

ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT PROYEK PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG DEWA RUCI DENPASAR, BALI

Andrea Saputra Antang Pratama¹, Fadjar Purnomo², Muhammad Fajar Subkhan³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

E-mail: aantang21@gmail.com

Abstract

400 m long and 16 m wide Simpang Dewa Ruci underpass construction project is a new one in Bali. It is of drilled pile system which need heavy equipment for drilling.

The purpose of this study is to find out the unit price of some heavy equipment, like drill pile, excavator back hoe, dump truck, wheel dozer, tandem vibratory roller, asphalt finisher, and pneumatic tire roller.

The calculations result in unit price of job the drill with drill pile at IDR 93,921.79/m³, unit price of job entrenchment and soil moving with excavator back hoe at IDR 14,656.22/m³, unit price earth moving work with dump truck at IDR 38,324.82/m³, unit price leveling congeries with wheel dozer at IDR 2,644.87/m³, unit price soil compaction and asphalt compaction with tandem vibratory roller at IDR 4,034.93/m³, unit price of the spreading asphalt with asphalt finisher at IDR 34,637.50/m³, and unit price asphalt compaction with pneumatic tire roller at IDR 13,478.42/m³.

Keywords: capacity, heavy equipment, productivity, unit price, use

1. PENDAHULUAN

Mengantisipasi kemacetan yang semakin padatnya kendaraan roda dua dan roda empat yang melintasi Simpang Dewaruci, maka untuk mengurangi kemacetan tersebut dibangun *Underpass* Simpang Dewaruci untuk mengalihkan konsentrasi lalu lintas yang akan melewati Simpang Dewaruci.

Dengan adanya pekerjaan yang membutuhkan alat berat cukup banyak dan sebagian besar dari Proyek Pembangunan *Underpass* Simpang Dewa Ruci. Penulis sangat tertarik untuk mengangkat judul “Analisa Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan *Underpass* Simpang Dewa Ruci Denpasar, Bali”. Yang tertarik menganalisa penggunaan alat berat pada proyek tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Alat Berat

Dalam bidang teknik sipil, alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini, alat berat merupakan faktor penting didalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat. Alat berat yang umum dipakai di dalam proyek konstruksi antara lain *Dozer*, alat gali (*excavator*) seperti *Backhoe*, *Front Shovel*, *Clamshell*; alat pengangkut seperti *Loader*, *Truck* dan *Conveyor Belt*; alat pemadat seperti *Roler* dan *Compactor* (Rostiyanti, 2008: 1)

2.2. Pengelompokan Jenis Alat Berat

- a. Alat Pengolah Lahan: Kondisi lahan proyek kadang-kadang masih merupakan lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai di olah. misalnya: *Dozer*, *Scraper*, *Motor Grader*. (Rostiyanti, 2008: 2)
- b. Alat Penggali: Jenis alat ini dikenal juga dengan istilah *excavator*. Fungsi alat adalah untuk menggali, seperti dalam pekerjaan pembuatan *basement* atau saluran, misalnya: *Front Shovel*, *Backhoe*, *Dragline* Dan *Clamshell*. (Rostiyanti, 2008: 2)

- c. Alat Pengangkut Material: Pengangkut material dapat dibagi menjadi pengangkutan horisontal maupun vertikal. Material yang diangkut oleh *crane* dipindahkan secara vertikal dari satu elevasi ke elevasi yang lebih tinggi. Jarak jangkauan pengangkutan *crane* relatif kecil. (Rostiyanti, 2008: 3)
- d. Alat Pemindahan Material: Dalam kategori ini merupakan alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain. Misalnya : *Loader* dan *Dozer*. (Rostiyanti, 2008: 3)
- e. Alat Pemadatan: Pada pekerjaan penimbunan lahan biasanya setelah dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Yang termasuk sebagai alat pemadatan adalah *Tamping Roller*, *Pneumatic-Tired Roller*, *Compactor*, dan lain-lain. (Rostiyanti, 2008: 3)
- f. Alat Pemroses Material: Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini misalnya adalah batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Yang termasuk dalam alat ini adalah *Crusher*. (Rostiyanti, 2008: 4)
- g. Alat Penempatan Akhir Material: Alat ini digolongkan pada kategori karena fungsinya, yaitu untuk menempatkan material pada tempat telah ditentukan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah *Concrete Spreader*, *Asphalt Paver*, *Motor Grader*, dan alat pemadat. (Rostiyanti, 2008: 4)

2.3. Perhitungan Produksi Alat Berat

Merencanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat-alat berat, satu hal yang sangat penting adalah bagaimana menghitung kapasitas operasi alat-alat berat. Langkah pertama membuat estimasi kapasitas alat adalah menghitung secara teoritis dengan Persamaan 1. (Rochmanhadi. 1985 : 12)

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times 60/\text{CT} \times \text{efisiensi} \quad (1)$$

2.4. Sumber Alat Berat

Konstruksi dengan menggunakan alat-alat berat yang dipakai dapat berasal dari bermacam-macam sumber, antara lain alat berat yang dibeli oleh kontraktor, alat berat yang disewa-beli, dan alat berat yang disewa. (Rostiyanti. 2008: 9)

- a. Alat yang dibeli oleh kontraktor
Perusahaan konstruksi dapat membeli alat berat sebagai asset perusahaan. Keuntungan dari pembelian ini adalah biaya pemakaian per-jam yang sangat kecil jika alat tersebut dipergunakan secara optimal. (Rostiyanti. 2008: 9)
- b. Alat yang disewa-beli (*leasing*) oleh kontraktor
Pengadaan alat juga dapat berasal dari perusahaan *leasing* alat berat. Sewa-beli alat umumnya dilakukan jika pemakaian alat tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Yang dimaksud dengan sewa-beli adalah pengadaan alat dengan pembayaran pada perusahaan *leasing* dalam jangka waktu yang lama dan diakhir masa sewa beli tersebut alat menjadi milik pihak penyewa. (Rostiyanti. 2008: 10)
- c. Alat yang disewa oleh kontraktor
Perusahaan konstruksi juga dapat mengadakan alat berat dari perusahaan penyewa. Alat berat yang disewa umumnya dalam jangka waktu yang tidak lama. (Rostiyanti. 2008: 10)

2.5. Pemilihan Alat Berat

Pemilihan alat berat merupakan hal yang perlu diperhatikan. Karena akan mempengaruhi produktifitas yang akan dihasilkan. Alat berat yang baik akan menghasilkan produktifitas yang baik. Sedangkan alat berat yang kurang baik akan menghasilkan produktifitas yang kurang baik pula.

2.6. Macam-macam Alat Berat dan Cara Menghitung *Output* pada Pekerjaan Tanah

Jenis alat berat bermacam-macam. Akan tetapi setiap proyek konstruksi hanya memerlukan beberapa jenis alat berat. Untuk pekerjaan tanah ada beberapa jenis alat berat. Dan cara menghitung *output* alat berat antara lain:

a. *Bor pile*

Bor pile merupakan alat untuk melakukan pekerjaan pengeboran, yang berfungsi sebagai pengganti tiang pancang yang bisa mengganggu daerah padat penduduk ataupun getaran dari pancang yang bisa mempengaruhi kestabilan tanah sekitar. Menghitung produktifitas *bor pile* dihitung dengan Persamaan 2.

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times 60/\text{CT} \times \text{efisiensi} \quad (2)$$

b. *Excavator back hoe*

Back hoe adalah attachment (peralatan tambahan) yang dipasang pada sebuah *excavator*, yang berfungsi sebagai penggali material. Kemampuan kerja sebuah *Back hoe* akan tergantung dari kapasitas *bucket*, material yang dikerjakan, operator yang mengoperasikan. *Output excavator back hoe* dapat dihitung dengan Persamaan 3.

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times 60/\text{CT} \times \text{efisiensi} \quad (3)$$

c. *Dump truck*

Dump truck berfungsi sebagai alat pengangkut material, alat ini biasanya bekerja sama dengan alat berat lain, seperti *excavator*, *tandem vibratory*, dan lain-lain. (Andi Tenrisukki Tenriajeng, 2003: 95) Menurut Andi Tenrisukki Tenriajeng dihitung dengan Persamaan 4.

$$\begin{aligned} \text{TP} &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{\text{CT}} \\ &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{\text{LT} + \text{HT} + \text{RT} + t_1 + t_2} \\ &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{(n \times \text{ct}) + \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} + t_1 + t_2} \end{aligned} \quad (4)$$

keterangan:

TP	= taksiran produksi (m ³ /jam)	C	= Kapasitas <i>vessel</i> Lcm atau ton
FK	= Faktor koreksi	CT	= <i>Cycle time</i> per rit <i>Dump truck</i>
n	= Jumlah rit permuatan/ <i>loading truck</i>	ct	= <i>Cycle time</i> per rit <i>shovel</i>
J	= Jarak angkut <i>dump truck</i>	V ₁	= Kecepatan angkut
V ₂	= Kecepatan kembali	t ₁	= Waktu <i>dumping</i>
t ₂	= Waktu atur posisi muat		

d. *Dozer*

Dozer merupakan traktor yang dipasangkan pisau atau *blade* dibagian depan. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material yang ada didepannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *dozer* yaitu mengupas *top soil*, pembersihan lahan dari pepohonan, pembukaan jalan baru, dan memindahkan material pada jarak pendek. (Rostiyanti. 2008: 35) *Output dozer* dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times 60/\text{CT} \times \text{efisiensi} \quad (5)$$

e. *Compactor*

Compactor merupakan alat berat untu memadatkan tanah. Konstruksi yang dibatasi oleh waktu pengerjaan akan bisa terselesaikan untu pemadatan dengan menggunakan alat berat *Compactor*. Untuk mencari *Output Compactor* menggunakan Persamaan 6.

$$\begin{aligned} Q &= \frac{W \times V \times H \times 1000 \times E}{n} \\ Q_A &= \frac{W \times V \times 1000 \times E}{N} \end{aligned} \quad (6)$$

keterangan:

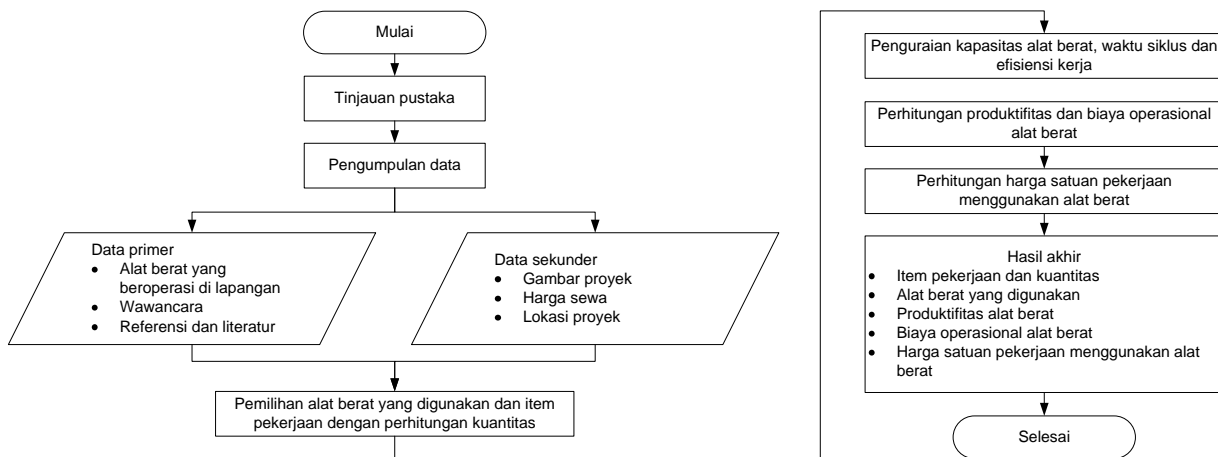
Q	= Produksi per jam (m ³ /jam)	Q _A	= Luas tanah yang dipadatkan (m ² /jam)
V	= Kecepatan operasi (km/jam)	W	= Lebar pemadatan efektif tiap pass (m)
H	= Tebal pemadatan per lapis (m)	N	= Jumlah
E	= Efisiensi kerja (0,4-0,6)		

f. *Asphalt paver*

Asphalt paver traktor beroda ban ataupun crawler berfungsi untuk menghamparkan campuran *asphalt* diatas permukaan pondasi jalan. Bagian depan *asphalt paver* terdapat *hopper* yang berfungsi untuk menerima campuran *asphalt* dari *dump truck* yang selanjutnya campuran tersebut dihamparkan diatas permukaan pondasi jalan.

3. METODOLOGI

3.1. Bagan Alur



Gambar 1. Bagan alur penelitian

3.2. Pengumpulan Data

Untuk menyelesaikan penelitian ini dibutuhkan data-data. Pengumpulan data dibagi 2 yaitu data sekunder dan data primer yang akan membantu penyelesaian penelitian ini. Berikut adalah penjabaran lebih jelas tentang data primer dan data sekunder:

a. **Data Primer**

Dapat diambil langsung dari lapangan melihat langsung alat berat apa saja dan berapa jumlah yang digunakan oleh kontraktor dalam melakukan pekerjaan penggalian tanah. Dan melakukan wawancara kepada pihak kontraktor untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

b. **Data Sekunder**

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diambil dari kontraktor proyek pembangunan *Underpass* Simpang Dewa Ruci. Kontraktor yang mengerjakannya adalah PT. Adhi Karya (Persero), Tbk. Data-data yang akan diambil antara lain gambar, site plan, dan lain-lain yang mendukung penelitian ini.

3.3. Tahapan Penelitian

Metode analisis data yang akan dilakukan adalah dengan mengumpulkan semua data yang dibutuhkan penelitian ini. Data yang sudah dikumpulkan selama magang industri sekitar 6 minggu dan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data sekunder dan data primer. Pengolahan data antara lain:

a. **Pemilihan alat yang digunakan**

Pemilihan alat berat yang digunakan disesuaikan dengan item pekerjaan yang akan dilakukan. Setiap pekerjaan berbeda alat berat yang dipergunakan. Akan tetapi, ada beberapa pekerjaan yang bisa menggunakan alat berat secara bersama-sama maupun sendiri.

b. **Penguraian kapasitas alat berat**

Kapasitas alat berat yang dimasukan merupakan data yang diambil dari pihak kontraktor. Data dari pihak kontraktor ini didapat dari hasil wawancara.

c. **Menghitung waktu siklus**

Waktu siklus merupakan waktu dimana suatu alat berat berkerja untuk menyelesaikan satu kali siklus. Beberapa alat berat ada waktu siklus dan ada pula yang tidak memerlukan waktu siklus untuk menghitung prouktifitas.

Waktu siklus ini juga ada yang diambil dari kenyataan dilapangan seperti *excavator back hoe* dan *bor pile*. Waktu siklus alat berat yang lain dilakukan perhitungan waktu siklus sesuai dengan rumus yang telah ada.

d. Menghitung efisiensi kerja

Menghitung efisiensi kerja yang dilakukan oleh alat berat. Factor-faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi kerja saat melakukan pekerjaan dengan alat berat. Efisiensi kerja dari alat berat itu sendiri yang mencakup umur alat berat dan juga efisiensi kerja yang dipengaruhi oleh operator yang menjalankan alat berat.

e. Perhitungan produktifitas dan biaya operasional alat berat

Perhitungan produktifitas yaitu kapasitas dikali dengan waktu siklus kemudian dikali dengan efisiensi waktu untuk menghasilkan produktifitas alat berat per-jam. Dari produktifitas itu dicari berapa lama waktu pelaksanaan atau selesainya item pekerjaan yaitu volume dibagi dengan produktifitas per-jam. Kemudian dicari biaya operasional per-jam lalu dikali dengan waktu pelaksanaan item pekerjaan.

f. Perhitungan harga satuan alat berat menggunakan alat berat

Hasil perhitungan biaya operasional alat berat yang didapat digunakan untuk mencari harga satuan pekerjaan menggunakan alat berat. Harga satuan pekerjaan menggunakan alat berat dihitung dengan cara biaya operasional alat berat dibagi dengan volume item pekerjaan yang nantinya menghasilkan harga satuan per- m^3 .

g. Hasil akhir

Hasil dari penelitian akan diketahui item pekerjaan yang dilakukan dan alat berat yang digunakan. Kemudian akan didapatkan kapasitas alat berat, waktu siklus, dan faktor efisiensi. Setelah itu dihitung biaya operasional alat berat yang menghasilkan nilai uang dan mendapatkan hasil harga satuan pekerjaan alat berat menggunakan alat berat.

4. PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Proyek

Bandara Ngurah Rai di Kabupaten Badung–Bali sebagai Bandara Internasional harus didukung oleh jalur transportasi yang memadai. Semakin padatnya lalu lintas dari dan ke arah bandara Ngurah Rai disebabkan oleh daerah di sekitar bandara Ngurah Rai, yaitu Kuta dan Nusa Dua merupakan sentra pariwisata di Bali, serta kawasan perhotelan dan perdagangan yang cukup banyak menampung tenaga kerja. Untuk mendukung keberadaan bandara Ngurah Rai sebagai bandara internasional dan mengurangi kepadatan lalu lintas di daerah tersebut yang berujung pada peningkatan perekonomian di Bali pada umumnya dan kabupaten Badung khususnya. maka Simpang Dewa Ruci sebagai penghubung Jalan Sunset Road dan Jalan Bypass Ngurah Rai diperluas dengan proyek Pembangunan Simpang Tak Sebidang *Underpass* Simpang Dewa Ruci. Pembangunan Simpang Tak Sebidang (*Underpass*) Simpang Dewa Ruci, meliputi pekerjaan pembangunan *Underpass* sepanjang 400 meter (4 lajur 2 arah), *Frontage* (4 lajur 2 arah), U Turn pada 3 sisi, yaitu Utara, Timur dan Selatan. Pemilik Proyek adalah Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan Denpasar, dan Kontraktor Utama untuk proyek ini PT. Adhi Karya (Persero), Tbk Divisi Konstruksi IV. Waktu pelaksanaan keseluruhan proyek ini direncanakan adalah 540 (lima ratus empat puluh) hari kalender atau 18 (delapan belas) bulan dengan sumber pendanaan APBN (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara).

4.2. Item Pekerjaan dan Kuantitas Pekerjaan

Item pekerjaan yang menggunakan alat berat dalam proyek pembangunan Simpang Tak Sebidang *Underpass* Simpang Dewa Ruci seperti Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

1. Pekerjaan *Bor pile*

Kuantitas pekerjaan *bor pile* dengan diameter 0,8 m seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuantitas pekerjaan *bor pile*

Kedalaman (m)	Jumlah titik	Volume (m^3)
12	444	2678,14
14	136	957,05
16	136	1093,78
18	136	1230,50
20	209	2101,10
Volume total		8060,57

Sumber: Hasil perhitungan

2. Pekerjaan tanah

Volume pekerjaan galian tanah dihitung berdasarkan gambar potongan melintang. gambar potongan per- 25 m antar potongan dibagi 17 potongan dengan perhitungan volume 16. Perhitungan pekerjaan tanah seperti Tabel 2.

Tabel 2. Kuantitas pekerjaan tanah 1

Volume	Sta	Luas <i>cross section</i> (m ³)	Perhitungan volume (m ³)
1	0+300	18.70	571.13
	0+325	26.99	
2	0+325	26.99	968.88
	0+350	50.52	
3	0+350	50.52	1552.63
	0+375	73.69	
4	0+375	73.69	2092.75
	0+400	93.73	
5	0+400	93.73	2553.00
	0+425	110.51	
6	0+425	110.51	2987.75
	0+450	128.51	
7	0+450	128.51	3362.00
	0+475	140.45	
8	0+475	140.45	4457.50
	0+500	216.15	

Volume	Sta	Luas <i>cross section</i> (m ³)	Perhitungan volume (m ³)
9	0+500	216.15	4307.13
	0+525	128.42	
10	0+525	128.42	3234.63
	0+550	130.35	
11	0+550	130.35	3117.63
	0+575	119.06	
12	0+575	119.06	2603.00
	0+600	89.18	
13	0+600	89.18	2051.00
	0+625	74.90	
14	0+625	74.90	1602.88
	0+650	53.33	
15	0+650	53.33	1104.63
	0+675	35.04	
16	0+675	35.04	722.88
	0+700	22.79	
Total Volume			37289.43

Sumber: Hasil perhitungan

3. Pekerjaan *Asphalt*

Volume pekerjaan asphalt seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kuantitas pekerjaan Asphalt

Kuantitas pekerjaan	Volume (m ³)
Asphalt	256

Sumber: Hasil perhitungan

4.3. Metodologi Pekerjaan

Mengurutkan pekerjaan yang akan dilakukan atau dilaksanakan. Agar diketahui pekerjaan yang menggunakan alat berat. Kemudian nantinya akan dapat diketahui aktifitas yang terjadi. Selanjutnya dari aktifitas yang terjadi dapat mendapatkan pekerjaan-pekerjaan yang memerlukan alat berat dan yang tidak memerlukan alat berat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penguraian pekerjaan dengan alat berat

Item Pekerjaan	Urutan Pekerjaan	Alat yang digunakan							
		<i>Bor pile</i>	<i>Excavator</i>	<i>Dump Truck</i>	<i>Wheel Dozer</i>	<i>Tandem Vibratory Roller</i>	<i>Asphalt Paver</i>	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	
Pekerjaan <i>Bor Pile</i>	Pengeboran dengan kedalaman yang telah direncanakan yaitu 12 m, 14 m, 16 m, 18 m, 20m	√	-	-	-	-	-	-	
	Pemindahan tanah hasil pengeboran	-	√	√	-	-	-	-	
	Pengecoran	-	-	-	-	-	-	-	
Pekerjaan Tanah	Penggalian tanah	-	√	-	-	-	-	-	
	Pemindahan tanah hasil galian	-	-	√	-	-	-	-	
	Timbunan tanah	-	-	-	√	-	-	-	
Pekerjaan Perkerasan Jalan	Pemadatan tanah	-	-	-	-	√	-	-	
	Pembersihan area yang akan di <i>asphalt</i>	-	-	-	-	-	-	-	
	Pekerjaan <i>Prime coat</i>	-	-	-	-	-	-	-	
Pekerjaan Perkerasan Jalan	Penghamparan <i>asphalt</i>	-	-	-	-	-	√	-	
	Pemadatan <i>asphalt</i>	-	-	-	-	√	-	√	

Sumber: pengamatan di lapangan

4.4. Pemilihan Alat Berat yang Digunakan.

Tahap pemilihan alat berat untuk pengerjaan proyek pembangunan *Underpass* Simpang Dewa Ruci disesuaikan dengan item pekerjaan yang akan dilakukan. Pemilihan alat berat yang digunakan pada proyek tersebut akan disajikan dalam sub bab berikut.

a. Pekerjaan *Bor pile*

Pekerjaan *bor pile* pada proyek tersebut ditujukan sebagai dinding dari *Underpass* yang akan digali. Pada pekerjaan *bor pile* ini alat yang digunakan kontraktor untuk menyelesaikannya adalah *bor pile, excavator, dump truck*

b. Pekerjaan tanah

Pekerjaan galian, pemindahan dan pemadatan tanah pada proyek pembangunan *Underpass* Simpang Dewa Ruci sepanjang 400meter. Pekerjaan tersebut akan diselesaikan dengan alat berat yaitu *excavator back hoe, dump truck, wheel dozer, dan tandem vibratory roller*

c. Pekerjaan *asphalt*

Pekerjaan perkerasan jalan pada proyek jalan *underpass* sepanjang 400 m. Proses pekerjaan perkerasan jalan ini akan memerlukan alat berat *Asphalt paver* sebagai penghampar *asphalt*. Pada bagian pemadatan *asphalt* menggunakan *tandem vibratory roller* dan *pneumatic tire roller*.

4.5. Kapasitas Alat Berat

Kapasitas alat berat yang digunakan dalam keseluruhan pekerjaan ini seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas alat berat

Jenis alat	Type alat	Diameter <i>Bor</i>	Lebar roller	Kapasitas alat	Kapasitas tangki oli (lt)	Kapasitas tangki bahan bakar (lt)
<i>Bor pile</i>	Soilmec R312/200	φ0,8 m	-	-	-	-
	Soilmec SR-60	φ0,8 m	-	-	-	-
<i>Excavator</i>	Komatsu PC 200-7	-	-	1 m ³	143	400
	Caterpillar 319D L	-	-	1 m ³	190	300
	Caterpillar 319D LN	-	-	1 m ³	190	300
	Komatsu PC 210-8	-	-	1 m ³	137	325
	Komatsu PC 200-8	-	-	1 m ³	135	400
<i>Dump truck</i>	Hino dutro 130HD	-	-	1 m ³	-	200
<i>Wheel dozer</i>	Komatsu WD420-3	-	-	3,1 m ³	-	340
<i>Tandem vibratory roller</i>	Caterpillar CB444B	-	3,6 m	-	-	208
<i>Asphalt paver</i>	AP1000B	-	3 m	-	-	265
<i>Pneumatic tire roller</i>	Caterpillar CD44B	-	2 m	-	-	270

Sumber: pengamatan di lapangan

4.6. Waktu Siklus

a. Pekerjaan *Bor pile*

Dalam pekerjaan *bor pile* menggunakan 2 (dua) alat berat dengan type Soilmec R312/200 dan Soilmec SR-60, dan perhitungan waktu siklus seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Waktu siklus *bor pile* Soilmec R312

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu Bor	45	Waktu Bor	44
Waktu Angkat	13	Waktu Angkat	14
Waktu Putar isi	9	Waktu Putar isi	8
Waktu Tuang	5	Waktu Tuang	5
Waktu Putar kosong	4	Waktu Putar kosong	5
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu Bor	45	Waktu Bor	43
Waktu Angkat	15	Waktu Angkat	16
Waktu Putar isi	9	Waktu Putar isi	9
Waktu Tuang	5	Waktu Tuang	4
Waktu Putar kosong	5	Waktu Putar kosong	5
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu Bor	44	Waktu Bor	42
Waktu Angkat	15	Waktu Angkat	17
Waktu Putar isi	10	Waktu Putar isi	9
Waktu Tuang	6	Waktu Tuang	6
Waktu Putar kosong	5	Waktu Putar kosong	5

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 77,83 detik

Dari spesifikasi *cycle time* = 40 detik

b. *Excavator*

Pekerjaan pemindahan tanah digunakan 5 (lima) alat *Excavator* dengan waktu siklus masing-masing seperti pada Tabel 8 sampai dengan Tabel 12.

Tabel 8. Waktu siklus *excavator* Komatsu PC 200-7

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu ambil	10.34	Waktu ambil	13.20
Waktu putar penuh	7.23	Waktu putar penuh	8.20
Waktu tuang	4.30	Waktu tuang	6.00
waktu putar kosong	4.00	waktu putar kosong	6.00
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu ambil	9.02	Waktu ambil	11.45
Waktu putar penuh	7.30	Waktu putar penuh	8.00
Waktu tuang	4.30	Waktu tuang	6.30
waktu putar kosong	4.20	waktu putar kosong	5.00
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu ambil	10.00	Waktu ambil	10.10
Waktu putar penuh	7.45	Waktu putar penuh	8.00
Waktu tuang	5.60	Waktu tuang	5.30
waktu putar kosong	5.20	waktu putar kosong	4.55

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 28,51 detik

Dari spesifikasi *cycle time* = 17,6 detik

Tabel 7. Waktu siklus *bor pile* Soilmec SR-60

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu Bor	45	Waktu Bor	45
Waktu Angkat	12	Waktu Angkat	15
Waktu Putar isi	10	Waktu Putar isi	9
Waktu Tuang	5	Waktu Tuang	6
Waktu Putar kosong	5	Waktu Putar kosong	5
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu Bor	42	Waktu Bor	44
Waktu Angkat	15	Waktu Angkat	16
Waktu Putar isi	10	Waktu Putar isi	9
Waktu Tuang	6	Waktu Tuang	6
Waktu Putar kosong	5	Waktu Putar kosong	5
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu Bor	45	Waktu Bor	44
Waktu Angkat	12	Waktu Angkat	17
Waktu Putar isi	10	Waktu Putar isi	9
Waktu Tuang	6	Waktu Tuang	6
Waktu Putar kosong	6	Waktu Putar kosong	6

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 79,33 detik

Dari spesifikasi *cycle time* = 40 detik

Tabel 9. Waktu siklus *excavator* Caterpillar 319DL

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu ambil	11.10	Waktu ambil	12.00
Waktu putar penuh	8.50	Waktu putar penuh	10.00
Waktu tuang	6.00	Waktu tuang	7.20
waktu putar kosong	5.20	waktu putar kosong	5.20
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu ambil	12.00	Waktu ambil	13.00
Waktu putar penuh	9.40	Waktu putar penuh	8.40
Waktu tuang	6.20	Waktu tuang	7.30
waktu putar kosong	5.00	waktu putar kosong	5.30
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu ambil	11.20	Waktu ambil	12.55
Waktu putar penuh	9.30	Waktu putar penuh	8.56
Waktu tuang	6.55	Waktu tuang	7.00
waktu putar kosong	5.40	waktu putar kosong	6.00

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 33,06 detik

Dari spesifikasi *cycle time* = 17 detik

Tabel 10. Waktu siklus *excavator* Caterpillar 319DL

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu ambil	11.00	Waktu ambil	12.10
Waktu putar penuh	9.00	Waktu putar penuh	8.50
Waktu tuang	7.00	Waktu tuang	5.20
waktu putar kosong	5.20	waktu putar kosong	4.40
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu ambil	10.20	Waktu ambil	10.30
Waktu putar penuh	7.30	Waktu putar penuh	8.10
Waktu tuang	5.10	Waktu tuang	6.00
waktu putar kosong	4.45	waktu putar kosong	5.10
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu ambil	9.20	Waktu ambil	10.00
Waktu putar penuh	7.45	Waktu putar penuh	7.00
Waktu tuang	5.30	Waktu tuang	5.50
waktu putar kosong	5.00	waktu putar kosong	4.40

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 28,80 detik
 Dari spesifikasi *cycle time* = 17 detik

Tabel 11. Waktu siklus *excavator* Komatsu PC 210-8

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu ambil	11.10	Waktu gali	9.20
Waktu putar penuh	7.24	Waktu putar penuh	8.10
Waktu tuang	5.10	Waktu tuang	5.20
waktu putar kosong	4.50	waktu putar kosong	4.40
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu ambil	12.10	Waktu ambil	10.00
Waktu putar penuh	9.10	Waktu putar penuh	8.00
Waktu tuang	5.00	Waktu tuang	5.30
waktu putar kosong	4.50	waktu putar kosong	4.50
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu ambil	13.00	Waktu ambil	9.50
Waktu putar penuh	10.30	Waktu putar penuh	7.45
Waktu tuang	6.30	Waktu tuang	5.50
waktu putar kosong	5.20	waktu putar kosong	4.30

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 29,15 detik
 Dari spesifikasi *cycle time* = 17,60 detik

Tabel 12. Waktu siklus *excavator* Komatsu PC 200-7

Siklus 1	Detik	Siklus 4	Detik
Waktu ambil	11.30	Waktu gali	13.00
Waktu putar penuh	8.20	Waktu putar penuh	9.10
Waktu tuang	6.30	Waktu tuang	5.20
waktu putar kosong	5.10	waktu putar kosong	4.50
Siklus 2	Detik	Siklus 5	Detik
Waktu ambil	9.15	Waktu ambil	9.10
Waktu putar penuh	7.25	Waktu putar penuh	7.40
Waktu tuang	5.10	Waktu tuang	5.10
waktu putar kosong	4.50	waktu putar kosong	4.50
Siklus 3	Detik	Siklus 6	Detik
Waktu ambil	11.10	Waktu ambil	10.35
Waktu putar penuh	8.10	Waktu putar penuh	7.20
Waktu tuang	6.30	Waktu tuang	5.30
waktu putar kosong	5.20	waktu putar kosong	4.45

Sumber: pengamatan di lapangan

Total waktu siklus dari rata-rata = 28,80 detik
 Dari spesifikasi *cycle time* = 17,60 detik

c. *Dump truck*

Pekerjaan pengangkutan tanah digunakan alat *Dump Truck* dengan waktu siklus seperti Tabel 13.

Tabel 13. Waktu siklus *dump truck* Hino Dutro 130HD

Jenis alat berat	Type alat	Waktu siklus dari kondisi lapangan	Waktu siklus dari spesifikasi
<i>Dump truck</i>	<i>Hino dutro 130HD</i>	13,25 Menit	11,57 Menit

Sumber: pengamatan di lapangan

d. *Dozer*

Penggunaan alat angkut juga digunakan *Dozer* dengan waktu siklus seperti Tabel 14.

Tabel 14. Waktu siklus *Dozer* Komatsu WD420-3

Jenis alat berat	Type alat	Waktu siklus dari kondisi lapangan	Waktu siklus dari spesifikasi
<i>Wheel Dozer</i>	<i>Komatsu WD420-3</i>	0,74 Menit	0,45 Menit

Sumber: pengamatan di lapangan

4.7. Faktor Efisiensi

Faktor Efisiensi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam produktifitas alat berat seperti Tabel 15.

Tabel 15. Faktor efisiensi alat berat

Jenis alat	Efisiensi kerja	Efisiensi waktu	Efisiensi operator	Faktor efisiensi
Bor pile	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Excavator	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Dump truck	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Wheel dozer	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Tandem vibratory roller	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Asphalt paver	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56
Pneumatic tire roller	0.75 kondisi operasi alat (baik) sebab tidak ada masalah, pemeliharaan mesin (baik) karena tidak ada masalah	0.83 (normal) sebab kerja selama 1 shift 8 jam tidak berhenti	0.90 (menyenangkan) sebab operator yang ada sudah pengalaman dan tidak dalam kondisi bermasalah	0.56

Sumber: pengamatan di lapangan

4.8. Metode Pelaksanaan

4.8.1 Pekerjaan Bor Pile

Secant Pile merupakan pembuatan tiang bor yang dikonstruksi secara rapat (saling mengarsir) sehingga membentuk seperti dinding penahan tanah yang kedap air. Ada 2 jenis tiang dalam perkerjaan ini yaitu *secondary pile* yang merupakan tiang tanpa tulangan dan *primary pile* yang merupakan tiang dengan tulangan. Pengeboran *secondary pile* dilakukan terlebih dahulu dengan jarak *secondary pile* 1,2 m dari as diameter bor pile dengan 2 unit alat *bor pile*.

4.8.2 Pekerjaan Tanah

Excavator menggali tanah yang nantinya menjadi jalan *underpass*. Dengan pemindahan tanah hasil galian dengan menggunakan *dump truck*. *Excavator* melakukan pekerjaan menggali dengan 2 sisi yaitu pada sisi utara dan sisi selatan yang nantinya bertemu pada tengah-tengah *underpass* atau daerah tertutup menggunakan 5 unit *excavator*. Pada daerah tertutup *underpass* penggalian dilakukan dengan cara kombinasi 3 *excavator* pada sisi utara dan 2 *excavator* pada sisi selatan. Hasil galian tanah ini nantinya dibawa ke tempat yang telah ditentukan dengan menggunakan *dump truck* 21 unit untuk pemindahan tanah hasil penggalian. Setelah penggalian selesai dilakukan

dilanjutkan dengan melakukan perataan tanah dengan *wheel dozer*. Pekerjaan perataan tanah yang menggunakan 1 unit *wheel dozer*. Setelah pekerjaan perataan selesai dilakukan. Selanjutnya timbunan dengan material baru untuk lapisan *subbase* dengan tebal 30 cm sepanjang jalan *underpass*. Pekerjaan timbunan ini dilakukan dengan cara meratakan material timbunan dengan *tandem vibratory roller*.

4.8.3 Pekerjaan Asphalt

Pekerjaan *Asphalt* merupakan pekerjaan finishing terakhir dari keseluruhan pekerjaan perkerasan jalan. Pada pekerjaan *asphalt* penghamparan menggunakan 1 unit *asphalt paver*. Pekerjaan *Asphalt* dilakukan setelah pemadatan selesai dilakukan. Hasil pemadatan harus dibersihkan terlebih dahulu hingga tidak ada debu. Setelah bersih dari debu dilakukan *prime coat* dengan 1 lt *asphalt* untuk 1 m². Setelah itu dibiarkan selama 2 jam sambil menunggu penyesuaian elevasi alat *asphalt paver*. Setelah penyesuaian *asphalt paver* selesai dilakukan penghamparan dengan bantuan *dump truck* untuk menuangkan *asphalt* yang dibawa dari *asphalt mixing plan*.

4.9. Produktifitas Alat Berat dari Spesifikasi Alat Berat

Produktifitas alat berat serta spesifikasinya yang digunakan dalam pekerjaan ini seperti pada Tabel 16.

Tabel 16. Produktifitas alat berat dari spesifikasi

Jenis alat	Type alat	Produktifitas dari Spesifikasi (m ³ /jam)
<i>Bor pile</i>	Soilmec R312-200	25,20
	Soilmec SR60	25,21
<i>Excavator</i>	Komatsu PC 200-7	91,64
	Caterpillar 319D L	94,87
	Caterpillar 319D LN	94,87
	Komatsu PC 210-8	91,64
	Komatsu PC 200-8	91,64
<i>Dump truck</i>	Hino Dutro 130HD	17,42
<i>Wheel dozer</i>	Komatsu WD420-3	231,47
<i>Tandem vibratory roller</i>	Caterpillar CB44B (Pemadatan timbunan tanah)	604,8
	Caterpillar CB44B (Pemadatan <i>asphalt</i>)	112,90
<i>asphalt paver</i>	Caterpillar AP1000B	47,04
<i>pneumatic tire roller</i>	Caterpillar CW34	22,40

Sumber: pengamatan di lapangan

4.10. Produktifitas Alat Berat Sesuai Kondisi Lapangan

Produktifitas alat berat sesuai kondisi lapangan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Produktifitas alat berat sesuai kondisi lapangan

Jenis alat	Type alat	Produktifitas dari Kondisi lapangan (m ³ /jam)
<i>Bor pile</i>	Soilmec R312-200	12,95
	Soilmec SR60	12,71
<i>Excavator</i>	Komatsu PC 200-7	56,58
	Caterpillar 319D L	48,78
	Caterpillar 319D LN	56,00
	Komatsu PC 210-8	55,33
	Komatsu PC 200-8	56,00
<i>Dump truck</i>	Hino Dutro 130HD	15,22
<i>Wheel dozer</i>	Komatsu WD420-3	138,88
<i>Tandem vibratory roller</i>	Caterpillar CB44B (Pemadatan timbunan tanah)	216
	Caterpillar CB44B (Pemadatan <i>asphalt</i>)	40,32
<i>asphalt paver</i>	Caterpillar AP1000B	16,8
<i>pneumatic tire roller</i>	Caterpillar CW34	9,33

Sumber: pengamatan di lapangan

4.11. Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasional alat berat dalam pekerjaan ini dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Biaya operasional alat berat

No	Alat berat	Total Biaya Operasional (Rp)
1	<i>Bor pile</i>	761.788.125.00
2	<i>Excavator</i>	676.921.882.50
3	<i>Dump truck</i>	177.218.550.00
4	<i>wheel dozer</i>	102.613.00.00
5	<i>Tandem vibratory roller</i>	890.000.00
6	<i>Asphalt paver</i>	898.720.00
7	<i>Pneumatic tire roller</i>	350.297.50

Sumber: pengamatan di lapangan

4.12. Harga Satuan Pekerjaan Menggunakan Alat Berat

Harga satuan pekerjaan dengan menggunakan alat berat pada pekerjaan ini seperti pada Tabel 19.

Tabel 19. Harga satuan pekerjaan alat berat

No	Alat berat	Harga satuan /m ³ (Rp)
1	<i>Bor pile</i>	945.07.97
2	<i>Excavator</i>	149.26.61
3	<i>Dump truck</i>	39.077.96
4	<i>wheel dozer</i>	5.344.42
5	<i>Tandem vibratory roller</i>	4.090.07
6	<i>Asphalt paver</i>	35.106.25
7	<i>Pneumatic tire roller</i>	13.683.49

Sumber: pengamatan di lapangan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa penggunaan alat berat dari data proyek *underpass* Simpang Dewa Ruci dapat disimpulkan:

1. Pekerjaan, kuantitas, dan alat yang menggunakan pada proyek *underpass* Simpang Dewa Ruci adalah:

No	Uraian pekerjaan	Volume (m ³)	Alat yang digunakan
1	Pekerjaan <i>bor pile</i>	8.060.57	<i>Bor Pile Equipment</i>
2	Pemindahan hasil pengeboran	8.060.57	<i>Excavator dan Dump Truck</i>
3	Pekerjaan penggalian tanah	37.289,43	<i>Excavator</i>
4	Pekerjaan pemindahan tanah hasil galian	37.289,43	<i>Dump truck</i>
5	Pekerjaan timbunan	1.920,00	<i>Whell dozer</i>
6	Pekerjaan pemadatan	1.920,00	<i>Tandem vibratory roller</i>
7	Pekerjaan perkerasan jalan	256	<i>Asphalt paver</i>
8	pekerjaan pemadatan <i>asphalt</i>	256	<i>Tandem vibratory roller dan Pneumatic tire roller</i>

Sumber: pengamatan di lapangan

2. Produktifitas dari spesifikasi alat dan kondisi lapangan adalah:

Jenis alat	Type alat	Jumlah alat berat (unit)	Produktifitas dari Spesifikasi (m^3/jam)	Produktifitas dari Kondisi lapangan (m^3/jam)
<i>Bor pile</i>	Soilmec R312-200	1	25,20	12,95
	Soilmec SR60	1	25,21	12,71
<i>Excavator</i>	Komatsu PC 200-7	1	91,64	56,58
	Caterpillar 319D L	1	94,87	48,78
	Caterpillar 319D LN	1	94,87	56,00
	Komatsu PC 210-8	1	91,64	55,33
	Komatsu PC 200-8	1	91,64	56,00
<i>Dump truck</i>	Hino Dutro 130HD	1	17,42	15,22
<i>Wheel dozer</i>	Komatsu WD420-3	1	231,47	138,88
<i>Tandem vibratory roller</i>	Caterpillar CB44B (Pemadatan timbunan tanah)	1	604,8	216
	Caterpillar CB44B (Pemadatan asphalt)	1	112,90	40,32
<i>asphalt paver</i>	Caterpillar AP1000B	1	47,04	16,8
<i>pneumatic tire roller</i>	Caterpillar CW34	1	22,40	9,33

Sumber: Hasil perhitungan

3. Biaya operasional alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan adalah:

No	Alat berat	Unit	Total Biaya Operasional (Rp)
1	<i>Bor pile</i>	2	761.788.125.00
2	<i>Excavator</i>	5	676.921.882.50
3	<i>Dump truck</i>	21	177.218.550.00
4	<i>wheel dozer</i>	1	102.613.00.00
5	<i>Tandem vibratory roller</i>	1	890.000.00
6	<i>Asphalt paver</i>	1	898.720.00
7	<i>Pneumatic tire roller</i>	1	350.297.50

Sumber: pengamatan di lapangan

4. Harga satuan pekerjaan dengan menggunakan alat berat adalah:

No	Uraian pekerjaan	Alat berat	Unit	Harga satuan / m^3 (Rp)
1	Pengeboran	<i>Bor pile</i>	2	945.07.97
2	Pemindahan tanah hasil pengeboran <i>bor pile</i> dan penggalian tanah	<i>Excavator</i>	5	149.26.61
3	Pemindahan tanah	<i>Dump truck</i>	21	39.077.96
4	Perataan tanah	<i>wheel dozer</i>	1	5.344.42
5	Pemadatan tanah dan pemadatan <i>Asphalt</i>	<i>Tandem vibratory roller</i>	1	4.090.07
6	Penghamparan <i>asphalt</i>	<i>Asphalt paver</i>	1	35.106.25
7	Pemadatan <i>asphalt</i>	<i>Pneumatic tire roller</i>	1	13.683.49

Sumber: Hasil perhitungan

6. DAFTAR PUSTAKA

- Rostiyanti, S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Andi Tenrisukki Tenriajeng. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma
- Rochmanhadi. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Caterpillar. 2012. *Caterpillar Performance Handbook Edition 42*. USA
- Komatsu. 2009. *Specifications and Application Handbook Edition 30*. Japan
- Soilmec. R-312/200 Hydraulic Rotary Rig. Italy
- Soilmec. Hydraulic Rotary Rig SR-60. Italy