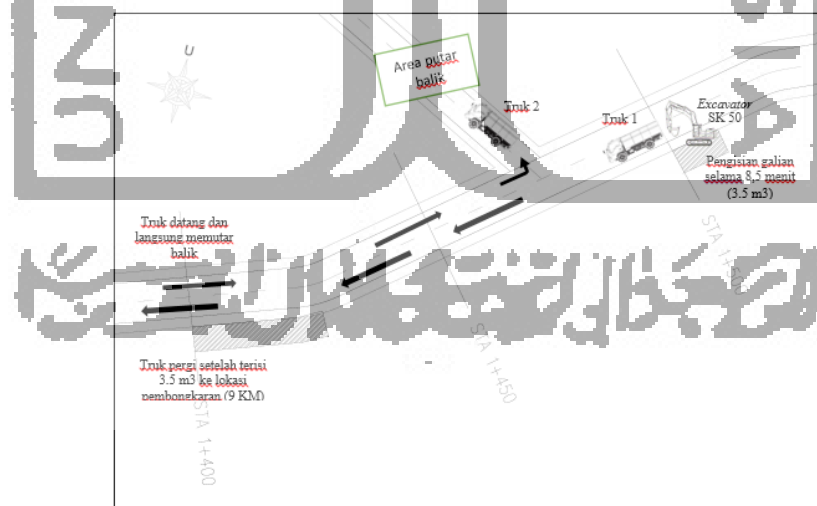
Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK50 memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³ (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK50 memiliki jarak 8.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck* dapat dilihat pada Gambar 5.21, Gambar 5.22, dan Gambar 5.23.



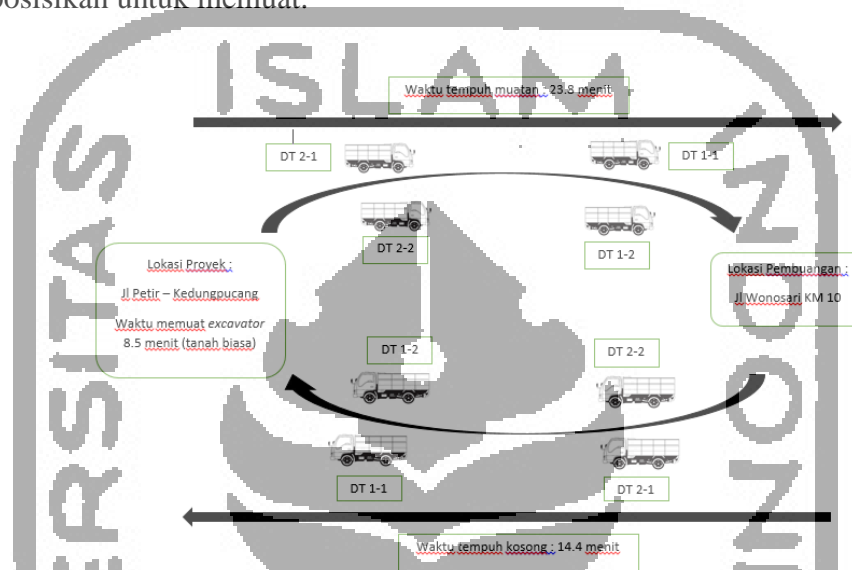
Gambar 5.21 Set Layout untuk 1 unit *Excavator* SK50 dengan 2 unit *dump truck* pada daerah 1

Pada Gambar 5.21 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.



Gambar 5.22 Set Layout untuk 1 unit *Excavator* SK50 dengan 2 unit *dump truck* pada daerah 2

Pada Gambar 5.17 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.



Gambar 5.23 Layout untuk 2 unit *Excavator* SK50 dengan 4 unit *dump truck*

Dari Gambar 5.18 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Waktu *Excavator* SK50 menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Dengan 2 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 38.2 menit. Sedangkan untuk 2 unit *Excavator* SK50 dan 4 unit *dump truck* akan sama dengan 2 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator* SK200 menunggu adalah 38.2 menit. Perbedaannya hanya memiliki dua daerah penggalian.

5.3 Pembahasan

Analisa perhitungan kombinasi dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) alternatif kombinasi alat berat. Tetapi selain menganalisis 3 (tiga) kombinasi itu terlebih dahulu dilakukan analisa seperti lapangan. Analisa kondisi asli ini akan dibandingkan dengan 3 alternatif lainnya.

1. Analisa Kondisi Asli

Berdasarkan perhitungan pada analisa kondisi asli dilapangan didapat hasil, sebagai berikut :

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Analisa dengan kondisi asli di lapangan

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	1	284,428.57	46.93	13,348,548.02
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	2	163,142.86	16.94	5,526,768.80
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	1	163,142.86	182.57	29,784,203.08
Total			250.00	50,714,322.33

Hasil dari perhitungan pada Tabel 5.5 adalah kondisi asli dimana pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu 65.93 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp 49.559.133,44. Hasil dari perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan 3 (tiga) kombinasi yang lain yang bertujuan untuk mengetahui kombinasi mana yang dapat memenuhi target secara efektif dan efisien untuk proyek Jl Petir – Kedungpucang.

2. Analisa Alternatif 1

Berdasarkan perhitungan pada analisa alternatif 1 didapat hasil, sebagai berikut :

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 1

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	1	284,428.57	46.93	13,348,548.02
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	3	163,142.86	7.53	3,684,512.53
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	3	163,142.86	20.29	9,928,067.69
Total			78.31	29,015,930.68

Berdasarkan hasil perhitungan pada alternatif 1 didapat pekerjaan selesai dengan waktu 78.31 jam dan biaya Rp 29.015.930,68. Hasil ini akan dibandingkan dengan perhitungan pada kondisi dilapangan.

$$\begin{aligned} \text{Selisih waktu} &= 250.00 - 78.31 \\ &= 171.69 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Selisih biaya} = 50.714.322,33 - 29.015.930,68$$

$$= \text{Rp } 21.698.391,65$$

$$\text{Perbandingan waktu} = \frac{171.69}{250.00} \times 100\%$$

$$= 68.68 \%$$

$$\text{Perbandingan biaya} = \frac{21.698.391,65}{50.714.322,33} \times 100\%$$

$$= 42.78 \%$$

Setelah menghitung perbandingan waktu dan biaya, alternatif 1 mendapatkan hasil perbandingan waktu sebesar 68.68% dari kondisi asli dan perbandingan biaya sebesar 42.78% dari kondisi asli.

3. Analisa Alternatif 2

Berdasarkan perhitungan pada analisa alternatif 2 didapat hasil, sebagai berikut :

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	284,428.57	11.73	6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	5	163,142.86	2.71	2,210,707.52
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	163,142.86	11.41	7,446,050.77
Total			29.42	18,385,834.73

Berdasarkan hasil perhitungan pada alternatif 2 didapat pekerjaan selesai dengan waktu 29.42 jam dan biaya Rp 18,385,834.73. Hasil ini akan dibandingkan dengan perhitungan pada kondisi dilapangan.

$$\text{Selisih waktu} = 250.00 - 29.42$$

$$= 220.58 \text{ jam}$$

$$\text{Selisih biaya} = 50.714.322,33 - 18,385,834.73$$

$$= \text{Rp } 31.549.487.90$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan waktu} &= \frac{220.58}{250.00} \times 100\% \\ &= 88.23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan biaya} &= \frac{18,385,834.73}{50.714.322,33} \times 100\% \\ &= 63.75\% \end{aligned}$$

Setelah menghitung perbandingan waktu dan biaya, alternatif 1 mendapatkan hasil perbandingan waktu sebesar 88.23% dari kondisi asli dan perbandingan biaya sebesar 63.75% dari kondisi asli.

4. Analisa Alternatif 3

Berdasarkan perhitungan pada analisa alternatif 3 didapat hasil, sebagai berikut :

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	284,428.57	11.73	6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	7	163,142.86	1.38	1,579,076.80
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	163,142.86	11.41	7,446,050.77
Total			28.09	17,754,204.01

Berdasarkan hasil perhitungan pada alternatif 3 didapat pekerjaan selesai dengan waktu 28.09 jam dan biaya Rp 17.754.204,01. Hasil ini akan dibandingkan dengan perhitungan pada kondisi dilapangan.

$$\begin{aligned} \text{Selisih waktu} &= 250.00 - 28.09 \\ &= 221.91 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih biaya} &= 50.714.322,33 - 17.754.204,01 \\ &= \text{Rp } 32.165.898,60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan waktu} &= \frac{221.91}{250.00} \times 100\% \\ &= 88.76\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan biaya} &= \frac{17.754.204,01}{50.714.322,33} \times 100\% \\ &= 64.99\% \end{aligned}$$

Setelah menghitung perbandingan waktu dan biaya, alternatif 1 mendapatkan hasil perbandingan waktu sebesar 88.76% dari kondisi asli dan perbandingan biaya sebesar 64.99% dari kondisi asli.

5.4 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif kombinasi Alat Berat

Dari semua hasil perhitungan yang telah dilakukan dan membandingkan 3 (tiga) alternatif kombinasi. Maka dapat disajikan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi perbandingan Biaya dan Waktu

	Satuan	Kondisi Asli	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Biaya	Rupiah	0	21,698,391.65	32,328,487.60	32,960,118.32
Waktu	Jam	0	171.69	220.58	221.91
Biaya	%	0	42.79	63.75	64.99
Waktu	%	0	68.68	88.23	88.76

Pada Tabel 5.9 dapat dilihat hasil perbandingan antara ketiga alternatif. Pada Alternatif 1 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 2 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 1 unit *dump truck* (untuk SK50). Alternatif 2 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Alternatif 3 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 2 unit *excavator* SK50, 5 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 4 unit *dump truck* (untuk SK50).

Analisa untuk mencari alternatif alat berat dengan kombinasi yang memiliki waktu tercepat dan biaya termurah ada pada alternatif 3 yang memiliki perbandingan waktu 221.91 jam dan biaya Rp 32.960.118,32. Namun pada kondisi lapangan yang tidak memungkinkan (Lampiran 15) untuk 7 unit *dump truck* maka untuk mempercepat proyek tersebut peneliti menggunakan alternative 1 sebagai alternative

yang digunakan penyedia jasa. Alternatif 1 dengan menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Durasi waktu yang diperlukan 78.31 jam dengan biaya Rp 29.015.930,68.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Melihat dari hasil rekapitulasi perbandingan alternatif alat berat, maka dapat disimpulkan dengan mengacu pada kombinasi dengan waktu yang tercepat dan biaya termurah. Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk proyek Jalan Petir – Kedungpucang adalah alternatif ke 1. Dengan menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Durasi waktu yang didapat dari perhitungan alternatif ke 1 adalah 78.31 jam dan biaya Rp 29.015.930,68.

Dapat disimpulkan dari kombinasi asli dilapangan dengan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 2 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 1 unit *dump truck* (untuk SK50) merupakan kombinasi yang tidak direkomendasikan karena mempunyai waktu penyelesaian yang lama 250.00 jam dan biaya yang mahal Rp 50.714.322,33.

1.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut :






1. Penelitian diharapkan memperbanyak kombinasi dengan berbagai jenis alat berat yang memiliki kapasitas alat berat yang berbeda.
2. Lokasi penelitian diharapkan memiliki jarak yang pendek atau dibawah 5 Km untuk mendapatkan durasi yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Rochmanhadi. 1989. *Alat alat berat dan penggunaannya*. YBPPU. Jakarta.
- Fatena Rostiyanti, Susy, Msc, Ir. 2008. *Alat berat untuk proyek konstruksi*. Rineka Cipta. Jakarta
- Asiyanto, Susy, MBA, Ir. 2007. *Manajemen Alat berat untuk konstruksi*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*. UI-Press. Jakarta.
- Widiasanti, Irika, M.T., Ir. 2013. *Manajemen Konstruksi*. PT Remaja Rosdakarya. Jakarta.
- Santosa, Budi. 2008. *Manajemen Proyek*. Graha Ilmu. Surabaya.
- Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*. UI- Press. Jakarta.
- Kholil, Ahmad, ST, MT, 2012. *Alat Berat*. PT. Remaja Rosdakarya Offset. Bandung.
- Putra, Djurindar Heryandi. 2018. Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemandahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII. *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII 2018*, ISSN 9-772477 – 5B3159.
- Sokop, Ronald Martin. 2018. Analisa Perhitungan Produktivitas Alat berat Gali – Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Jurnal Tekno*, Volume 16, No 70, ISSN : 0215 – 9617.

MODEL		SK50P
Type		SK50P
Operating Mass	kg	4,735
Bucket Capacity	m ³ (ISO7451)	0.14
Bucket Width (with side cutter)	mm	550 (600)
Arm Length	m	1.43
Bucket Digging Force	kN(kgf) (ISO7451)	35.5 {3,620}
Arm Crowding Force	kN(kgf) (ISO7451)	27.7 {2,825}
Drawbar Pulling Force	kN (SAE J1309 MAY 91)	59.6
ENGINE		
Model		YANMAR 4TNV88-BKPYBE
Type		Water-cooled, 4 cycle, 4 cylinder direct injection type diesel engine
Power Output	kW/min ⁻¹ (ISO14396)	Net 30.2/2,400
Max. Torque	N·m/min ⁻¹ (ISO14396)	Net 140.0/1,100
Power Output	kw/min ⁻¹ (ISO9249)	Net 28.6/2,400
Max. Torque	N·m/min ⁻¹ (ISO9249)	Net 130.1/1,440
Displacement	mL	2,189
Fuel Tank	L	75
HYDRAULIC SYSTEM		
Type		Tandem variable displacement piston pumps
Max. Flow	L/min	2,57.1
Relief Valve Setting	MPa (kgf/cm ²)	23.0 {235}
Hydraulic Oil Tank (System)	L	34 {61}

Lampira 1 Spesifikasi 1 Kobelco SK 50

Use	Backhoe bucket						Slope finishing bucket
	Normal digging		Light-duty		Heavy digging		
							—
Bucket capacity	ISO heaped m ³	0.8	0.93	1.05	1.3	0.8	—
	Struck m ³	0.59	0.67	0.75	0.9	0.59	—
Opening width	With side cutters	mm	1,160	1,300	1,460	—	1,180
	Without side cutters	mm	1,060	1,200	1,360	1,630	1,060
No. of bucket teeth		5	5	6	6	4	—
Bucket weight	kg	730	790	770	820	750	890
Combinations	2.40 m short arm	○	○	△	△	○	△
	2.94 m standard arm	○	△	○	×	○	△
	3.50 m long arm	△	×	×	×	×	△

Lampira 2 Attachments Kobelco SK 200

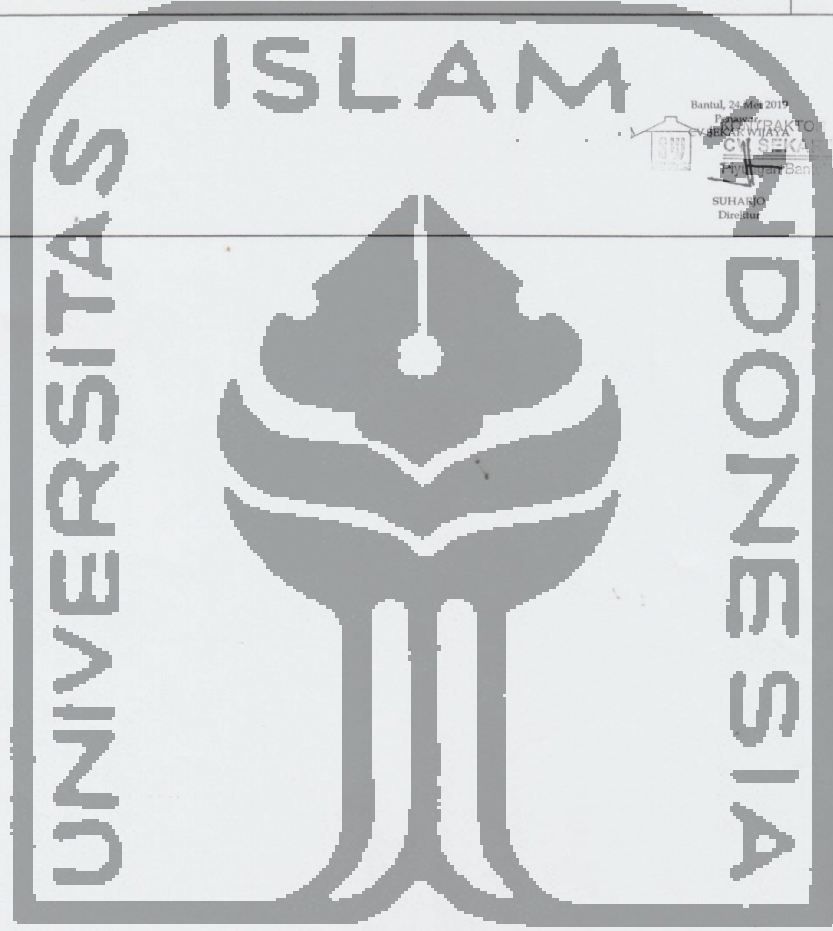
DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA

Kegiatan : Peningkatan Jalan Tahun 2019 Kabupaten Bantul
 Paket Pekerjaan : Jl.Petir - Kedungpucang
 Lokasi : Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul
 Tahun Anggaran : 2019

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah) f = (d x e)
a	b	c	d	e	f
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	8,000,000.00	8,000,000.00
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu-Lintas	LS	1.00	4,000,000.00	4,000,000.00
1.8.(3)	Papan Nama Proyek	BH	2.00	500,000.00	1,000,000.00
1.8.(4)	Administrasi dan Dokumentasi	LS	1.00	3,500,000.00	3,500,000.00
1.21	Manajemen Mutu	TS	1.00	4,500,000.00	4,500,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					21,000,000.00
DIVISI 2. DRAINASE					
7.17.2	Pengadaan dan Pemasangan Box Culvert BC 80 x 80 Garis 20 Ton	M'	20.00	3,128,416.00	62,568,320.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					62,568,320.00
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3.1.(1a)	Galian Biasa	M ³	325.53	44,064.12	14,344,192.98
3.1.(7)	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	M ³	55.30	193,394.12	10,705,754.84
3.1.(8)	Galian Perkerasan Berbutir	M ³	290.30	143,262.21	41,589,019.56
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					66,638,967.38
DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BATU JALAN					
5.3.(1)	Perkerasan Beton Serden	M ³	225.00	1,448,076.22	325,817,149.50
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					325,817,149.50
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
5.3.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	112.50	422,827.96	47,568,145.50
5.3.(2)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M ³	117.80	409,964.32	48,293,796.90
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					95,861,942.40
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL					
6.1.(2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	1,746.50	12,629.19	22,056,880.34
6.3.(6)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	874.92	1,237,436.51	1,100,130,103.73
6.3.(8)	Bahan Anti Pengelupasan	Kg	140.43	73,600.00	10,335,648.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					1,132,522,632.06
DIVISI 7. STRUKTUR					
7.1.(10)	Beton mutu rendah f'c 10 Mpa	M ³	2.00	908,170.02	1,816,340.04
7.9.(1a)	Pasangan Batu Kali	M ³	277.00	810,976.52	224,640,496.04
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					226,456,836.08

Lampira 7 Daftar Kuantitas dan Harga (1)

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah) $f = (d \times e)$
a	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR				
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	60.00	392,148.25	23,528,895.00
8.1 (5)	Campuran Aspal Panas Untuk Pekerjaan Minor	M ³	53.30	2,919,027.63	161,422,227.94
8.1(9)	Residu Bitumen untuk Pekerjaan Minor	Liter	2,047.480	13,352.91	27,339,816.17
8.6	Lening	Buah	4.00	4,500,000.00	18,000,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Biaya)					230,290,939.11



Bantul, 24 Mei 2019
 Pejabat
 SUHARNO
 Direktur

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُوْلُهُ

Lampira 8 Daftar Kuantutas dan Harga (2)

DAFTAR HARGA PENYEWAAN ALAT BERAT

NO	BARANG / PERALATAN	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	KONDISI	HARGA	
	NAMA BARANG				(Per Jam)	
EXCAVATOR						
1	Excavator PC 50	5 Ton	2016	Baik	Rp	200,000.00
2	Excavator PC 75	7.5 Ton	2016	Baik	Rp	250,000.00
3	Excavator PC 200	20 Ton	2012	Baik	Rp	385,000.00
DUMP TRUCK						
1	Dump Truck 4-10 M3 (per hari)	4-10 M3	2010-2013	Baik	Rp	650,000.00
BULLDOZER						
1	Bulldozer D21	4 Ton	2009	Baik	Rp	200,000.00
DRUM COMPACTOR						
1	Drum Compactor	25 Ton	2016	Baik	Rp	250,000.00
SELF LOADER						
1	Self Loader Besar 8DC10	30 Ton	2016	Baik	Rp	3,500,000.00
2	Self Loader Kecil	5-10 Ton	2016	Baik	Rp	800,000.00

NO	BARANG / PERALATAN	KONDISI	HARGA	
	NAMA BARANG		(Per Jam)	
MOBILISASI - DEMOBILISASI				
1	Excavator PC 50	Baik	Rp	750,000.00
2	Excavator PC 75	Baik	Rp	850,000.00
3	Excavator PC 200	Baik	Rp	3,500,000.00
4	Bulldozer D21	Baik	Rp	750,000.00

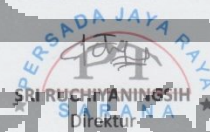
OPERATOR

Excavator SK200	: Rp	160,000.00	Per hari/7jam
Excavator SK50	: Rp	150,000.00	Per hari/7jam
Dump Truck 4-10 M3	: Rp	100,000.00	Per hari/7jam
Bulldozer D21	: Rp	145,000.00	Per hari/7jam
Drum Compactor	: Rp	140,000.00	Per hari/7jam

HARGA BAHAN BAKAR

Harga Solar	: Rp	9,800.00
Harga Dexlite	: Rp	10,200.00

Bantul, 17 Juni 2019
PT. SARANA PERSADA JAYA RAYA


 SRI RUCHIYANINGSIH
 Direktur

Lampira 10 Harga Sewa Alat Berat

HASIL PENGAMBILAN DAN PENGAMATAN

DATA DILAPANGAN

Jarak Lokasi proyek sampai tempat pembongkaran	: 9 KM
Truk dengan kapasitas (karena jalanan menanjak)	: 3.5 m ³
Waktu efektif <i>Dump Truck</i> per Jam	: 50 menit
	: 10 menit untuk pembersihan terpal dan lain-lain
Kecepatan <i>Dump Truck</i> muatan kosong	: 50 Km/Jam (14.4 menit)
Kecepatan <i>Dump Truck</i> bermuatan	: 40 Km/Jam (23.8 menit)
Kapasitas <i>bucket excavator</i> SK200	: 0.93 m ³
Kapasitas <i>bucket excavator</i> SK50	: 0.14 m ³
Waktu gali dan memuat	: 20 detik (dalam 1 <i>bucket</i>) tanah biasa
	: 30 - 60 detik (dalam 1 <i>bucket</i>) tanah berbatu
Perputaran sudut <i>excavator</i> ketika memuat kedalam <i>truck</i>	: 90°
Waktu <i>truck</i> untuk memenuhi 3.5 m ³ dengan <i>excavator</i> SK200	: 1.5 menit (tanah biasa)
Waktu <i>truck</i> untuk memenuhi 3.5 m ³ dengan <i>excavator</i> SK50	: 8.5 menit (tanah biasa) 16.6 menit (tanah berbatu)

Bantul, 8 Agustus 2019
Pelaksana Lapangan


Agus Nurbayin

Lampira 11 Data Pengamatan di Lapangan

HASIL WAWANCARA

Tanggal : 31 Juli 2019

Waktu : 12.30 – 13.00 (Istirahat siang)

Narasumber : Bapak Agus Nurbayin (Pelaksana Lapangan)

Bapak Mughharjo (Operator Excavator)

Pertanyaan	Jawaban
1. Dalam pelaksanaan pekerjaan Jl. Petir - Kedungpucang apa saja alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian?	- <i>Dump Truck</i> (3.5 – 4 m ³) - <i>Excavator</i> (SK 200) untuk galian berbutir - <i>Excavator</i> (SK 50) untuk galian pada talud
2. Berapakah <i>Dump Truck</i> yang akan digunakan dalam pekerjaan ini?	- 3 <i>Dump Truck</i> yang sudah diisi.
3. Jenis tanah pada Jl Petir - Kedungpucang?	- Sebagian tanah biasa dan sebagian tanah berbatu. - 70% tanah berbatu - 30% tanah biasa
4. Pukul berapa waktu mulai bekerja dilapangan?	- 07.00 di basecamp - 08.00 – 16.00 dilokasi pekerjaan
5. Berapa jam alat berat bekerja dalam sehari?	- 08.00 – 10.00 (2 jam) - 10.30 – 12.00 (1.5 jam) - 13.00 – 16.00 (3 jam)
6. Berapa pengisian bahan bakar pada SK 200 dan SK 50?	- 120 liter / hari/8 jam untuk SK 200 - 40 – 50 liter / hari/8 jam untuk SK 50

Lampira 12 Hasil 1 Wawancancara

7. Untuk <i>Dump Truck</i> pengisian bahan bakar ?	- 40 Liter / hari
--	-------------------

Bantul, 31 Juli 2019

Pelaksana Lapangan

Operator Alat Berat



Agus Nurbayin

Mugiharjo

جامعة الإسلام الإندونيسيا

Lampira 13 Hasil 2 Wawancancara



Lampira 14 Foto keadaan lokasi proyek



Lampira 15 Foto keadaan lokasi proyek