

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

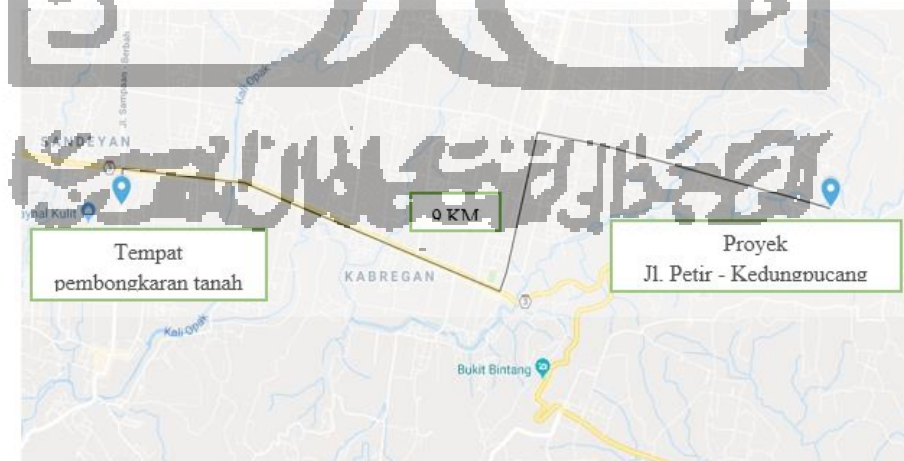
Studi kasus penelitian adalah proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul. Data proyek yang diperoleh pada Lampiran 7 sebagai berikut :

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

Volume galian biasa : 325.53 m³

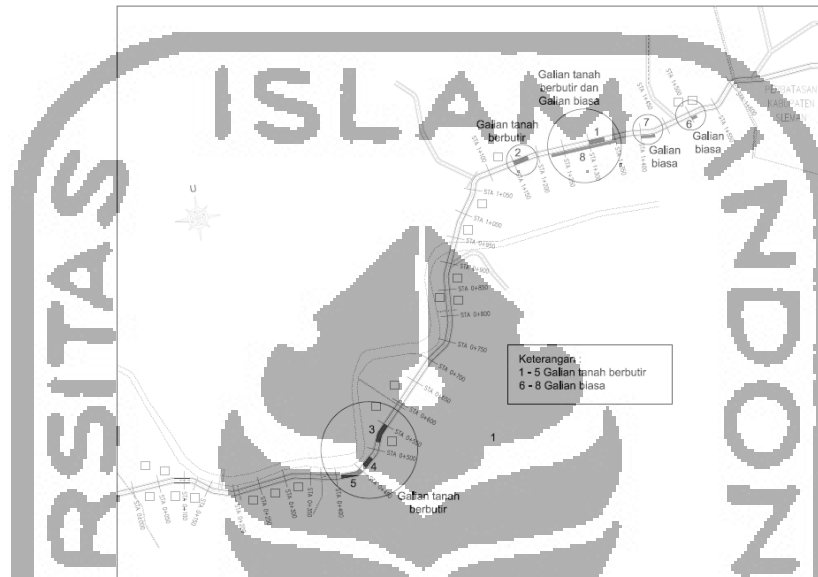
Volume galian berbutir : 290.30 m³

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*.



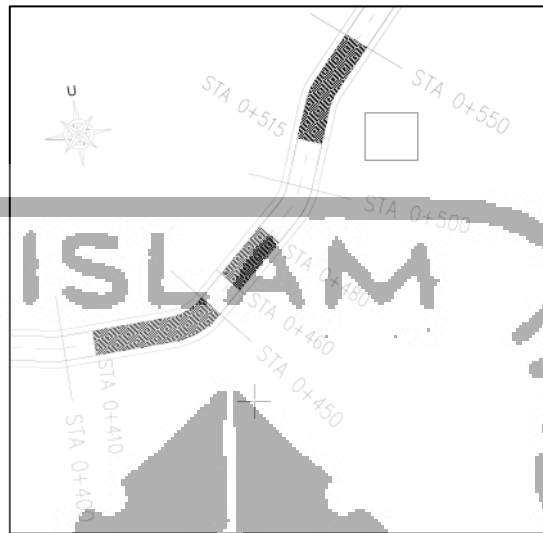
Gambar 5.1 Denah Lokasi proyek dengan tempat pembongkaran tanah

Pada Gambar 5.1 menjelaskan mengenai jarak antara lokasi penggalian dengan tempat pembongkaran tanah adalah 9 kilometer. *Dump Truck* bermuatan penuh akan membawa bongkaran tanah menuju tempat pembongkaran dengan



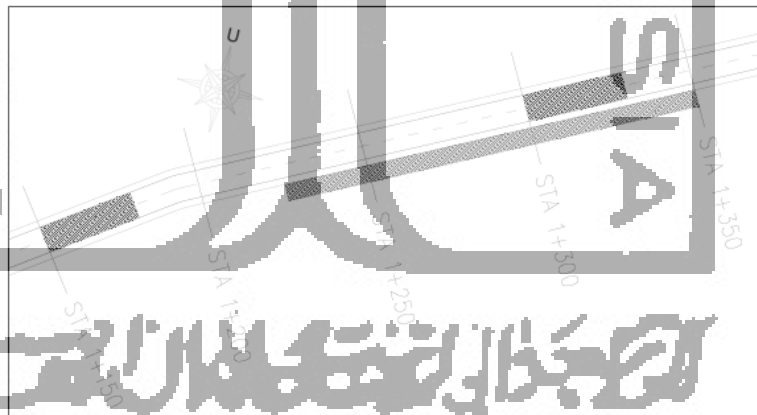
Gambar 5.2 Denah Lengkap Lokasi Rencana Pekerjaan Jalan

Pada Gambar 5.2 menjelaskan lokasi pekerjaan yang akan digali. Pekerjaan tanah tersebut meliputi galian tanah berbutir dan galian biasa. Pada nomor 1 sampai dengan nomor 5 adalah galian tanah berbutir dan nomor 6 sampai dengan nomor 8 adalah galian biasa. Pekerjaan pada lapangan akan dilakukan pekerjaan galian biasa dan dimulai dari nomor 6 sampai dengan nomor 8. Pekerjaan galian tanah berbutir akan dilakukan setelah pekerjaan galian biasa selesai. Pekerjaan galian tanah berbutir dimulai dari nomor 1 sampai dengan nomor 5.



Gambar 5.3 Lokasi Rencana Pekerjaan Galian Berbutir 1

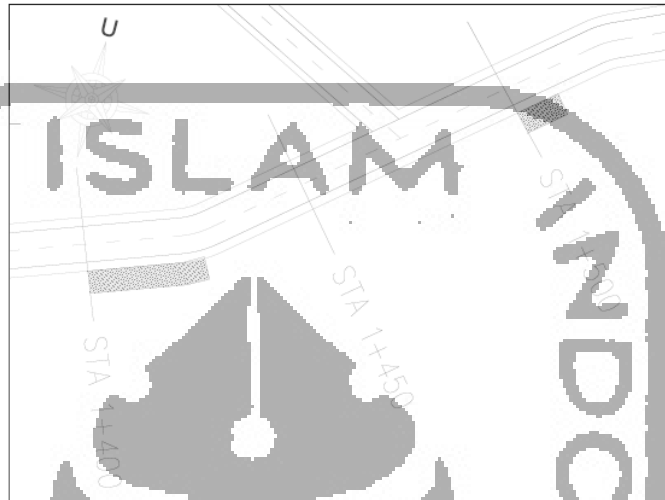
Pada Gambar 5.3 menjelaskan lokasi pekerjaan galian tanah berbutir dimulai dari stasiun 0+410 sampai dengan 0+450, stasiun 0+460 sampai dengan 0+480, dan stasiun 0+515 sampai dengan 0+550. Pekerjaan galian tanah berbutir tersebut dikerjakan setelah pekerjaan galian biasa selesai.



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) : $17.14 \text{ liter/jam} \times 9.800,00 = 168.000,00$ / jam
 c. Operator : $160.000,00/\text{hari}/7 \text{ jam} = 22.857,14/\text{jam}$
 d. Harga sewa : $385.000,00 + 168.000,00 + 22.857,14$
 = $575.857,14$ /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) : $6.43 \text{ liter/jam} \times 9.800,00 = 63.000,00$ / jam
 b. Operator : $200.000,00/\text{hari}/7 \text{ jam} = 21.428,57/\text{jam}$
 c. Harga sewa : $200.000,00 + 63.000,00 + 21.428,57$
 = $284.428,57$ /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 :

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

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.

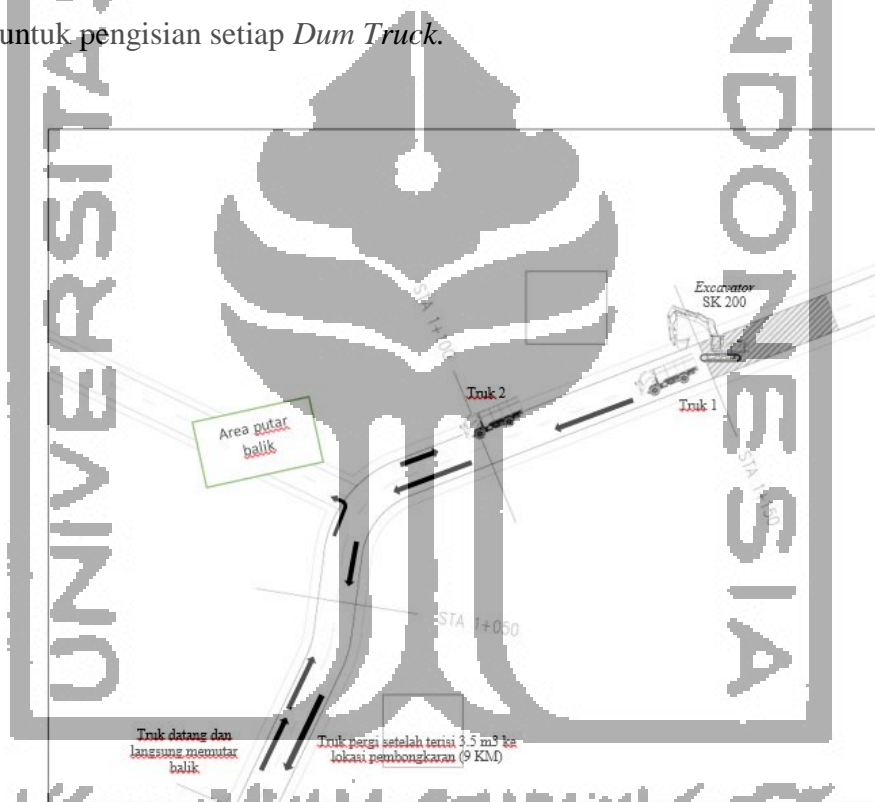
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Analisa dengan kondisi asli di lapangan

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*

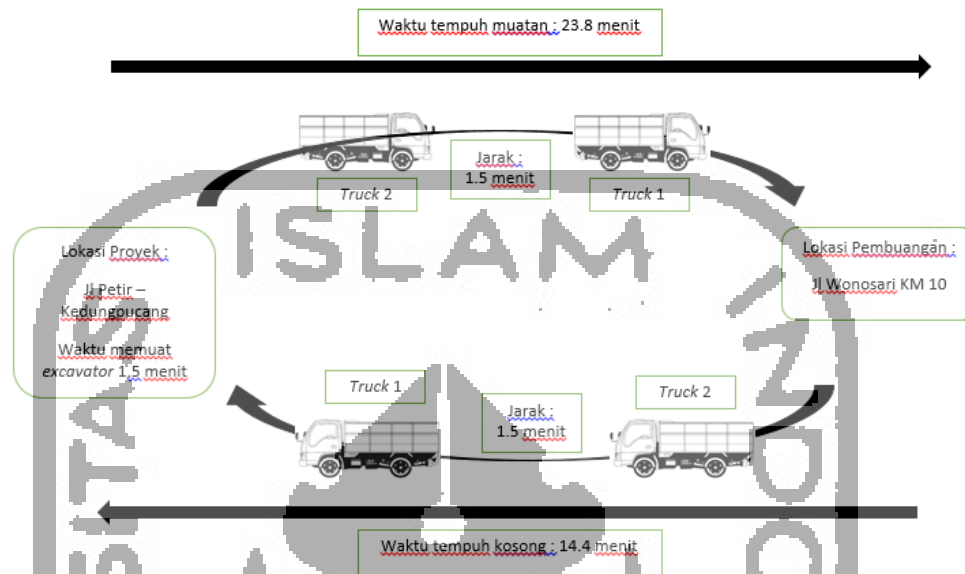
SK200 memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m^3 . *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong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

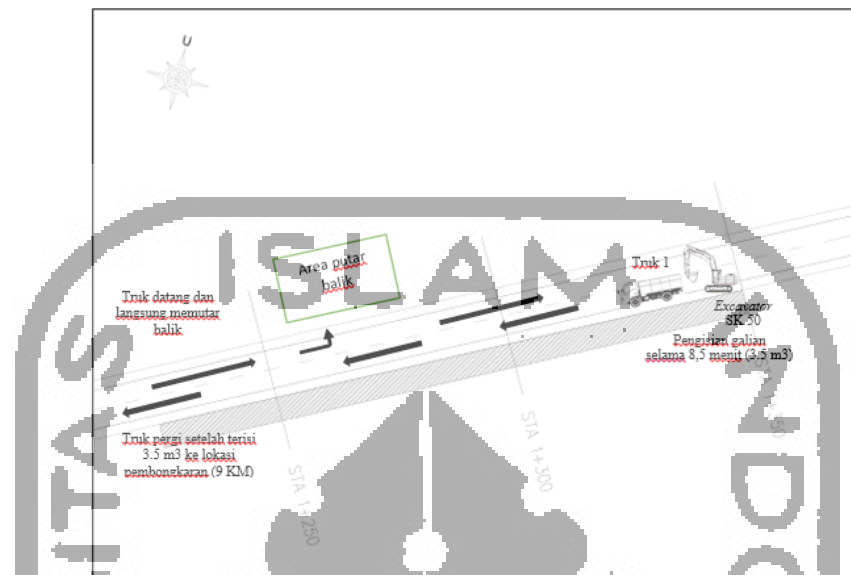


Gambar 5.7 Layout untuk *Excavator* SK200 dengan 2 unit *dump truck*

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 5.10 Set Layout untuk Excavator SK200 dengan 3 unit dump truck

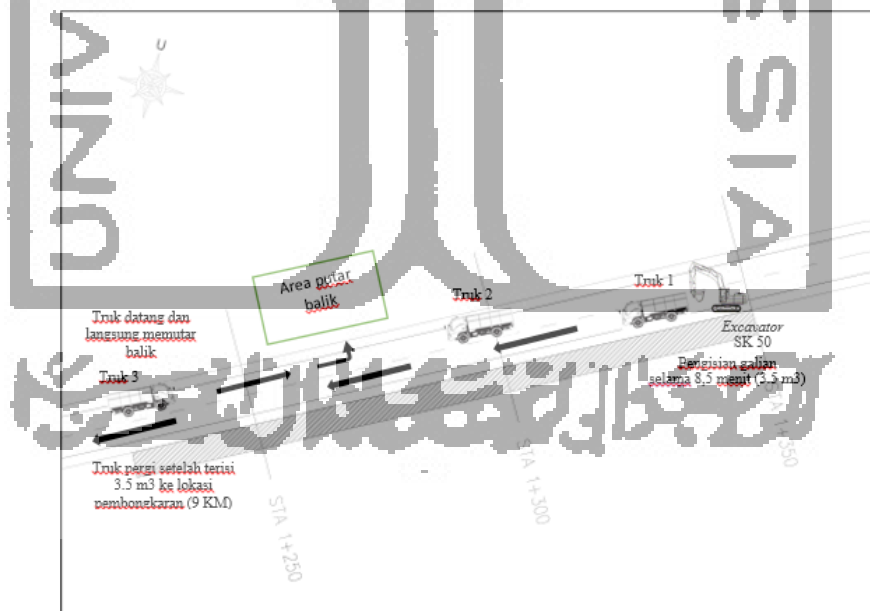
Pada Gambar 5.10 menjelaskan bahwa dump truck 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. Dump Truck 2 akan menunggu selama 1,5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat. Dump Truck 3 akan menunggu 3 menit dan sudah berada di area putar balik.

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 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 5.12 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 :

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

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

$$= 11.14 \text{ jam}$$

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

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

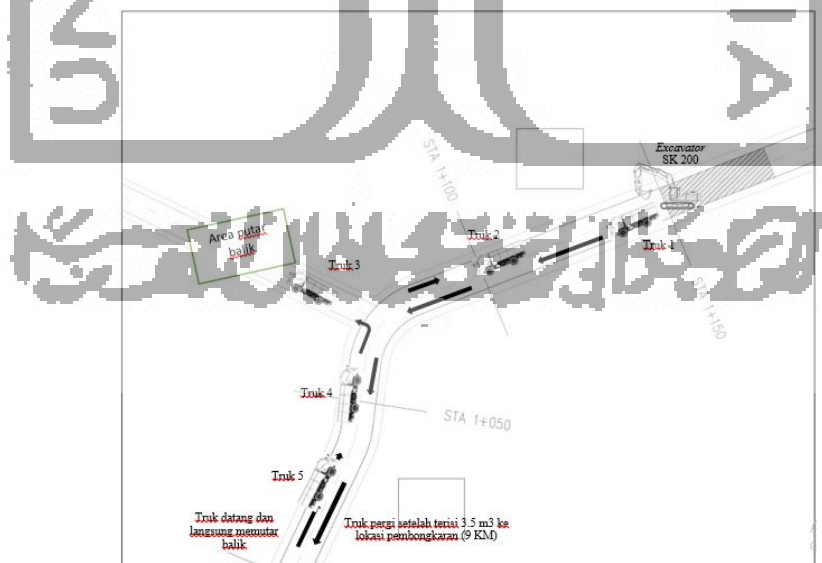
Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2

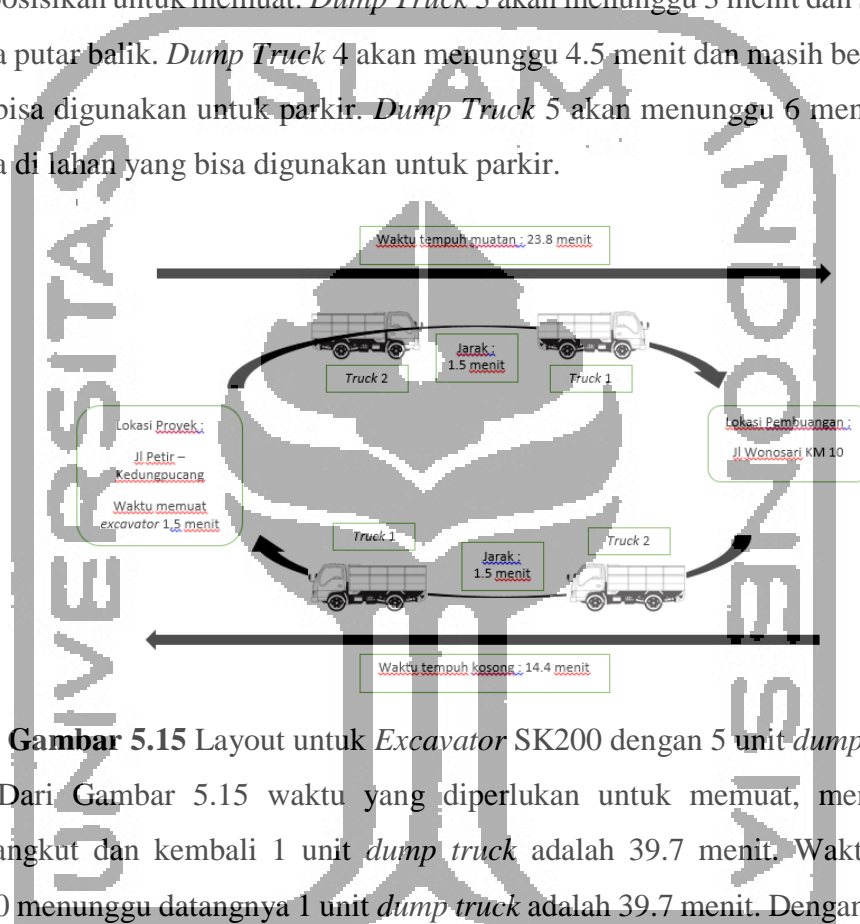
JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	284,428.57	11.73	6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	5	163,142.86	2.71	2,210,707.52
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	163,142.86	11.41	7,446,050.77
Total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

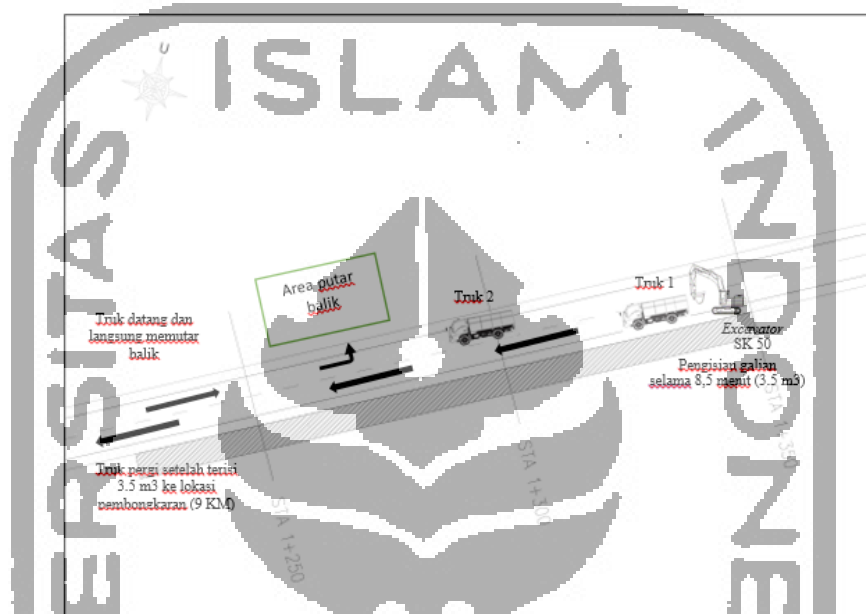


Gambar 5.15 Layout untuk *Excavator* SK200 dengan 5 unit *dump truck*

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.

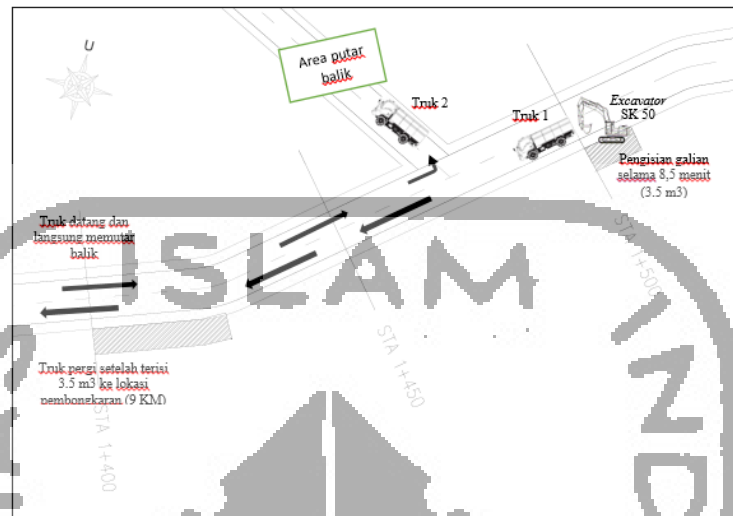
Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK50 memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m^3 (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu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

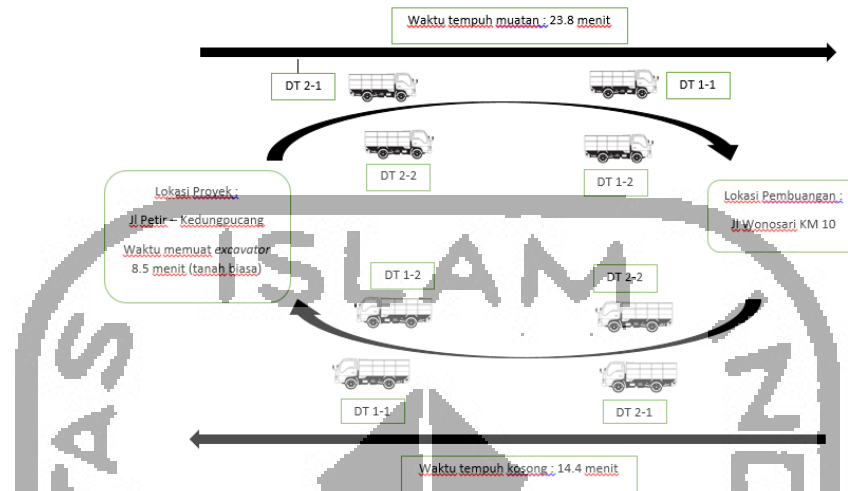
Pada Gambar 5.16 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat.



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 memosisikan 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)

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

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

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

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

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

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

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

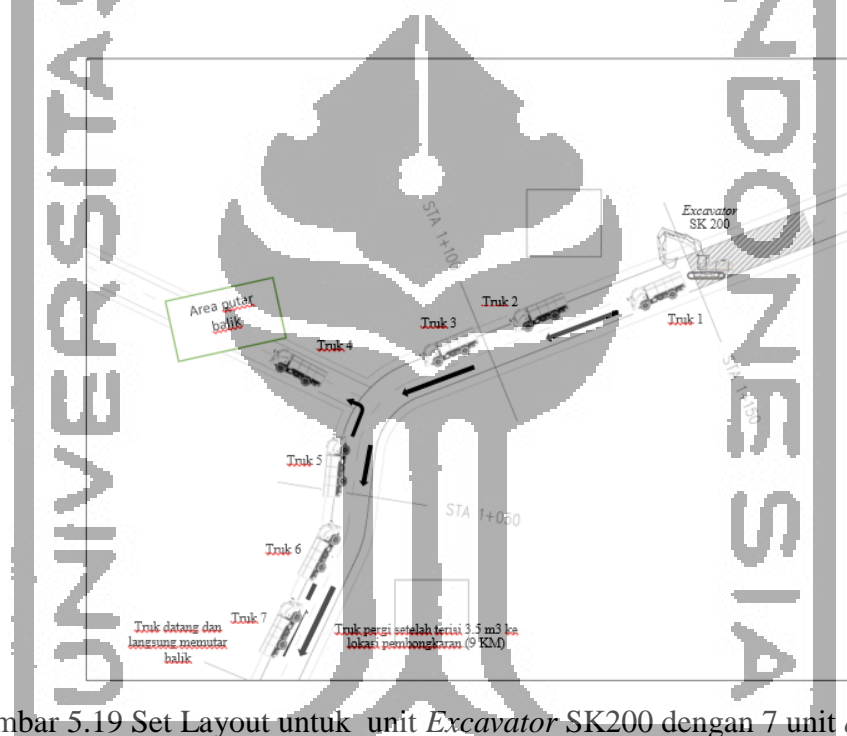
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3

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.

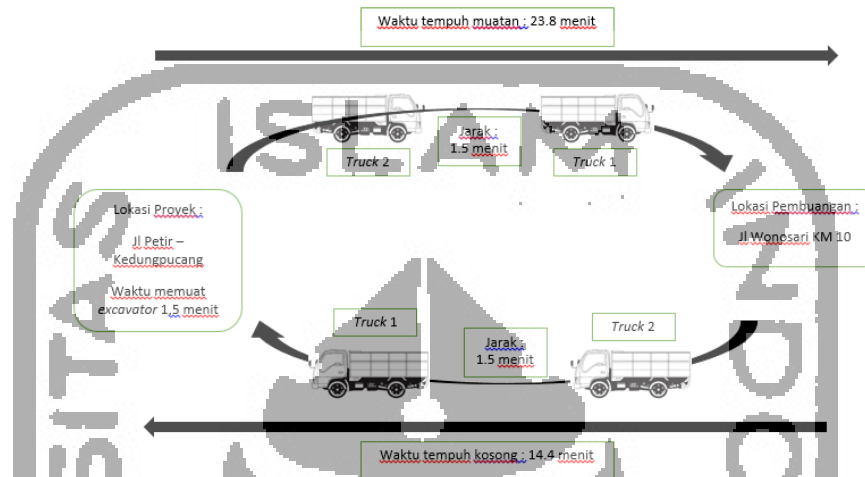
Dua *dum truck* yang memuat galian dari *Excavator* SK200 memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.



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.

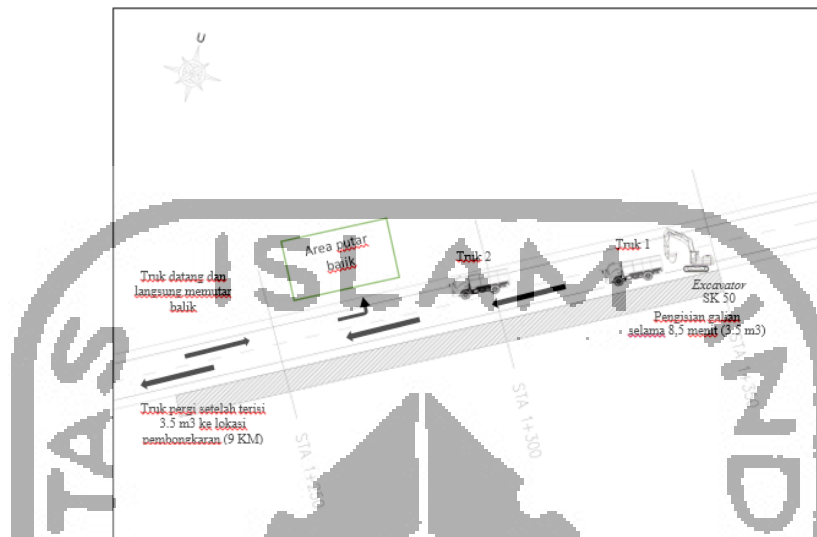


Gambar 5.20 Layout untuk unit *Excavator* SK200 dengan 7 unit *dump truck*

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.

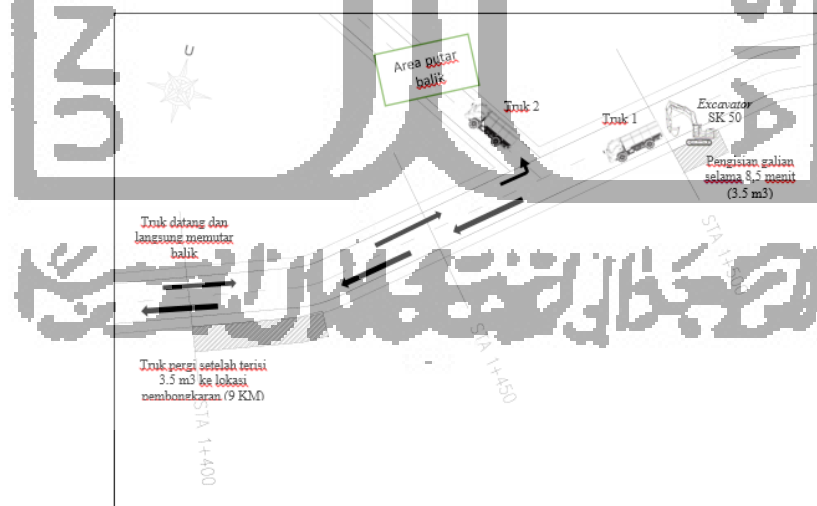
Data pada proyek, satu unit *Excavator* SK50 memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³ (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu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



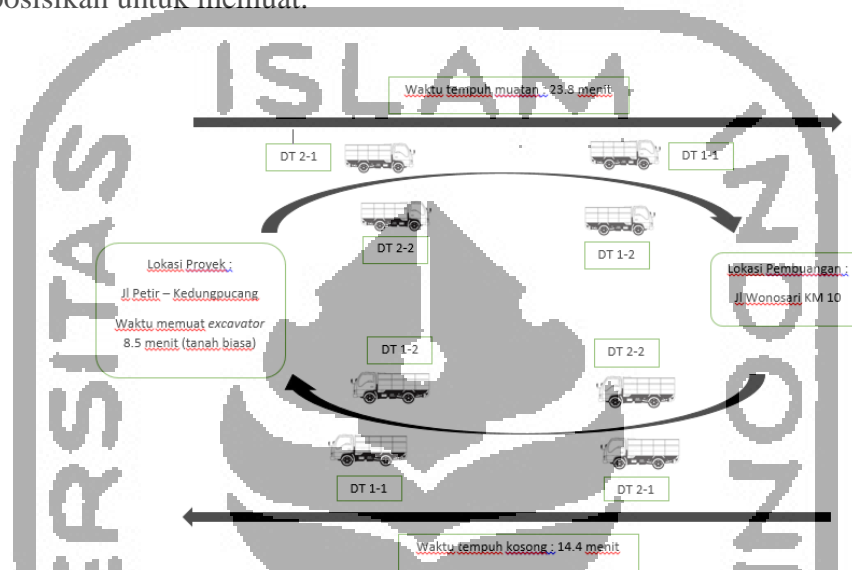
Gambar 5.21 Set Layout untuk 1 unit *Excavator* SK50 dengan 2 unit *dump truck* pada daerah 1

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.

