

**ANALISA PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ALAT BERAT UNTUK NORMALISASI SALURAN CISADANE  
BARAT LAUT KAB. TANGERANG****Brian Alfandi<sup>1</sup>, Siti Abadiyah<sup>2</sup>, Awalia Indana Zulfa<sup>3</sup>**Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang  
Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33 Cikokol Tangerang

\*Co Responden Email : brian.alfandi@ft-umt.ac.id

**Abstrak**

Perkembangan konstruksi di Indonesia sangat pesat, salah satunya Proyek Rehabilitasi Saluran Induk dan Sekunder Cisadane Barat Terletak di Kabupaten Tangerang. Pengerjaan proyek tersebut membutuhkan komposisi alat berat untuk mempermudah menyelesaikan proses pengerjaan. Produktivitas alat berat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya tipe alat berat, pemilihan kombinasi alat berat yang diperlukan, keahlian operator alat, dan kondisi alat. Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara mendapatkan produktivitas dari alat berat excavator SK200, excavator PC200 dan dump truck yang ada di lapangan pada proyek. Proyek ini memiliki bermacam – macam tingkat jenis pekerjaan. Terdiri dari pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja manusia maupun dengan peralatan mekanis, akan tetapi pada pengerjaan dalam proyek ini didominasi penggunaan alat berat seperti excavator SK200, excavator PC200 dan dump truck.

**Kata kunci:** Produktivitas, excavator SK200, excavator PC 200 dan dump truck.

**Abstract**

The development of construction in Indonesia is very rapid, one of which is the West Cisadane Main and Secondary Canal Rehabilitation Project located in Tangerang Regency. Working on the project requires the composition of heavy equipment to make it easier to complete the work process. Productivity of heavy equipment in completing a job is influenced by several factors. These include the type of heavy equipment, the selection of the required combination of heavy equipment, the expertise of the equipment operator, and the condition of the equipment. This study discusses how to get productivity from heavy equipment SK200 excavators, PC200 excavators and dump trucks that are in the field on the project. This project has various levels of types of work. Consists of work carried out by human labor or with mechanical equipment, but the work in this project is dominated by the use of heavy equipment such as SK200 excavators, PC200 excavators and dump trucks.

**Keywords:** Productivity, SK200 excavator, PC200 excavator and dump truck

**1. PENDAHULUAN**

Perkembangan konstruksi di Indonesia sangat pesat, salah satunya Proyek Rehabilitasi Saluran Induk dan Sekunder Cisadane Barat Terletak di Kabupaten Tangerang. Pengerjaan proyek tersebut membutuhkan komposisi alat berat untuk mempermudah menyelesaikan proses pengerjaan. Salah satu pekerjaan yang dilakukan yaitu pekerjaan penggalian tanah dan lumpur yang dikerjakan dalam proyek tersebut.

Untuk dapat mempermudah dalam proses pekerjaan dibutuhkanlah berbagai alat berat. Dimana jenis alat berat ini dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Penggunaan alat berat dalam suatu proyek ditujukan untuk memudahkan penyelesaian pekerjaan yang sudah tidak efisien lagi apabila dilakukan dengan tenaga manusia, sehingga hasil yang diharapkan dapat dituju dengan lebih mudah dan dengan waktu yang relative lebih singkat. Produktivitas alat berat dalam menyelesaikan

suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya tipe alat berat, pemilihan kombinasi alat berat yang diperlukan, keahlian operator alat, dan kondisi alat. Perawatan alat berat dengan baik akan membuat produktivitas alat berat lebih optimal dan menghasilkan biaya produksi yang rendah.

Produktivitas alat tergantung pada jenis atau tipe alat, metode kerja, kondisi medan kerja serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Untuk meninjau produktivitas aspek diatas berkaitan dengan yang lainnya sehingga untuk dapat menganalisis produktivitas alat berat harus sesuai dengan teori dan tahapan analisis yang tepat. Selain itu, pelaksanaan suatu proyek konstruksi juga selalu terdapat kendala – kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun diluar perhitungan.

Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara mendapatkan produktivitas dari

alat berat *excavator* SK200, *excavator* PC200 dan *dump truck* yang ada di lapangan pada proyek. Proyek ini memiliki bermacam – macam tingkat jenis pekerjaan. Terdiri dari pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja manusia maupun dengan peralatan mekanis, akan tetapi pada pengerjaan dalam proyek ini didominasi penggunaan alat berat seperti *excavator* SK200, *excavator* PC200 dan *dump truck*.

Dalam menyelesaikan bagian proyek tertentu diperlukan pemilihan dan komposisi alat berat, yang mana alat beratnya bergantung pada karakteristik masing – masing alat berat dan kondisi medan yang akan dikerjakan.

## 2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan peneliti adalah menggunakan jenis penelitian deskriptif dan survey atau penyelidikan lapangan. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berupaya untuk menggambarkan dan menguraikan pemecahan masalah berdasarkan keadaan dan data-data yang tersedia pada obyek yang diamati. Di dalam penelitian ini, penulis melakukan penyelidikan terlebih dahulu dan melakukan survey lapangan untuk mendapatkan data yang berupa data lapangan. Kemudian, setelah peneliti mendapatkan data yang diperoleh dari hasil penyelidikan dan survey, peneliti berusaha untuk menghitung dan menganalisis obyek yang diteliti dalam proyek.

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan survey lokasi untuk memperoleh data – data yang sesuai dengan masalah yang diteliti atau akan dibahas. Maka penelitian mengumpulkan data sebagai berikut:

### 1. Data primer

Cara mengumpulkan data yang digunakan adalah mendata serta menganalisa kegiatan yang terjadi di lapangan.

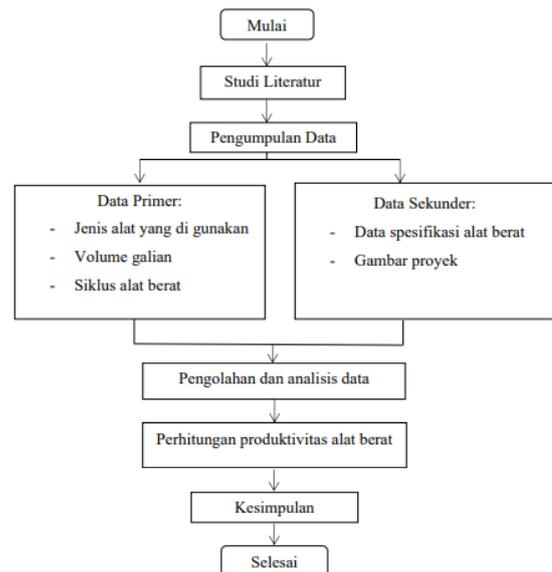
### 2. Data sekunder

Data – data atau gambar yang didapat dari pihak kontraktor maupun instansi terkait yang menangani normalisasi saluran cisadane barat laut. Dari penelian ini mengumpulkan data sebagai berikut:

- Teori kepustakaan yaitu dengan mendapatkan informasi dan data mengenai teori – teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur – literatur, bahan kuliah,

majalah konstruksi, media internet dan media cetak lainnya.

- Data dalam perencanaan teknis.
- Analisis dan pengolahan data dengan cara:
  - a. Menghitung produktifitas alat berat yang digunakan.
  - b. Mengitung waktu pelaksanaan pekerjaan.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Proyek

Studi kasus pada proyek penelitian ini adalah Proyek Normalisasi Saluran Cisadane Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. Pada STA – 1309 Dan STA – 1354. Berikut ini data proyek yang diperoleh antara lain:

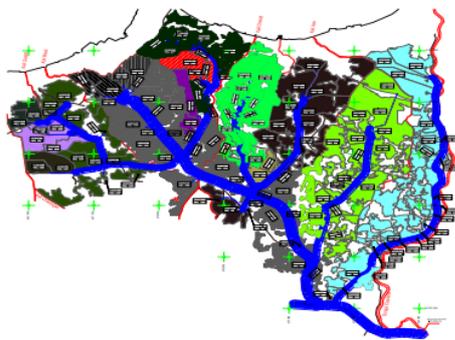
- Lokasi proyek:  
Jl.Raya Pakuhaji No.km 1, Sepatan, Kec. Sepatan, Kabupaten Tangerang, Banten. 15520.
- Kontraktor:  
PT. INDEC Internusa KSO

Lokasi Proyek Pekerjaan Normalisasi Saluran Cisadane di Jl. Raya Pakuhaji No.km 1, Sepatan, Kec. Sepatan, Kabupaten Tangerang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Saluran Irigasi Cisadane Barat Laut

Sumber: Data Pribadi



Gambar 3.2 Jaringan Saluran Irigasi Cisadane Barat Laut

Sumber: Data Pribadi

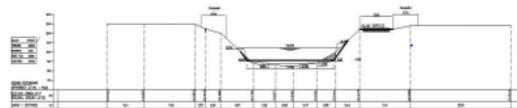
### 3.2. Alat Berat yang Digunakan

Berikut ini merupakan jenis dan spesifikasi alat berat yang digunakan pada proyek normalisasi saluran cisadane, sebagai berikut:

1. Jenis Alat : Excavator Standar  
Merk/Tipe : Kobelco SK 200  
Kapasitas : 0,90 m<sup>3</sup>  
Kondisi Alat : Baik  
Fungsi Alat : Menggali dan memuat tanah ke dump truck.
2. Jenis Alat : Excavator Long arm  
Merk/Tipe : Komatsu PC200LC-8M0  
Kapasitas : 0,93 m<sup>3</sup>  
Kondisi Alat : Baik  
Fungsi Alat : Menggali dan memuat tanah ke dump truck
3. Jenis Alat : Dump Truck  
Merk/Tipe : Hino Dutro  
Kapasitas : 8 m<sup>3</sup>  
Kondisi Alat : Baik  
Fungsi Alat : Alat angkut galian tanah ke pembuangan (quarry).

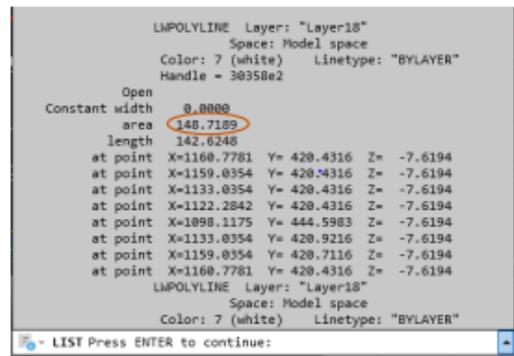
### 3.3. Perhitungan Volume Galian Tanah

Didapatkan data berupa *Soft Drawing*, yang tertera pada gambar 3.1 dari gambar tersebut akan dihitung volume galian sesuai data yang dari pengamatan di lapangan. Dalam menghitung volume galian tanah digunakan metode *cross section* dan metode prisma. Metode *cross section* diterapkan pada software AutoCad untuk mengetahui luas area penampang melintang (*cross section*) dan kemudian dapat menghitung volume galian tanah menggunakan metode prisma. Pada gambar 3.1 dapat dilihat contoh perhitungan luas penampang melintang menggunakan software AutoCad 2019.



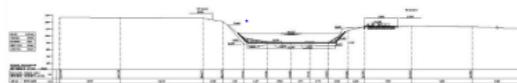
Gambar 3.3 Cross Section STA-1309

Sumber: Data Pribadi



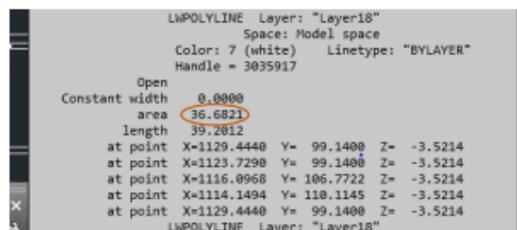
Gambar 3.4 Cross Section STA-1309

Sumber: Data Pribadi



Gambar 3.5 Cross Section STA-1354

Sumber: Data Pribadi



Gambar 3.6 Luas area pada Cross Section STA-1354

Sumber: Data Pribadi

Setelah mendapatkan dua luas area cross section, langkah selanjutnya adalah mencari volume galian tanah menggunakan metode prisma. Berikut adalah salah satu contoh perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 A_1 &: 148,7189 \text{ m}^3 \\
 A_2 &: 36,6821 \text{ m}^3 \\
 h &: 45 \text{ m} \\
 V &: \frac{h}{6} \times (A_1 + 4 \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) + A_2) \\
 &: \frac{45}{6} \times (148,7189 + 4 \left( \frac{148,7189 + 36,6821}{2} \right) + 36,6821) \\
 &: 4171,523 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimana:

A1 : Luas Cross Section 1

A2 : Luas Cross Section 2

h : Jarak Cross Section 1 ke Cross Section 2

V : Volume Galian Tanah

Berikut adalah Perhitungan Volume Sedimentasi Saluran Induk Cisadane Barat Laut pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perhitungan Volume Sedimentasi Saluran Induk Cisadane Barat Laut

No	STA	Jarak Antar Section (m')	Galian		
			Area (m2)	Area rata-rata (m2)	Volume (m3)
1	STA - 0		0,913		
2	STA - 50	50	4,602	2,758	137,875
3	STA - 77	27	1,552	3,077	83,079
4	STA - 90	13	2,460	2,006	26,078
5	STA - 109	19	5,424	3,942	74,898
6	STA - 157,7	48,7	2,335	3,880	188,932
7	STA - 207	49,3	4,121	3,228	159,140
8	STA - 245,6	38,6	4,438	4,280	165,189
9	STA - 283,1	37,5	2,774	3,606	135,225
10	STA - 333,1	50	2,487	2,631	131,525
11	STA - 383,1	50	1,871	2,179	108,946
12	STA - 433,1	50	4,335	3,103	155,144
		62	4,165	4,165	258,224

Sumber: Data Pribadi

Tabel 3.2 Perhitungan Volume Sedimentasi Saluran Induk Cisadane Barat Laut

No	STA	Jarak Antar Section (m')	Galian		
			Area (m2)	Area rata-rata (m2)	Volume (m3)
13	STA - 495,1		3,995		
14	STA - 542	46,9	4,314	4,154	194,836
15	STA - 578	36	4,637	4,475	161,111
16	STA - 618	40	4,195	4,416	176,633
17	STA - 683	65	10,543	7,369	478,975
18	STA - 702	19	11,9	11,222	213,209
19	STA - 740	38	6,96	9,430	358,340
20	STA - 802	62	10,029	8,495	526,659
21	STA - 840	38	9,271	9,650	366,700
22	STA - 902	62	8,645	8,958	555,396
		38	7,992	7,992	303,677

23	STA - 940		7,338		
24	STA - 1020	80	6,749	7,044	563,480
25	STA - 1108	88	9,275	8,012	705,056
26	STA - 1259	151	7,379	8,327	1257,377
27	STA - 1309	50	9,877	8,628	431,400
28	STA - 1354	45	4,685	7,281	327,645
29	STA - 1392	38	7,059	5,879	223,136
		62		5,825	361,150

Sumber: Data Pribadi

Tabel 3.3 Perhitungan Volume Sedimentasi Saluran Induk Cisadane Barat Laut

No	STA	Jarak Antar Section (m')	Galian		
			Area (m2)	Area rata-rata (m2)	Volume (m3)
30	STA - 1454		4,591		
31	STA - 1504	50	4,423	4,507	225,350
32	STA - 1550	46	4,090	4,4257	195,799
33	STA - 1600	50	7,831	5,961	298,025
34	STA - 1650	50	10,250	9,041	452,025
35	STA - 1700	50	7,440	8,845	442,250
36	STA - 1750	50	8,356	7,898	394,900
37	STA - 1800	50	7,122	7,739	386,950
38	STA - 1850	50	6,168	6,645	332,250
39	STA - 1900	50	6,675	6,422	321,075
40	STA - 1950	50	9,261	7,968	398,402
41	STA - 2000	50	14,088	11,674	583,716
42	STA - 2050	50	12,613	12,613	630,639
43	STA - 2100	50	11,138	9,626	481,300
44	STA - 2149	49	8,114	7,234	354,442
45	STA - 2199	50	6,353	6,023	301,150
46	STA - 2199	16,844	5,693	5,753	96,906
47	STA - 2216		5,813		
<b>TOTAL</b>		<b>2216</b>			<b>14724,211</b>

Sumber: Data Pribadi

Dari perhitungan volume sedimentasi saluran induk cisadane barat laut didapatkan total galian sebesar 14724,211 m<sup>3</sup>. Berdasarkan penelitian langsung di lapangan, proses penggalian dilakukan dengan menggunakan excavator standar PC 200 dan excavator SK 200 untuk pekerjaan normalisasi saluran cisadane ini. Selain untuk menggali excavator ini berguna dalam pengangkutan tanah hasil galian keatas dump truck, kemudian dump truck membawa hasil galian dan membuangnya ke quarry yang sudah ditentukan tempatnya.

Dari data yang diperoleh, jenis tanah penggalian yaitu tanah lempung lunak. Mengacu pada buku Rochmanhadi (1986) nilai factor swelling yaitu sebesar 1+20% (1,2). Dimana nilai factor ini adalah pengali dari kondisi tanah yang digali. Berikut adalah perhitungan perubahan volume galian tanah.

Total Volume Galian Tanah = 14724,211 m<sup>3</sup>  
 Volume Galian x Swelling = 14724,211 x 1,2 = 17669,053 m<sup>3</sup>

### 3.4. Perhitungan Produktivitas Alat

#### 1. Excavator

Pada penelitian ini excavator memiliki fungsi dimana alat ini berguna untuk menggali tanah dan memindahkan tanah dari stockpile ke dump truck. Berikut ini perhitungan alat berat excavator. Berdasarkan dari data yang ada, didapatkan data sebagai berikut:

- a. Tipe : Kobelco SK 200  
 Kapasitas bucket (q') : 0,90 m<sup>3</sup>  
 Efisiensi kerja (E) : 0,75  
 Faktor bucket (K) : 0,8  
 Waktu gali : 6,14 detik  
 Waktu putar isi : 5,05 detik  
 Waktu putar kosong : 4,61 detik  
 Waktu buang : 4,05 detik

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus excavator Kobelco SK 200 pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Data Pengamatan Waktu Siklus Excavator SK 200

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	Waktu (detik)			
1	5,42	4,55	4,3	4,11
2	5,1	5,23	4,79	4,29
3	7,45	5,68	3,51	4,5
4	5,55	4,29	4,13	5,33
5	6,8	4,28	3,07	4,66
6	5,13	4,11	4,32	4,04
7	7,29	6,67	4,61	5,13
8	6,79	4,34	3,11	4,79
9	5,32	5,77	4,09	4,47
10	6,59	5,58	4,57	4,78
RATA-RATA	6,14	5,05	4,05	4,61
WAKTU SIKLUS	19,85			

Sumber: Data Pengamatan Penulis

Merujuk pada penelitian Sokop,dkk (2018), waktu siklus excavator (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata - rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil.

- Produktivitas Penggalian Waktu Siklus (Cms) = Waktu gali + waktu putar isi + waktu buang + waktu putar kosong  
 = 6,14 + 5,05 + 4,05 + 4,61  
 = 19,85 detik  
 = 0,33 menit

- Produksi/siklus (q)  
 $q = q' \times K$   
 = 0,90 x 0,8  
 = 0,72 m<sup>3</sup>

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

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

$$= \frac{0,72 \times 3600 \times 0,75}{19,85}$$

$$= 97,91 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- b. Tipe : Komatsu PC200LC-8M0

Kapasitas bucket (q') : 0,93 m<sup>3</sup>  
 Efisiensi kerja (E) : 0,75  
 Faktor bucket (K) : 0,8  
 Waktu gali : 6,17 detik  
 Waktu putar isi : 5,06 detik  
 Waktu putar kosong : 4,63 detik  
 Waktu buang : 4,10 detik

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus excavator Komatsu PC200LC-8M0 pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Data Pengamatan Waktu Siklus Excavator PC 200

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	Waktu (detik)			
1	5,45	4,58	4,6	4,14
2	5,13	5,25	4,79	4,29
3	7,48	5,68	3,54	4,53
4	5,58	4,29	4,16	5,36
5	6,83	4,28	3,07	4,66
6	5,16	4,14	4,35	4,07
7	7,29	6,67	4,64	5,16
8	6,79	4,37	3,14	4,79
9	5,35	5,77	4,09	4,47
10	6,59	5,58	4,57	4,78
RATA-RATA	6,17	5,06	4,10	4,63
WAKTU SIKLUS	19,95			

Sumber: Data Pengamatan Penulis

Merujuk pada penelitian Sokop,dkk (2018), waktu siklus excavator (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata - rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil.

- Produktivitas Penggalian Waktu Siklus (Cms) = Waktu gali + waktu putar isi + waktu buang + waktu putar kosong  
 = 6,16 + 5,06 + 4,09 + 4,62  
 = 19,95 detik  
 = 0,33 menit

- Produksi/siklus (q)  
 $= q' \times K$   
 $= 0,93 \times 0,8$   
 $= 0,74 \text{ m}^3$
- Produktivitas excavator per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

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

$$= \frac{0,74 \times 3600 \times 0,75}{19,95}$$

$$= 100,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Dump Truck (untuk pemuat  $0,90 \text{ m}^3$ )  
 Merk/Tipe : Hino Dutro  
 Kapasitas bak dump truck (c) :  $8 \text{ m}^3$   
 Kapasitas pemuat ( $q'$ ) :  $0,90 \text{ m}^3$   
 Faktor bucket pemuat (K) :  $0,85$   
 Efisiensi Kerja (E) :  $0,75$   
 Jarak angkut (D) :  $5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$   
 Kecepatan bermuatan (V) :  $7 \text{ km}/\text{jam} = 116,67 \text{ m}/\text{menit}$   
 Kecepatan tanpa muatan (V') :  $14 \text{ km}/\text{jam} = 233,33 \text{ m}/\text{menit}$   
 Waktu buang ( $t_1$ ) :  $0,6 \text{ menit}$   
 Waktu tunggu ( $t_2$ ) :  $0,3 \text{ menit}$   
 Waktu siklus pemuat (Cms) :  $0,93 \text{ menit}$

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan pada kondisi kosong sapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh perhitungannya:

Tabel 3.6 Waktu perjalanan *dump truck* dari lokasi proyek ke *quarry*

no	Tanggal	waktu (menit)		waktu perjalanan (menit)
		proyek	quarry	
1	1/8/2022	10.20	10.40	20
2	2/8/2022	9.35	9.56	21
3	3/8/2022	13.16	13.36	20
4	4/8/2022	14.24	14.46	22
5	5/8/2022	13.17	13.37	20
6	8/8/2022	15.10	15.34	24
7	9/8/2022	9.45	10.08	23
8	10/8/2022	10.34	10.54	20
9	11/8/2022	9.24	9.44	20
10	12/8/2022	11.10	11.30	20
Rata - Rata				21

Sumber: Data Pengamatan Penulis

Tabel 3.7 Waktu perjalanan *dump truck* dari lokasi *quarry* ke proyek

no	Tanggal	waktu (menit)		waktu perjalanan (menit)
		quarry	proyek	
1	1/8/2022	10.45	11.03	18
2	2/8/2022	10.02	10.21	19
3	3/8/2022	13.41	13.58	17
4	4/8/2022	14.51	15.09	18
5	5/8/2022	13.42	14.00	18
6	8/8/2022	15.39	15.56	17
7	9/8/2022	11.13	11.31	18
8	10/8/2022	11.00	11.19	19
9	11/8/2022	9.49	10.07	18
10	12/8/2022	11.35	11.53	18
Rata - Rata				18

Sumber: Data Pengamatan Penulis

1. Kondisi bermuatan  
 Jarak pembuangan (d) =  $5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$   
 Jam berangkat = 10:20  
 Jam tiba = 12:40

Lama perjalanan (t)  
 $= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat}$   
 $= 12:40 - 10:20$   
 $= 20 \text{ Menit}$   
 $= 0,33 \text{ Jam}$

$$\text{Kecepatan (v)} = \frac{d}{t}$$

$$= \frac{5 \text{ km}}{0,33 \text{ jam}}$$

$$= 15 \text{ km}/\text{jam}$$

2. Kondisi kosong  
 Jarak pembuangan (d) =  $5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$   
 Jam berangkat = 10:45  
 Jam tiba = 11:03

Lama perjalanan  
 $= \text{Jam tiba} - \text{jam berangkat}$   
 $= 11:03 - 10:45$   
 $= 18 \text{ menit}$   
 $= 0,30 \text{ jam}$

$$\text{Kecepatan (v)} = \frac{d}{t}$$

$$= \frac{5 \text{ km}}{0,30 \text{ jam}}$$

$$= 17 \text{ km}/\text{jam}$$

Produktivitas dump truck yang dimuat oleh excavator jumlah siklus excavator untuk mengisi dump truck (n).

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

$$= \frac{8 \text{ unit}}{0,90 \times 0,85}$$

$$= 10,46 \text{ dijadikan } 10 \text{ kali siklus}$$

$$\text{Produksi persiklus (C)} = n \times q' \times K$$

$$= 10 \times 0,90 \times 0,85$$

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

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V} + \frac{D}{V'} + t1 + t2 \\ &= 10 \times 0,33 + \frac{5000}{116,67} + \frac{5000}{233,33} + 0,6 + 0,3 \\ &= 68,85 \text{ menit} \\ \text{Produktivitas per jam (m}^3\text{/jam)} \\ Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\ &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{68,85} \\ &= 5,24 \text{ m}^3\text{/jam} \end{aligned}$$

3. Dump truck (untuk pemuat 0,93 m<sup>3</sup>)  
Merk/Tipe : Hino Dutro  
Kapasitas bak dump truck (c) : 8 m<sup>3</sup>  
Kapasitas pemuat (q') : 0,93 m<sup>3</sup>  
Faktor bucket pemuat (K) : 0,85  
Efisiensi Kerja (E) : 0,75  
Jarak angkut (D) : 5 km = 5000 m  
Kecepatan bermuatan (V) : 8 km/jam = 133,33 m/menit  
Kecepatan tanpa muatan (V') : 16 km/jam = 266,67 m/menit  
Waktu buang (t1) : 0,6 menit  
Waktu tunggu (t2) : 0,3 menit  
Waktu siklus pemuat (Cms) : 0,33 menit

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan pada kondisi kosong sapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh pengamatannya:

Tabel 3.8 Waktu perjalanan *dump truck* dari lokasi proyek ke *quarry*

no	Tanggal	waktu (menit)		waktu perjalanan (menit)
		proyek	querry	
1	22/8/2022	9.12	9.32	20
2	23/8/2022	9.35	9.57	22
3	24/8/2022	8.43	9.04	21
4	25/8/2022	13.23	13.43	20
5	26/8/2022	14.10	14.33	23
6	27/8/2022	12.21	12.42	21
7	28/8/2022	11.05	11.26	21
8	29/8/2022	10.26	10.46	20
9	30/8/2022	8.32	8.52	20
10	31/8/2022	9.10	9.32	22
Rata - Rata				21

Sumber: Data Pengamatan Penulis

Tabel 3.9 Waktu perjalanan *dump truck* dari lokasi *querry* ke proyek

no	Tanggal	waktu (menit)		waktu perjalanan (menit)
		querry	proyek	
1	22/8/2022	9.37	9.55	18
2	23/8/2022	10.02	10.20	18
3	24/8/2022	9.10	9.27	17
4	25/8/2022	13.48	14.06	18
5	26/8/2022	14.38	14.57	19
6	27/8/2022	12.47	13.04	17
7	28/8/2022	11.31	11.50	19
8	29/8/2022	10.51	11.09	18
9	30/8/2022	8.57	9.15	18
10	31/8/2022	9.37	9.55	18
Rata - Rata				18

Sumber: Data Pengamatan Penulis

1. Kondisi bermuatan  
Jarak pembuangan (d) = 5 km = 5000 m  
Jam berangkat = 09:12  
Jam tiba = 09:32  
Lama perjalanan (t)  
= Jam Tiba – Jam Berangkat  
= 9:32 - 9:12  
= 20 Menit  
= 0.33 Jam

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{5 \text{ km}}{0,33 \text{ jam}} \\ &= 15 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

2. Kondisi kosong  
Jarak pembuangan (d) = 5 km = 5000 m  
Jam berangkat = 9:37  
Jam tiba = 9:55  
Lama perjalanan (t)  
= Jam tiba – jam berangkat  
= 9:55 – 9:37  
= 18 menit  
= 0,30 jam

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{5 \text{ km}}{0,30 \text{ jam}} \\ &= 16,67 \text{ km/jam} \\ &= 17 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Produktivitas dump truck yang dimuat oleh excavator jumlah siklus excavator untuk mengisi dump truck (n).

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times k} \\ &= \frac{8 \text{ unit}}{0,93 \times 0,85} \\ &= 10,12 \text{ dijadikan } 10 \text{ kali siklus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi persiklus (C)} &= n \times q' \times K \\ &= 10 \times 0,93 \times 0,85 \\ &= 8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V} + \frac{D}{V'} + t1 + t2 \\ &= 10 \times 0,33 + \frac{5000}{133,33} + \frac{5000}{266,67} + 0,6 + 0,3 \\ &= 60,51 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas per jam (m}^3\text{/jam)} \\
 Q &= \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \\
 &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{60,51} \\
 &= 5,95 \text{ m}^3\text{/jam}
 \end{aligned}$$

### 3.5. Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dari hasil pengumpulan data yang telah didapatkan harga sewa alat berat yang digunakan pada proyek normalisasi saluran cisadane. Harga sewa alat berat yang didapat sudah termasuk biaya bahan bakar dan operator. Berikut ini adalah rincian biaya sewa alat berat untuk pekerjaan normalisasi:

4. Excavator
  - a. Merk/Tipe = Excavator Kobelco SK200

Harga sewa alat  
= Rp. 180.000,- per jam

Bahan bakar  
= 200 liter/hari x 6.800,-  
= Rp. 1.360.000/hari / 8 jam  
= Rp. 170.000/jam

Operator  
= Rp. 250.000,- /hari / 8 jam  
= Rp. 31.250,- /jam

Harga sewa  
= 180.000,- + 170.000,- +  
31.250,-  
= Rp. 381.250,- /jam

- b. Merk/Tipe = Excavator Komatsu PC200LC-8M0

Harga sewa alat  
= Rp. 290.000,- per jam  
Bahan bakar  
= 200 liter/hari x 6.800,-  
= 1.360.000/hari / 8 jam  
= 170.000/jam

Operator  
= Rp. 250.000,- /hari / 8 jam  
= Rp. 31.250,- /jam

Harga sewa  
= 290.000,- + 170.000,- +  
31.250,-  
= Rp. 491.250,- /jam

5. Dump Truck
  - a. Merk/Tipe = Hino Dutro  
Jenis kendaraan = Kapasitas bak 8 m<sup>3</sup>  
Harga sewa alat  
= Rp. 87.500,- / jam x 8 jam  
= Rp. 700.000,- /hari

### 3.6. Perbandingan Waktu dan Biaya

Setelah melakukan 3 analisis alternatif kombinasi alat berat, langkah selanjutnya membandingkan hasil analisis tersebut dengan kondisi di lapangan (*existing*) untuk melihat perbedaan durasi pekerjaan dan biaya sewa dari masing - masing kombinasi alat berat. berikut adalah perbandingan antara kondisi dilapangan (*existing*) dengan 3 alternatif analisis kombinasi alat berat.

#### 1. Kondisi Existing

Berdasarkan data dan analisis diperoleh hasil rekapitulasi pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Rekapitulasi perhitungan kondisi di lapangan (*existing*)

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya Rp.
			Minggu	Hari	
Galian I	exca (0,93 m3)	1	3,13	22	113,060,000
	dump truck	2			
Galian II	exca (0,90 m3)	1	3,22	23	99,550,000
	dump truck	2			
total			6,36	44	212,610,000

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada kondisi dilapangan (*existing*) durasi pekerjaan dapat dikerjakan dengan total 44 hari dengan total biaya sebesar Rp. 212.610.000,- . Waktu dan biaya tersebut merupakan hasil perhitungan secara teoritis. Jenis dan jumlah alat berat yang digunakan merupakan data primer yang didapat dari pengamatan. hasil rekapitulasi (*existing*) ini akan dijadikan pembanding dengan analisis alternatif kombinasi alat berat untuk mendapatkan selisih durasi pekerjaan dan biaya sewa alat berat. Hal ini dapat dilihat pada tabel kurva S pada dibawah ini.

Tabel 3.11 Kurva S Normalisasi Saluran Cisadane

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Bang (Qty)	Tingkat (Rt)	Batas (P)	MOMENTUM				OFFSHORE					
					1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Pekerjaan Normalisasi Saluran	112.200.000	100	100										
2	Pekerjaan Saluran Saluran	112.200.000	100	100										
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														
81														
82														
83														
84														
85														
86														
87														
88														
89														
90														
91														
92														
93														
94														
95														
96														
97														
98														
99														
100														

Sumber: Data Penulis

2. Alternatif 1

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada Tabel 3.12 di bawah ini.

Tabel 3.12 Rekapitulasi perhitungan alternatif 1

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya Rp.
			Minggu	Hari	
galan I	exca (0.93 m3)	3	7.31	7	82.530.000
	dump truck	5	7.31	7	24.500.000
galan II	exca (0.90 m3)	2	11.28	11	67.100.000
	dump truck	4	11.28	11	30.800.000
total			18	18	204.930.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada perhitungan alternatif 1 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 18 hari dengan biaya sebesar Rp. 204.930.000,- . Berikut rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (existing).

Selisih durasi pekerjaan = 44 hari - 18 hari  
= 26 hari

Perbandingan durasi =  $\frac{26 \text{ hari} - 44 \text{ hari}}{44 \text{ hari}} \times 100 \%$   
= - 0.4091 %  
= - 40.91 %

Selisih biaya alat = Rp. 212.610.000,00 - Rp. 204.930.000,00  
= Rp. 7.680.000,-

Perbandingan biaya =  $\frac{Rp.204.930.000 - Rp.212.610.000}{Rp.212.610.000} \times 100 \%$   
= - 0.0361 % = - 3.61 %

3. Alternatif 2

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada tabel 3.13 di bawah ini.

Tabel 3.13 Rekapitulasi perhitungan alternatif 2

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya Rp.
			Minggu	Hari	
galan I	exca (0.93 m3)	2	10.97	11	86.460.000
	dump truck	3	10.97	11	23.100.000
galan II	exca (0.90 m3)	1	22.56	23	70.150.000
	dump truck	2	22.56	23	32.200.000
total			34	34	211.910.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada perhitungan alternatif 2 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 34 hari dengan biaya sebesar

Rp. 211.910.000,- . Berikut rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (existing).

Selisih durasi pekerjaan = 44 hari - 34 hari  
= 10 hari

Perbandingan durasi =  $\frac{10 \text{ hari} - 44 \text{ hari}}{44 \text{ hari}} \times 100 \%$   
= - 0.7727 %  
= - 77.27 %

Selisih biaya alat = Rp. 212.610.000,00 - Rp. 211.910.000,00  
= Rp. 700.000,-

Perbandingan biaya =  $\frac{Rp.211.910.000 - Rp.212.610.000}{Rp.212.610.000} \times 100 \%$   
= - 0.0033 % = - 0.33 %

4. Alternatif 3

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada tabel 3.14 di bawah ini.

Tabel 3.14 Rekapitulasi perhitungan alternatif 1

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya Rp.
			Minggu	Hari	
galan I	exca (0.93 m3)	2	10.97	11	86.460.000
	dump truck	3	10.97	11	23.100.000
galan II	exca (0.90 m3)	2	11.28	11	67.100.000
	dump truck	4	11.28	11	30.800.000
total			22	22	207.460.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada perhitungan alternatif 3 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 22 hari dengan biaya sebesar Rp. 207.460.000,- . Berikut rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (existing).

Selisih durasi pekerjaan = 44 hari - 22 hari  
= 22 hari

Perbandingan durasi =  $\frac{22 \text{ hari} - 44 \text{ hari}}{44 \text{ hari}} \times 100 \%$   
= - 0.5000 %  
= - 50.00 %

Selisih biaya alat = Rp. 212.610.000,00 - Rp. 207.460.000,00  
= Rp. 5.150.000,-

Perbandingan biaya =  $\frac{Rp.207.460.000 - Rp.212.610.000}{Rp.212.610.000} \times 100 \%$   
= - 0.0242 % = - 2.42 %

3.7. Hasil Rekapitulasi Perbandingan

Dari perhitung analisis alternatif kombinasi alat berat dapat dilihat perbandingan antara jumlah unit alat berat, durasi pekerjaan dan biaya sewa alat berat. Pada hasil analisis tersebut, perhitungan.

Tabel 3.15 Rekapitulasi perbandingan dengan kondisi existing

keterangan	Existing	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	
					Rp.
biaya	%	100	-3.61	-0.33	-2.42
	Hari	44	18	34	22
waktu	%	100	-40.91	-77.27	-50.00
	G1	1 exca 0.93 m <sup>3</sup>	3 exca 0.93 m <sup>3</sup>	2 exca 0.93 m <sup>3</sup>	2 exca 0.93 m <sup>3</sup>
2 DT		5 DT	3 DT	3 DT	
jenis alat	G2	1 exca 0.90 m <sup>3</sup>	2 exca 0.90 m <sup>3</sup>	1 exca 0.90 m <sup>3</sup>	2 exca 0.90 m <sup>3</sup>
		2 DT	4 DT	2 DT	4 DT

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel 3.14 dapat dilihat hasil rekapitulasi perbandingan tersebut memiliki perbedaan durasi pekerjaan dan biaya sewa alat. Mengacu pada perhitungan perbandingan kondisi existing dengan kondisi alternatif, jika diperoleh nilai negative (-) maka durasi pekerjaan bisa diselesaikan lebih singkat dan biaya yang dikeluarkan lebih kecil, sedangkan jika diperoleh nilai (+), maka durasi pekerjaan diselesaikan lebih lama dan dengan biaya yang lebih besar.

Dari segi biaya, perhitungan alternative 1 memiliki selisih biaya yang terbesar dan durasi pekerjaan yang lebih cepat dibandingkan kondisi existing dan perhitungan lainnya. Maka dari itu kombinasi alat pada alternatif 1 direkomendasikan untuk pekerjaan normalisasi saluran cisadane barat laut.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan pada bab IV, berikut adalah kesimpulan dari masalah yang dirumuskan:

- Berikut adalah hasil produktivitas alat berat pada Proyek Normalisasi Saluran Cisadane Barat Laut.

Tabel 4.1 Hasil Produktivitas Alat Berat

Keterangan	Jenis Alat	Produktivitas	
		m <sup>3</sup> /Jam	m <sup>3</sup> /hari
Galian I	Exca (0.93 m <sup>3</sup> )	100.71	805.7
	Dump Truck (8 m <sup>3</sup> )	5.95	47.59
Galian II	Exca (0.90 m <sup>3</sup> )	97.91	783.32
	Dump Truck (8 m <sup>3</sup> )	5.24	41.95

Sumber: Hasil Perhitungan

Dapat dilihat dari tabel di atas nilai produktivitas alat berat pada galian I menggunakan excavator Komatsu PC200LC-8M0 sebesar 100.71 m<sup>3</sup>/jam dan dump truck hino dutro 8 m<sup>3</sup> sebesar 5.95 m<sup>3</sup> /jam. Galian II menggunakan excavator Kobelco SK200 sebesar 97.91

m<sup>3</sup>/jam dan dump truck hino dutro 8 m<sup>3</sup> sebesar 5.24 m<sup>3</sup>/jam.

- Berdasarkan pada hasil dan rekapitulasi perbandingan alternative alat berat, kesimpulan yang didapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil dan Rekapitulasi alternatif dan existing

keterangan	Existing	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	
					Rp.
Biaya	%	100	-3.61	-0.33	-2.42
	Hari	44	18	34	22
Waktu	%	100	-40.91	-77.27	-50.00
	Galian 1	1 exca 0.93 m <sup>3</sup>	3 exca 0.93 m <sup>3</sup>	2 exca 0.93 m <sup>3</sup>	2 exca 0.93 m <sup>3</sup>
2 DT		5 DT	3 DT	3 DT	
Jenis Alat	Galian 2	1 exca 0.90 m <sup>3</sup>	2 exca 0.90 m <sup>3</sup>	1 exca 0.90 m <sup>3</sup>	2 exca 0.90 m <sup>3</sup>
		2 DT	4 DT	2 DT	4 DT

Sumber: Hasil Perhitungan

Tertera bahwa kombinasi alat berat yang di rekomendasikan untuk pekerjaan galian dan pemindahan tanah pada Proyek Normalisasi Saluran Cisadane adalah kombinasi pada alternatif 1 yang terdiri dari 3 excavator Komatsu PC200LC-8M0 dan 5 unit dump truck dengan kapasitas 8 m<sup>3</sup> untuk galian I. Sedangkan untuk galian II terdiri dari 2 excavator Kobelco SK200 dan 4 unit dump truck kapasitas 8 m<sup>3</sup> dengan biaya Rp.204.930.000,- dan waktu pekerjaan 18 hari. Karena pada alternatif ini memiliki selisih waktu kerja paling cepat yang dapat mempengaruhi pekerjaan dengan biaya yang dikeluarkan lebih kecil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Kholil. 2012. Alat Berat. PT. Remaja Rodakarya. Bandung. (Dari Buku)
- Heryandi. 2018. Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII. Tugas Akhir.
- Rochmanhadi 1992. Alat – Alat dan Penggunaannya. YBPPU. Jakarta.
- Rochmanhadi. 1982. Kapasitas dan Produksi Alat – Alat Berat. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Roshindra. 2019. Analisis Kombinasi Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Pekerjaan Tanah. Tugas Akhir. (Dari Skripsi)
- Rostiyanti,SF. 2002. Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. PT. RINEKA CIPTA. Jakarta.