

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

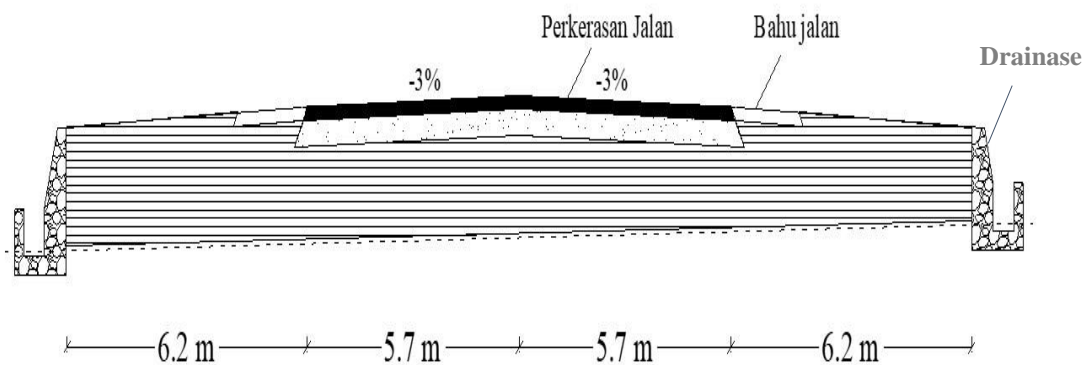
Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan ruas Bugel-Girijati. Berikut data proyek yang diperoleh antara lain:

Lokasi Proyek : Jalan Jalur Lintas Selatan ruas Bugel
Girijati Parangtritis Yogyakarta.

Panjang Pekerjaan Jalan : 2,665 km

Lebar Pekerjaan Jalan : 23,8 m

Berikut gambar 5.1 potongan melintang pekerjaan timbunan proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Bugel-Girijati.



Gambar 5.1 Potongan Melintang Pekerjaan Timbunan Jalan Jalur Lintas Selatan Bugel-Girijati.

5.2 Perhitungan Volume Galian Tanah

Berikut perhitungan volume galian dan timbunan tanah pada proyek Pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan ruas Bugel Girijati Parangtritis Yogyakarta:

1. Perhitungan volume timbunan

Station sta 16+185

Tinggi Timbunan : 1,35 m

Station sta 16+200

Tinggi Timbunan : 1,9 m

Lebar Jalan : 23,8 m

Panjang Jalan : 15

$$\begin{aligned} \text{a. Tinggi rata-rata} &= \frac{\text{Tinggi sta 17+600} + \text{sta 17+625}}{2} \\ &= \frac{1,35 + 1,9}{2} \\ &= 1,625 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Volume timbunan} &= p \times l \times t \\ &= 1,625 \times 23,8 \times 15 \\ &= 966,875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan volume galian

Station sta 17+600

Tinggi Timbunan : 0,12 m

Station sta 17+625

Tinggi Timbunan : 0,1 m

Lebar Jalan : 23,8 m

Panjang Jalan : 25

$$\begin{aligned} \text{a. Tinggi rata-rata} &= \frac{\text{Tinggi sta 17+600} + \text{sta 17+625}}{2} \\ &= \frac{0,12 + 0,1}{2} \\ &= 0,11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Volume timbunan} &= p \times l \times t \\ &= 0,11 \times 23,8 \times 25 \\ &= 65,45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tinggi galian dan timbunan tanah setiap stasiun didapat dari data potongan memanjang jalan dapat dilihat pada lampiran dan data lebar jalan didapat dari data potongan melintang. Hasil dari perhitungan volume galian dan timbunan sta 16+185 sampai dengan sta 18+825 dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2 berikut:

Tabel 5.1 Perhitungan Galian Tanah

Station (STA)	Tinggi Galian (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m³)
sta 16+450	0,64	23,8	7,24	55,13984
sta 16+475				
sta 16+525	0,24	23,8	20	57,12
sta 16+550				
sta 16+575	0,13	23,8	25	77,35
sta 16+600				
sta 16+600	0,395	23,8	25	235,025
sta 16+625				
sta 16+625	0,68	23,8	25	404,6
sta 16+650				
sta 16+650	0,8	23,8	25	476
sta 16+675				
sta 16+675	0,735	23,8	25	437,325
sta 16+700				
sta 16+700	0,62	23,8	15,5	0,58
sta 16+725				
sta 16+925	0,17	23,8	17,708	35,823284
sta 16+950				
sta 16+950	0,17	23,8	22,368	45,250464
sta 16+975				
sta 17+575	0,12	23,8	4,688	6,694464
sta 17+600				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.1 Perhitungan Galian Tanah

Station (STA)	Tinggi Galian(m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m³)
sta 17+600	0,11	23,8	25	65,45
sta 17+625				
sta 17+625	0,1	23,8	3,012	3,58428
sta 17+650				
sta 17+750	0,49	23,8	15,705	91,575855
sta 17+775				
sta 17+775	1,69	23,8	23,736	91,575855
sta 17+800				
sta 17+925	1,02	23,8	16,889	204,998682
sta 17+950				
sta 17+950	0,94	23,8	25	559,3
sta 18+000				
sta 18+000	1,525	23,8	25	907,375
sta 18+025				
sta 18+025	1,43	23,8	25	850,85
sta 18+050				
sta 18+050	1,5755	23,8	25	937,4225
sta 18+075				
sta 18+075	1,791	23,8	24,15	514,706535
sta 18+100				
Jumlah				6057,746759

Sumber : Analisis Data 2017

Hasil dari data perhitungan timbunan tanah pekerjaan Jalan Jalur Lintas Selatan Ruas Bugel-Girijati dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m³)
sta 16+185	1,625	23,8	25	966,875
sta 16+200				
sta 16+200	2,11	23,8	25	1255,45
sta 16+225				
sta 16+250				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 16+250	2,125	23,8	25	1264,375
sta 16+275				
sta 16+275	2,02	23,8	25	1201,9
sta 16+300				
sta 16+300	1,68	23,8	25	999,6
sta 16+325				
sta 16+325	0,78	23,8	25	464,1
sta 16+350				
sta 16+350	0,21	23,8	25	124,95
sta 16+375				
sta 16+375	0,2	23,8	24,6321	58,624398
sta 16+400				
sta 16+400	0,47	23,8	25	279,65
sta 16+425				
sta 16+425	0,775	23,8	25	461,125
sta 16+450				
sta 16+450	1,57	23,8	17,76	331,81008
sta 16+475				
sta 16+475	1,315	23,8	25	782,425
sta 16+500				
sta 16+500	0,605	23,8	25	359,975
sta 16+525				
sta 16+525	0,15	23,8	5	8,925
sta 16+550				
sta 16+550	0,16	23,8	25	95,2
sta 16+575				
sta 16+700	0,38	23,8	9,5	42,959
sta 16+725				
sta 16+725	0,735	23,8	25	437,325
sta 16+750				
sta 16+750	1,49	23,8	25	886,55
sta 16+775				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 16+800	0,33	23,8	25	196,35
sta 16+825				
sta 16+825	0,245	23,8	25	145,775
sta 16+850				
sta 16+850	0,71	23,8	25	422,45
sta 16+875				
sta 16+875	0,905	23,8	25	538,475
sta 16+900				
sta 16+900	0,435	23,8	25	258,825
sta 16+925				
sta 16+925	0,07	23,8	7,292	6,074236
sta 16+950				
sta 16+950	0,02	23,8	2,632	0,626416
sta 16+975				
sta 16+975	0,605	23,8	25	359,975
sta 17+000				
sta 17+000	1,46	23,8	25	868,7
sta 17+025				
sta 17+025	1,755	23,8	25	1044,225
sta 17+050				
sta 17+050	1,49	23,8	25	886,55
sta 17+075				
sta 17+075	1,435	23,8	25	853,825
sta 17+100				
sta 17+100	1,13	23,8	25	672,35
sta 17+125				
sta 17+125	0,835	23,8	25	496,825
sta 17+150				
sta 17+150	0,99	23,8	25	589,05
sta 17+175				
sta 17+175	1,435	23,8	25	853,825
sta 17+200				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 17+200	1,415	23,8	25	841,925
sta 17+225				
sta 17+225	1,19	23,8	25	708,05
sta 17+250				
sta 17+250	1,13	23,8	25	672,35
sta 17+275				
sta 17+275	1,305	23,8	25	776,475
sta 17+300				
sta 17+300	1,335	23,8	25	794,325
sta 17+350				
sta 17+350	2,095	23,8	25	1246,525
sta 17+425				
sta 17+425	2,555	23,8	25	1520,225
sta 17+450				
sta 17+450	1,37	23,8	25	815,15
sta 17+475				
sta 17+475	0,42	23,8	25	249,9
sta 17+500				
sta 17+500	0,645	23,8	25	383,775
sta 17+550				
sta 17+550	0,83	23,8	25	493,85
sta 17+575				
sta 17+575	0,52	23,8	20,312	125,690656
sta 17+600				
sta 17+600	0,11	23,8	25	65,45
sta 17+625				
sta 17+625	0,73	23,8	21,983	190,966321
sta 17+650				
sta 17+650	1,495	23,8	25	889,525
sta 17+675				
sta 17+675	2,495	23,8	25	1484,525
sta 17+700				
sta 17+700	2,24	23,8	25	1332,8
sta 17+725				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 17+725	1,02	23,8	25	606,9
sta 17+750				
sta 17+750	0,29	23,8	9,295	32,077045
sta 17+775				
sta 17+775	0,09	23,8	1,264	1,353744
sta 17+800				
sta 17+800	1,39	23,8	25	827,05
sta 17+850				
sta 17+850	2,69	23,8	25	1600,55
sta 17+875				
sta 17+875	2,26	23,8	25	1344,7
sta 17+900				
sta 17+900	1,08	23,8	25	642,6
sta 17+925				
sta 17+925	0,33	23,8	6,111	23,997897
sta 17+950				
sta 18+075	0,063	23,8	0,85	0,637245
sta 18+100				
sta 18+100	0,5195	23,8	25	309,1025
sta 18+125				
sta 18+125	1,181	23,8	25	702,695
sta 18+150				
sta 18+150	2,843	23,8	25	1691,585
sta 18+175				
sta 18+175	4,0695	23,8	25	2421,3525
sta 18+200				
sta 18+200	3,657	23,8	25	2175,915
sta 18+225				
sta 18+225	3,375	23,8	25	2008,125
sta 18+250				
sta 18+250	3,0785	23,8	25	1831,7075
sta 18+275				
sta 18+275	2,686	23,8	25	1598,17
sta 18+300				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 18+300	1,245	23,8	25	740,775
sta 18+325				
sta 18+325	2,04	23,8	25	1213,8
sta 18+350				
sta 18+350	1,767	23,8	25	1051,365
sta 18+375				
sta 18+375	1,448	23,8	25	861,56
sta 18+400				
sta 18+400	1,1295	23,8	25	672,0525
sta 18+425				
sta 18+425	1,2055	23,8	25	717,2725
sta 18+450				
sta 18+450	1,339	23,8	25	796,705
sta 18+475				
sta 18+475	1,212	23,8	25	721,14
sta 18+500				
sta 18+500	0,5915	23,8	25	351,9425
sta 18+525				
sta 18+525	1,28	23,8	25	761,6
sta 18+550				
sta 18+550	1,405	23,8	25	835,975
sta 18+575				
sta 18+575	1,3465	23,8	25	801,1675
sta 18+600				
sta 18+600	1,1755	23,8	25	699,4225
sta 18+625				
sta 18+625	1,2565	23,8	25	747,6175
sta 18+650				
sta 18+650	0,662	23,8	25	393,89
sta 18+675				
sta 18+675	0,788	23,8	25	468,86
sta 18+700				

Sumber : Analisis Data 2017

Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Timbun Tanah

Station (STA)	Tinggi Timbunan (m)	Lebar Jalan (m)	Panjang Jalan (m)	Volume Timbunan (m ³)
sta 18+700	0,313	23,8	25	186,235
sta 18+725				
sta 18+725	0,3605	23,8	25	214,4975
sta 18+750				
sta 18+750	0,2385	23,8	25	141,9075
sta 18+775				
sta 18+775	0,9255	23,8	25	550,6725
sta 18+800				
sta 18+800	0,4365	23,8	25	259,7175
sta 18+825				
JUMLAH				52528,94454

Sumber : Analisis Data 2017

Tabel 5.1 dan 5.2 diatas tinggi galian diperoleh volume keseluruhan galian tanah termasuk galian untuk bahu jalan sebesar 6057,878492 m³. Pekerjaan galian menggunakan alat berat *excavator* material hasil galian kemudian langsung dimuat ke *dump truck* kemudian dibawa ke daerah timbunan. Sedangkan untuk volume timbunan diperoleh sebesar 52463,5 m³. Volume galian tidak mencukupi untuk volume yang dibutuhkan didaerah timbunan jadi didatangkan tanah dari *quary* yang jaraknya 2 km dari tempat timbunan. Dalam penelitian ini peneliti hanya menghitung tanah yang diangkut dari daerah galian ketempat timbunan.

5.1 Analisis Data

5.3.1 Jenis Alat Berat yang Digunakan

Berikut ini merupakan alat-alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian pada proyek Pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan ruas Bugel-Girijati adalah sebagai berikut :

- Jenis alat : *Excavator*
Merk/Jenis : *Komatsu PC200*
Kapasitas : 1 m³

- Kondisi : Baik
 Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
2. Jenis alat : *Dump truck*
 Merk/Jenis : *Hino Dutro 130 HD*
 Kapasitas : 7 m^3
 Kondisi : Baik
 Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
3. Jenis alat : *Bulldozer*
 Merk/Jenis : *Caterpillar D6G*
 Kapasitas : $3,24 \text{ m}^3$
 Kondisi : Baik
 Fungsi alat : Penggusur dan pendorong tanah hasil galian.

5.3.2 Biaya Sewa Alat

Dari hasil pengumpulan data didapat harga sewa alat berat yang di gunakan pada proyek pekerjaan Jalan Jalur Lintas Selatan ruas Bugel Girijati dari perusahaan penyediaan penyewahan alat berat wilayah Yogya tidak disebutkan nama perusahaanya demi menjaga persaingan diantara perusahaan lain . Harga sewa alat berat yang didapat sudah termasuk biaya operator dan bahan bakar Berikut adalah data sewa harga alat berat :

1. *Excavator* harga sewa alat berat yaitu Rp.536,000.- per jam
 Untuk biaya sewa alat per-harinya sebesar Rp.536,000 x 7 jam (jam kerja normal pemakaian alat berat) adalah Rp3.752.000.- per hari
2. *Bulldozer* harga sewa alat berat yaitu Rp.486,00.- per jam
 Biaya sewa alat per-harinya sebesar Rp.486.000 x 7 jam (jam kerja normal pemakaian alat berat) adalah Rp3.402.000.- per hari
3. *DumpTruck* harga sewa alat berat yaitu Rp.130.000 per jam
 Biaya sewa alat per-harinya sebesar Rp.130.000 x 7 jam (jam kerja normal pemakaian alat berat) adalah Rp910.000.- per hari

5.3.3 Perhitungan Produktivitas Alat

1. *Excavator*

Tipe	: Komatsu PC 200
Kapasitas bucket (q')	: 1 m^3
Efisiensi kerja (E)	: 0,75
Faktor bucket (K)	: 0,8
Waktu gali	: 5 detik
Waktu putar	: 7 detik
Waktu buang	: 7 detik

a. Produktivitas *excavator* untuk menggali

$$1) \text{ Waktu siklus (Cm)} = \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang}$$

$$= 5 + (2 \times 7) + 7$$

$$= 26 \text{ detik}$$

$$2) \text{ Produksi per siklus (q)} = q' \times K$$

$$= 1 \times 0,8$$

$$= 0,8 \text{ m}^3$$

3) Produktivitas *excavator* per jam (m^3/jam)

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

$$= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{26}$$

$$= 83,08 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. *Bulldozer*

Tipe	: Caterpillar D6G
Lebar Blade (L)	: 3,8 m
Tinggi Blade (H)	: 0,924 m
Faktor Blade (a)	: 0,9
Jarak Gusur (D)	: 50 m

Efisiensi kerja (E)	: 0.75
Kecepatan maju (F)	: 60 m/menit
Kecepatan mundur (R)	: 180 m/menit
Waktu ganti perseneling(z)	: 0,2 menit

Koefisien perubahan volume tanah : 1

$$\begin{aligned}
 \text{a. Waktu siklus (cm)} &= \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \\
 &= \frac{50}{60} + \frac{50}{180} + 0,2 \\
 &= 1,311 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Produksi } \textit{Bulldozer} \text{ (q)} &= L \times H^2 \times a \\
 &= 3,88 \times 0,924^2 \times 0,9 \\
 &= 3,16 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{60}{cm} \times q \times E \times f \\
 &= \frac{60}{1,311} \times 3,16 \times 0,75 \times 1 \\
 &= 108,46 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. *Dump truck*

Merk	: Hino Dutro 130 HD
Kapasitas bak <i>dump truck</i> (c)	: 7 m^3
Kapasitas pemuat (q')	: 1 m^3
Factor bucket pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0,75
Jarak Angkut (D)	: 1000 m
Kecepatan bermuatan (V_1)	: 12 km/jam = 200 m/menit
Kecepatan kosong (V_2)	: 20 km/jam = 333,33 m/menit
Waktu buang (t_1)	: 0,6 menit
Waktu tunggu (t_2)	: 0,2 menit

Waktu siklus pemuat (Cms) : 0,4 menit

a. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* dengan ukuran *bucket* 1 m³ waktu siklus 0,4 menit.

1) Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi 1 *dump truck* (n)

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

$$\begin{aligned} 2) \text{ Produksi per siklus (C)} &= n x q' x K \\ &= 9 x 1 x 0,8 \\ &= 7,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Waktu siklus (Cm)} &= n x Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\ &= 9 x 0,4 + \frac{1000}{200} + \frac{1000}{333,3} + 0,6 + 0,2 \\ &= 12,7 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) Produktivitas per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C x 60 x E}{Cm} \\ &= \frac{7,2 x 60 x 0,75}{12,7} \\ &= 25,51 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5.3.4 Penentuan Jumlah *Dump truck* Berdasarkan Kapasitas Produksi.

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

$$1. \text{ Jumlah } \textit{dump truck} (n) = \frac{\textit{Produksi excavator}}{\textit{produksi dump truck}}$$

$$= \frac{83,077}{25,51}$$

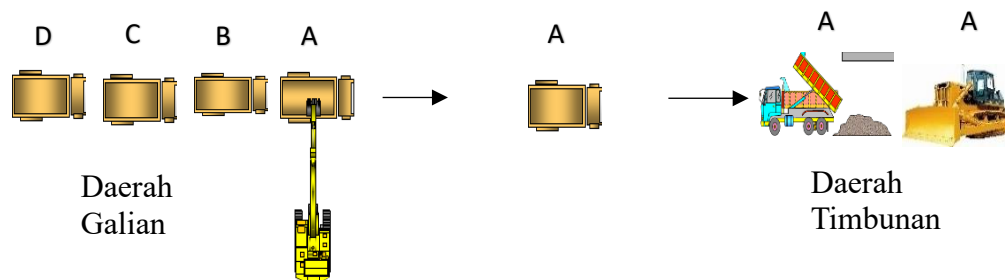
$$= 3,26 \text{ unit diambil 4 unit}$$

Untuk perhitungan alternatif selanjutnya akan menggunakan 4 *dump truck* pada alternatif 1, 3 *dump truck* pada alternatif 2 dan 2 *dump truck* pada alternatif 3. Untuk mencari *dump truck* yang paling efisien pada kombinasi alat berat pekerjaan galian dan timbunan tanah.

5.3.5 Perhitungan Analisis Alternatif

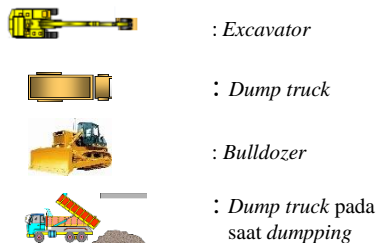
1. Alternatif 1

Pada alternatif 1 alat berat yang digunakan yaitu *excavator* sebanyak 1 unit, *bulldozer* sebanyak 1 unit dan *dump truck* sebanyak 4. Berikut gambar 5.3 cara kerja alat berat.



Gambar 5.3 Cara Kerja Alat Berat Alternatif 1

Keterangan :



a. *Excavator*

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian dengan menggunakan alat berat *excavator*.

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Jam kerja alat berat	: 7 jam/hari
Volume galian	: 6057,8 m ³
Produksi <i>Excavator</i> per jam (Q)	: 83,07 m ³ /jam
1) Produksi <i>excavator</i> seluruh alat	= Q x n
	= 83,07 m ³ /jam x 1 unit x 7 jam
	= 581,54 m ³ /hari
2) Waktu kerja <i>excavator</i>	= $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$
	= $\frac{6057,8}{581,54}$
	= 10,42 = 11 hari
	= 11 hari
3) Biaya alat sewa per hari	= Rp3.752.000 /hari
4) Biaya total sewa alat	= Rp3.752.000 x 11 hari x 1 unit
	= Rp41.272.000

Pada alternatif ini *excavator* digunakan sebanyak 1 unit untuk pekerjaan galian dan untuk memuat ke *dump truck*.

b. *Bulldozer*

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Volume Galian	: 6057,8 m ³
Jam kerja alat berat	: 7 jam/hari
Produksi <i>bulldozer</i> per jam (Q)	: 108,46 m ³ /jam
1) Produksi <i>bulldozer</i> seluruh alat	= Q x n
	= 108,46 m ³ /jam x 1 unit x 7 jam

$$= 725,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$2) \text{ Waktu kerja } \textit{bulldozer} = \frac{\textit{Volume Galian}}{\textit{Produksi bulldozer seluruh alat}}$$

$$= \frac{6057,8}{725,76}$$

$$= 7,97 = 8 \text{ hari}$$

$$3) \text{ Biaya alat sewa per hari} = \text{Rp}3.402.000 /\text{hari}$$

$$4) \text{ Biaya total sewa alat} = \text{Rp}3.402.000 \times 8 \text{ hari} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp}27.216.000$$

Tugas *bulldozer* pada pekerjaan ini hanya digunakan untuk penghamparan tanah yang diangkut oleh *dump truck* ke tempat timbunan.

c. *Dump truck*

$$\text{Volume yang akan diangkut} : 6057,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per hari} : 25,51 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi } \textit{excavator} : 11 \text{ hari}$$

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

$$1) \text{ Produksi } \textit{dump truck} \text{ seluruh alat} = Q \times n$$

$$= 25,51 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ unit} \times 7$$

$$\text{jam}$$

$$= 714,33 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$2) \text{ Waktu kerja } \textit{dump truck} = \frac{\textit{Volume Galian}}{\textit{Produksi dump truck seluruh alat}}$$

$$= \frac{6057,8}{714,33}$$

$$= 8,48 \text{ hari}$$

$$= 9 \text{ hari}$$

Karena *dump truck* dan *excavator* kerja bersamaan jadi waktu kerja *dump truck* adalah 11 hari mengikuti waktu kerja *excavator*.

$$1) \text{ Waktu kerja } \textit{dump truck} = 11 \text{ hari}$$

$$2) \text{ Biaya sewa alat per jam} = \text{Rp}910.000.- \text{ per hari}$$

- 3) Biaya total sewa *dump truck* = Rp910.000x 11 hari x 4 unit
= Rp40.040.000

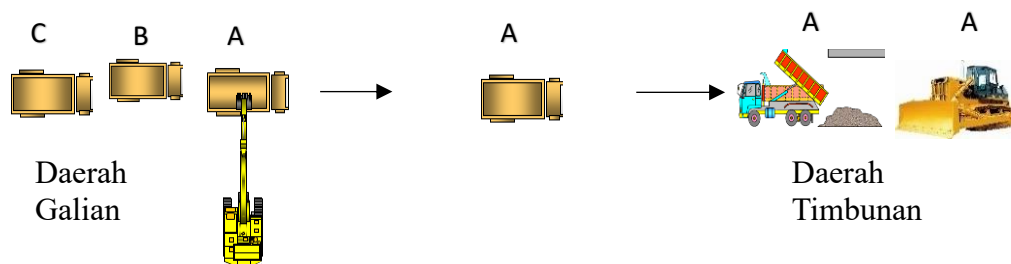
Dari data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.3 Hasil perhitungan Analisis Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	11	Rp41.272.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggusur
<i>Dump truck</i>	4	11	Rp40.040.000	mengangkut
Total		30	Rp108.528.000	

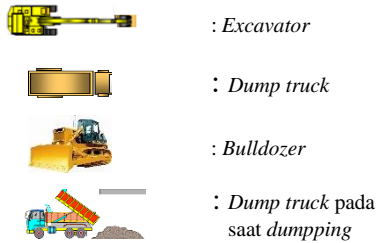
2. Alternatif 2

Pada alternatif 1 alat berat yang digunakan yaitu *excavator* sebanyak 1 unit, *bulldozer* sebanyak 1 unit dan *dump truck* sebanyak 3. Berikut gambar 5.3 cara kerja alat berat.



Gambar 5.4 Cara Kerja Alat Berat Alternatif 2

Keterangan :



a. *Excavator*

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian dengan menggunakan alat berat *excavator*.

Jumlah alat (n) : 1 unit

Jam kerja alat berat : 7 jam/hari

Volume galian : 6057,8 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) : 83,07 m³/jam

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 83,07 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \times 7 \\
 &\quad \text{jam} \\
 &= 581,54 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Waktu kerja } \textit{excavator} &= \frac{\textit{Volume Galian}}{\textit{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{6057,8}{581,54} \\
 &= 10,42 = 11 \text{ hari} \\
 &= 11 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$3) \text{ Biaya alat sewa per hari} = \text{Rp}3.752.000 / \text{hari}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Biaya total sewa alat} &= \text{Rp}3.752.000 \times 11 \text{ hari} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp}41.272.000
 \end{aligned}$$

Pada alternatif 2 sama seperti alternatif 1 *excavator* digunakan sebanyak 1 unit untuk pekerjaan galian dan untuk memuat ke *dump truck*.

b. *Bulldozer*

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Volume Galian	: 6057,8 m ³
Jam kerja alat berat	: 7 jam/hari
Produksi <i>bulldozer</i> per jam (Q)	: 108,46 m ³ /jam
1) Produksi <i>bulldozer</i> seluruh alat	= Q x n = 108,46 m ³ /jam x 1 unit x 7 jam = 725,76 m ³ /hari
2) Waktu kerja <i>bulldozer</i>	= $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi } bulldozer \text{ seluruh alat}}$ = $\frac{6057,8}{725,76}$ = 7,97 = 8 hari
3) Biaya alat sewa per hari	= Rp3.402.000 /hari
4) Biaya total sewa alat	= Rp 486.000,00 x 8 hari x 1 unit = Rp27.216.000

Tugas *bulldozer* pada pekerjaan ini hanya digunakan untuk penghamparan tanah yang diangkut oleh *dump truck* ke tempat timbunan.

c. *Dump truck*

Volume yang akan diangkut	: 6057,8 m ³
Produksi <i>dump truck</i> per hari	: 25,51 m ³ /jam
Produksi kerja <i>excavator</i>	: 11 hari

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

1) Produksi <i>dump truck</i> seluruh alat	= Q x n = 25,51 m ³ /jam x 3 unit x 7 jam = 535,75 m ³ /hari
2) Waktu kerja <i>dump truck</i>	= $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi } dump \text{ truck seluruh alat}}$

$$= \frac{6057,8}{535,75}$$

$$= 11,31 \text{ hari}$$

$$= 12 \text{ hari}$$

Karena *dump truck* dan *excavator* kerja bersamaan jadi waktu kerja *dump truck* adalah 12 hari.

- 1) Waktu kerja *dump truck* = 12 hari
- 2) Biaya sewa alat per jam = Rp910.000.- per hari
- 3) Biaya total sewa *dump truck* = Rp910.000 x 12 hari x 3 unit
= Rp32.760.000

Jadi waktu kerja alat berat *excavator* menjadi 12 hari dengan biaya sewa alat berat sebagai berikut :

- 1) Waktu kerja *excavator* = 12 hari
- 2) Biaya sewa alat per jam = Rp3.752.000.- per hari
- 3) Biaya total sewa *dump truck* = Rp3.752.000 x 12 hari x 1 unit
= Rp45.024.000

Dari data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5.4 Hasil perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	12	Rp45.024.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggusur

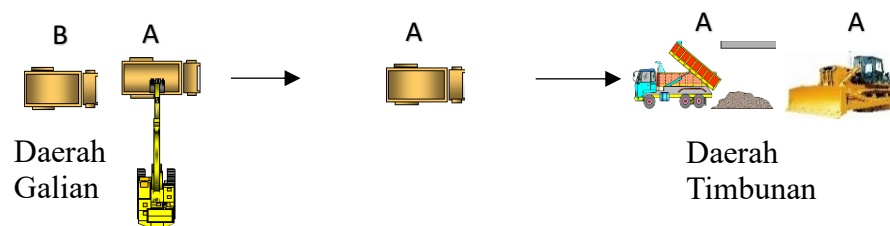
Lanjutan Tabel 5.4 Hasil perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Dump truck</i>	3	12	Rp32.760.000	mengangkut
Total		32	Rp105.000.000	

3. Alternatif 3





Pada alternatif 3 alat berat yang digunakan yaitu *excavator* sebanyak 1 unit, *bulldozer* 1 unit dan *dump truck* 2 unit. Berikut gambar 5.4 cara kerja alat berat.

kerja alat berat.



Gambar 5.4 Cara Kerja Alat Berat Alternatif 3

Keterangan

-  : *Excavator*
-  : *Dump truck*
-  : *Bulldozer*
-  : *Dump truck pada saat dumping*

a. *Excavator*

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian dengan menggunakan alat berat *excavator*.

Jumlah alat (n) : 1 unit

Jam kerja alat berat : 7 jam/hari

Volume galian : 6057,8 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) : 83,07 m³/jam

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 83,07 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 83,07 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} \\
 &= 581,54 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Waktu kerja } \textit{excavator} &= \frac{\textit{Volume Galian}}{\textit{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{6057,8}{581,54} \\
 &= 10,42 \text{ hari} \\
 &= 11 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pada alternatif ini *excavator* digunakan sebanyak 1 unit sama seperti alternatif ke 1 untuk pekerjaan galian dan untuk memuat ke *dump truck*.

b. *Bulldozer*

Jumlah alat (n) : 1 unit

Volume Galian : 6057,8 m³

Jam kerja alat berat : 7 jam/hari

Produksi *bulldozer* per jam (Q) : 108,46 m³/jam

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Produksi } \textit{bulldozer} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 108,46 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \times 7 \\
 &\quad \text{jam} \\
 &= 725,76 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Waktu kerja } \textit{bulldozer} = \frac{\textit{Volume Galian}}{\textit{Produksi bulldozer seluruh alat}}$$

$$= \frac{6057,8}{725,76}$$

$$= 7,97 = 8 \text{ hari}$$

3) Biaya alat sewa per hari = Rp3.402.000 /hari

4) Biaya total sewa alat = Rp 486.000,00 x 8 hari x 1 unit

$$= \text{Rp}27.216.000$$

Tugas *bulldozer* pada pekerjaan ini hanya digunakan untuk penghamparan tanah yang diangkut oleh *dump truck* ke tempat timbunan.

c. *Dump truck*

Volume yang akan diangkut : 6057,8 m³

Produksi *dump truck* per hari : 25,51 m³/jam

Produksi kerja *excavator* : 11 hari

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

1) Produksi *dump truck* seluruh alat = Q x n

$$= 25,51 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 357,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2) Waktu kerja *dump truck* = $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi dump truck seluruh alat}}$

$$= \frac{6057,8}{357,16}$$

$$= 16,96 \text{ hari}$$

$$= 17 \text{ hari}$$

4) Waktu kerja *dump truck* = 17 hari

5) Biaya sewa alat per jam = Rp910.000.- per hari

6) Biaya total sewa *dump truck* = Rp910.000 x 17 hari x 2 unit

$$= \text{Rp}30.940.000$$

Jadi waktu kerja alat berat *excavator* menjadi 17 hari dengan biaya sewa alat berat sebagai berikut :

- 1) Waktu kerja *excavator* = 17 hari
- 2) Biaya sewa alat per jam = Rp3.752.000.- per hari
- 3) Biaya total sewa *dump truck* = Rp3.752.000 x 17 hari x 1 unit
= R 63.784.000

Tabel 5.5 Hasil perhitungan Analisis Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	17	Rp63.784.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggusur
<i>Dump truck</i>	2	17	Rp30.940.000	mengangkut
Total		42	Rp121.940.000	

5.4 Pembahasan

5.4.1 Jumlah Alat, Waktu dan Biaya Sewa Alat Berat

1. Alternatif 1

Berdasarkan analisis didapatkan hasil pada alternatif 1 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.6 Jumlah, Biaya dan Waktu Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	11	Rp41.272.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggusur
<i>Dump truck</i>	4	11	Rp40.040.000	mengangkut
Total		30	Rp108.528.000	

Pada alternatif 1 waktu total alat berat yaitu 30 hari dengan biaya Rp108.528.000. Pada alternatif ini terjadi antrian *dump truck* sebanyak 3 unit

untuk siklus pertama dan untuk siklus ke dua dan seterusnya terjadi antrian *dump truck* sebanyak 1 unit dengan waktu menganggur (*idle time*) 3,9 menit, untuk alat berat *excavator* terjadi waktu menganggur alat berat sebesar 0,8 menit untuk siklus pertama dan untuk siklus selanjutnya 0,2 menit . Gambar waktu siklus dapat dilihat pada lampiran.

2. Alternatif 2

Berdasarkan analisis didapatkan hasil pada alternatif ke 2 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.7 Jumlah, Biaya dan Waktu Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	12	Rp45.024.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggosur
<i>Dump truck</i>	3	12	Rp32.760.000	mengangkut
	Total	32	Rp105.000.000	-

Pada alternatif 2 waktu total alat berat 32 hari dengan biaya Rp105.000.000. Pada alternatif ini terjadi antrian *dump truck* sebanyak 2 unit untuk siklus pertama dan untuk siklus ke dua dan seterusnya tidak terjadi antrian *dump truck* tidak ada alat berat *dump truck* yang menganggur.

Pada alternatif kapasitas *dump truck* tidak bisa memenuhi kapasitas excavator per hari, maka durasi kerja excavator mengikuti durasi kerja *dump truck* yang pada awalnya durasi kerja excavator 11 hari (alternatif 1) menjadi 12 hari sehingga excavator memiliki *idle time*. Gambar siklus pekerjaan alat berat dapat dilihat pada lampiran

$$1) \quad \text{Perbandingan Waktu} = \frac{32-30}{30} \times 100 \% \\ = 6,67 \%$$

$$2) \quad \text{Perbandingan Biaya} = \frac{\text{Rp105.000.000} - \text{Rp108.528.000}}{\text{Rp108.528.000}} \times 100 \% \\ = -3,25 \%$$

Keterangan

- (-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah
- (+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

3. Alternatif 3

Berdasarkan analisis didapatkan hasil pada alternatif ke 3 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8 Jumlah, Biaya dan Waktu Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (hari)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	17	Rp63.784.000	Gali dan muat ke <i>dump truck</i>
<i>Bulldozer</i>	1	8	Rp27.216.000	menggusur
<i>Dump truck</i>	2	17	Rp30.940.000	mengangkut
Total		42	Rp121.940.000	

Pada alternatif 3 waktu total pemakaian alat berat yaitu 42 hari dengan biaya Rp121.940.000. Pada alternatif ini terjadi antrian *dump truck* sebanyak 1 unit untuk siklus pertama dan untuk siklus ke dua dan seterusnya tidak terjadi antrian *dump truck* atau tidak terjadi *idle time*, Pada alternatif ini pada siklus ke 2 dan seterusnya terjadi antrian *dump truck*.

Pada alternatif ini Kapasitas *dump truck* tidak bisa memenuhi kapasitas excavator per hari, maka durasi kerja excavator mengikuti durasi kerja *dump truck* yang pada awalnya durasi kerja excavator 11 hari (alternatif 1) menjadi 17 hari sehingga excavator memiliki *idle time*. Gambar siklus pekerjaan alat berat dapat dilihat pada lampiran.

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Perbandingan Waktu} &= \frac{42-30}{30} \times 100 \% \\
 &= 40 \%
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Perbandingan Biaya} = \frac{\text{Rp121.940.000} - \text{Rp108.528.000}}{\text{Rp108.528.000}} \times 100 \%$$

= 12,36 %

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

5.4.2 Hasil Rekapitulasi Perbandinagan Alternatif Alat Berat

Dari hasil perhitungan alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 dapat dilihat pada hasil rekaputilasi perbandingan alat berat dari segi biaya dan waktu dalam bentuk persen (%) dapat dilihat pada tabel 5.8 berikut ini:

Tabel 5.10 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Waktu	0	6,67 %	40 %
Biaya	0	-3,25 %	12,36 %
Alat	1 EX, 1 DZR, 4 DT	1 EX, 1 DZ, 3DT	1 EX, 1 DZR, 2 DT

Dari tabel 5.10 dapat dilihat hasil rekapitulasi perbandingan alat berat terhadap alternatif 1, maka dipilih alternatif 2 yang menggunakan 1 unit *excavator komatsu PC 200*, 1 alat berat *bulldozer cartepilar D6G* dan 3 alat berat *dump truck hino*, alternatif 2 dipilih karena pada alternatif ini *dump truck* tidak ada yang menganggur (*idle time*) walaupun dengan waktu yang lebih lama 6,67 % dari alternatif 1 dan dengan biaya yang lebih murah -3,25 %. Sedangkan alternatif 3 dari segi waktu lebih lama 12,63 % dari alternatif 1 dan dari segi biaya alternatif ini juga mengalami kenaikan biaya sebesar 54,55%.

Pada alternatif 2 mempunyai kombinasi alat berat yaitu 1 unit *excavator komatsu PC 200*, 1 alat berat *bulldozer cartepilar D6G* dan alat berat *dump truck hino*. *Excavator* pada alternatif ini yaitu untuk menggali tanah sebesar 6057,746759 m³ kemudian langsung dimuat ke *dump truck* selanjutnya di angkut ke lokasi penimbunan untuk diratakan oleh *bulldozer*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil analisis dan rekapitulasi perbandingan alternatif alat berat untuk pekerjaan proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Bugel-Girijati. Maka diperoleh alat berat *dump truck* yang efisien pada kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada proyek ini adalah alternatif 2 dengan kombinasi alatnya yaitu terdiri dari 1 unit *excavator komatsu PC 200*, 1 alat berat *bulldozer cartepilar D6G* dan 3 alat berat *dump truck hino*. Pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu 12 hari dengan biaya yang dibutuhkan Rp105.000.000.

6.2 Saran

Sebaiknya untuk pekerjaan galian timbunan ini lebih mempertimbangkan alat berat yang akan digunakan sehingga alat berat yang dipakai dapat berfungsi maksimal serta dapat menghasilkan biaya dan waktu yang efisien.