

## OPTIMASI PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK DERMAGA PT. BERLIAN MANYAR SEJAHTERA, GRESIK.

Astri Indah Mauludia<sup>1</sup>, Dyah Lydianingtyas<sup>2</sup>, Moch. Sholeh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswi Program Studi Diploma 4 Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Email : <sup>1</sup> [astriindah421@gmail.com](mailto:astriindah421@gmail.com), <sup>2</sup> [diahcipka@gmail.com](mailto:diahcipka@gmail.com), <sup>3</sup> [moch.sholeh@polinema.ac.id](mailto:moch.sholeh@polinema.ac.id)

### ABSTRAK

Dalam sebuah proyek dengan skala besar, peralatan / alat berat menjadi salah satu faktor penting untuk menunjang berjalannya proyek. Beberapa faktor yang berpengaruh besar dalam penelitian ini seperti, tipe alat berat dan pemilihan alat berat sesuai kebutuhan. Sehingga dari faktor tersebut akan berpengaruh besar juga terhadap produktivitas masing-masing alat, durasi penyelesaian pekerjaan, jumlah penggunaan alat berat, dan anggaran biaya yang dikeluarkan. Dari tujuan yang akan dicapai tersebut, dibutuhkan spesifikasi alat berat yang tepat, harga beli alat berat, gambar kerja rencana di proyek, dan waktu pelaksanaan. Hasilnya, dengan menggunakan crawler crane kapasitas 30T dan 25T hanya dibutuhkan masing-masing 1 Unit. Penggunaan pile driver hammer tipe DD45 dan DD65, dan concrete truck mixer kapasitas 7m<sup>3</sup> juga dapat mempersingkat durasi pekerjaan selama 6bulan, yang sebelumnya 20bulan menjadi 14bulan. Hal ini juga berbanding lurus dengan pengeluaran anggaran yang semakin ekonomis, dari Rp 52.029.279.617,91 menjadi Rp 19.213.561.469,07.

Kata kunci : dermaga, alat berat, optimasi waktu, analisis biaya.

### ABSTRACT

*In a project with a large scale, equipment / heavy equipment becomes one of the important factors to support the project. Several factors have a major influence in this study, such as the type of heavy equipment and the selection of heavy equipment as needed. So that these factors will also have a big effect on the productivity of each tool, the duration of work completion, the amount of heavy equipment used, and the budget spent. From the objectives to be achieved, it takes the exact specifications of heavy equipment, the purchase price of heavy equipment, shop drawings of plans in the project, and execution time. As a result, using a crawler crane with a capacity of 30T and 25T, only 1 unit is needed each. The use of pile driver hammer types DD45 and DD65, and a concrete truck mixer with a capacity of 7m<sup>3</sup> can also shorten the work duration from 6 months, from 20 months to 14 months. This is also directly proportional to the more economical budget expenditures, from Rp 52,029,279,617.91 to Rp 19,213,561,469.07.*

**Keywords:** jetty, heavy equipment, time optimization, cost analysis.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Nilai bongkar muat antar pulau dan antar negeri yang mengalami total kenaikan pada tahun 2010-2018 sebesar 8% (Badan Pusat Statistik (BPS)). Dari hal ini tidak menutup kemungkinan dibutuhkan dermaga yang lebih besar dan adanya proyek dermaga selanjutnya. Dari pengamatan pribadi penulis selama pelaksanaan PKL di objek proyek tersebut, ada perubahan metode pekerjaan dipertengahan progress pelaksanaan. Dalam perubahan metode pelaksanaan, penggunaan alat berat juga akan berpengaruh. Apabila perubahan pelaksanaan sangat besar, otomatis penggunaan alat berat yang sebelumnya diperlukan menjadi

tidak beroperasi dan membutuhkan alat baru lainnya. Penggunaan kapasitas alat berat yang tidak sesuai dengan kebutuhan saat pekerjaan akan berpengaruh kepada efektifitas penggunaan alat berat tersebut. Hal ini juga akan memperbesar pengeluaran biaya dalam penggunaan alat berat nya karena tidak dimanfaatkan dengan baik.

### Tujuan

- a. Menghitung produktivitas kerja masing-masing alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek dan milik penulis.

- b. Mendapatkan nilai optimasi waktu dari hasil perhitungan yang paling efektif dan efisien untuk pelaksanaan proyek tersebut.
- c. Mengetahui kombinasi jumlah alat berat yang optimal dalam pelaksanaan proyek.
- d. Menganalisis biaya dalam penggunaan alat berat yang paling ekonomis.

## 2. METODE

### Deskripsi Proyek

Analisis ini dilakukan pada lokasi Pembangunan Perpanjangan dan Pelebaran Dermaga milik PT Berlian Manyar Sejahtera tepatnya di Kawasan Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE) Kecamatan Manyar. Dermaga yang sebelumnya memiliki luasan 250x30m dikembangkan menjadi 500x50m. Nilai kontrak proyek sebesar Rp 342M ini dilaksanakan selama 640hari.

### Metode Pelaksanaan Pekerjaan Proyek

#### a. Handling Material

Pekerjaan ini mengalami 1x perubahan pemindahan material tiang pancang. Yang sebelumnya 11x siklus menjadi 8x siklus jalan *crane*. Dengan menggunakan alat berat 3 unit *crawler crane*.

#### b. Pemancangan

Pekerjaan ini mengalami 1x perubahan pelaksanaan dikarenakan pekerjaan penyambungan tiang pancang sebelumnya dilakukan di darat dan di laut 3jam untuk 1titik pemancangan, diganti didarat semua dan pemancangan untuk 1titik hanya membutuhkan waktu 1,5jam.

#### c. Erection Precast

Pekerjaan ini sama seperti penginstallan / pemasangan beton *precast*. Dilakukan menggunakan bantuan alat berat *crawler crane* dan tongkang karena dilakukan ari atas laut.

#### d. Pengecoran

Pekerjaan ini mengalami 2x perubahan metode pelaksanaan. Metode pertama yang digunakan yaitu *Bucket-Bucket*, menggunakan 2 unit *crawler crane*, kemudian diganti menjadi *Bucket-Concrete Pump*, dan diganti lagi menjadi *Concrete Pump* saja.

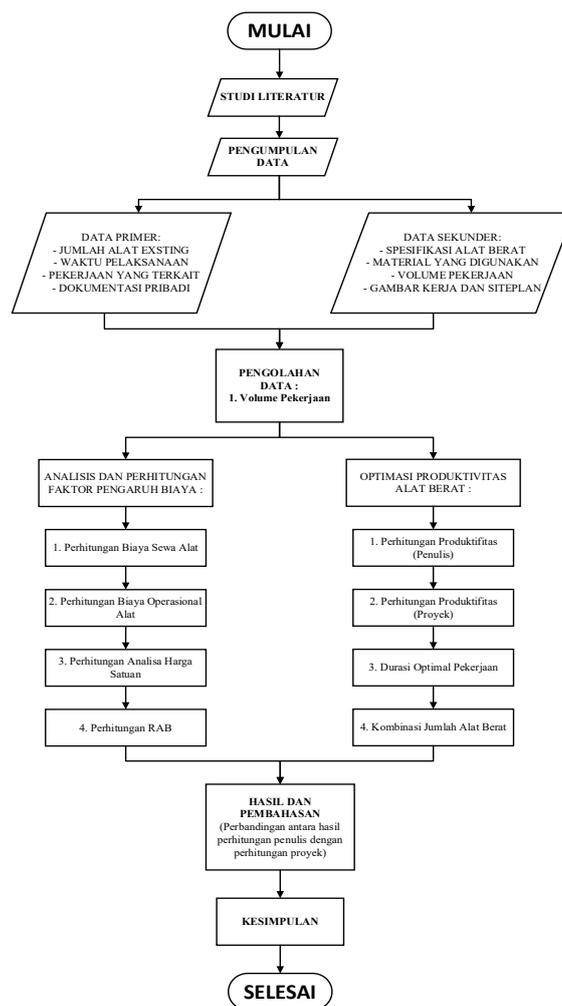
### Pengumpulan Data

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber asli yang dilakukan langsung oleh peneliti di lapangan (Maddeppungeng, A. 2018). Sumber data primer pada analisis ini didapat dari pengamatan pribadi penulis saat

melakukan magang di lokasi proyek dan dari instansi yang terkait.

Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi atau data yang dikumpulkan oleh pihak pertama (Zulkarnain, D. T. A. 2015). Data sekunder ini didapat dengan melakukan perijinan secara resmi untuk mendapatkannya ke PT Adhi Karya (persero) Tbk .

### Bagan Alir



Gambar 1 Flowchart Penelitian

## 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan ini didapatkan dari hasil pengolahan gambar kerja yang didapatkan dari proyek. Perhitungan volume ini tergantung dengan alat berat yang digunakan pada masing-masing pekerjaan.

**a. Handling Material**

Pekerjaan *handling* tiang pancang *Steel Pipe Pile* ini memiliki satuan ton karena menggunakan alat berat *Crawler Crane*. 1set tiang pancang ini memiliki panjang 54m dan berat 10,74ton.

**Tabel 1** Volume Pekerjaan *Handling Material*.

HANDLING MATERIAL	
526,00	buah/set
5.649,24	ton

Sumber: Hasil Analisis

Jumlah tiang pancang sebanyak 526 buah/set ini meliputi bagian pembangunan perpanjangan, pelebaran, dan *mooring dolphin*.

$$\begin{aligned}
 \text{Total Berat} &= \text{jumlah tiang} \times \text{berat tiang} \\
 &= 526 \times 10,74 \\
 &= 5.649,24 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

**b. Pemancangan**

Tiang pancang yang digunakan ada 3tipe yang diameter  $\phi 1016\text{mm}$  untuk bagian struktur, diameter  $\phi 812\text{mm}$  untuk *mooring dolphin*, dan diameter  $\phi 711\text{mm}$  untuk *catwalk*.

**Tabel 2** Volume Pekerjaan Pemancangan.

PEMANCANGAN	
SPP $\phi 1016$	27.108,00 m
	5.391,480 ton
SPP $\phi 812$	1.080,00 m
	214,800 ton
SPP $\phi 711$	176,00 m
	42,960 ton

Sumber: Hasil Analisis

**c. Erection Precast**

Masing-masing tipe bagian struktur dihitung sesuai dengan dimensi tipe nya. Karena pekerjaan dibantu oleh *Crane*, maka ada konversi dari volume  $\text{m}^3$  ke ton dengan menggunakan massa jenis beton bertulang  $2400\text{kg}/\text{m}^3$ .

**Tabel 3** Volume Pekerjaan *Erection Precast*.

ERECTION PRECAST	
<i>Head Stock (Pile Cap)</i>	1.100,712 ton
	526,00 buah
<i>Long Beam</i>	1.057,274 ton
	156,00 buah
<i>Beam</i>	2.047,278 ton
	398,00 buah
<i>Concrete Cover</i>	71,136 ton
	- buah
<i>Half Slab</i>	6.627,456 ton
	1.387,00 buah

Sumber: Hasil Analisis

**d. Pengecoran**

Pekerjaan pengecoran *insitu* ini dilakukan karena beberapa dari beton *precast* adalah tipe *half-precast*. Hal ini dilakukan untuk memperkecil kebutuhan bekisting dan memperkecil nilai biaya keseluruhan proyek.

**Tabel 4** Volume Pekerjaan Pengecoran.

PENGECORAN	
<i>Filling Concrete for SPP</i>	979.942 $\text{m}^3$
<i>Head Stock + Joint Beam</i>	3,278.660 $\text{m}^3$
<i>Long Beam</i>	1,947.599 $\text{m}^3$
<i>Beam</i>	511.422 $\text{m}^3$
<i>Cansteen</i>	40.320 $\text{m}^3$
<i>Slab</i>	2,576.000 $\text{m}^3$
<i>Concrete fill</i>	1,075.000 $\text{m}^3$
<i>Pipe Duct</i>	1,041.840 $\text{m}^3$
<i>Drumpit</i>	63.090 $\text{m}^3$

Sumber: Hasil Analisis

**Produktivitas Alat Berat**

Sesuai dengan rumus yang mengacu pada Permen PUPR No28, Thn 2016 perhitungan produktivitas alat berat akan dihitung seperti dibawah ini:

**Handling Material**

Pada pekerjaan ini alat berat yang digunakan adalah *Crane* kapasitas 25Ton dan 30Ton. Berikut analisis perhitungan produktivitas alat berat:

**Crane SANY STC300S, Kap. 30Ton (CR 1)**

Kapasitas Alat  $V = 30 \text{ Ton}$   
 Faktor Efisiensi Alat  $Fa = 0,83$   
 Jarak Tempuh  $L = 0,50 \text{ km}$

**Siklus Kerja Crane (1x Load & Kembali)**

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus} \quad CT &= 44,147 \text{ menit} \\
 \text{Kap. Produksi / jam} \quad Q1 &= v \times \frac{60}{CT} \times Fa \\
 &= 30 \times \frac{60}{44,147} \times 0,83 \\
 &= 33,977 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

**Tabel 6** Rekap Produktivitas Alat Berat.

ALAT BERAT PENULIS	PRODUK TIVITAS	SATUAN
<b>1. HANDLING MATERIAL</b>		
- Crane 1	33.977	ton / jam
- Crane 2	7.258	ton / jam
<b>2. PEMANCANGAN</b>		
- Crane 1	42.857	ton / jam
- Pile Driver Hammer 1	25.000	m / jam
- Pile Driver Hammer 2	48.555	m / jam
<b>3. ERECTION PRECAST</b>		

- Crane 2	173.611	ton / jam
<b>4. PENGECORAN</b>		
- Truck Mixer 1	12.201	m <sup>3</sup> / jam

Sumber: Hasil Analisis

### Optimasi Durasi Pekerjaan

Karena masing-masing pekerjaan dikerjakan dengan lebih dari 1 alat berat, maka perlu diketahui alat mana yang memiliki pengaruh besar di pekerjaan tersebut.

### Pekerjaan Handling Material

Pekerjaan ini menggunakan 2 unit crane, dan dari pelaksanaannya CR 2 berpengaruh pada pekerjaan ini sehingga durasi pekerjaan dihitung dengan mengacu kepada produktivitas alat berat CR 2.

- Volume Pekerjaan  $V = 5.649,240$  ton
  - Produktivitas CR 2  $Q = 7,258$  ton/jam
  - Jam Efektif Kerja  $Tk = 7$  jam
- $$Durasi = V \div Q \div Tk$$
- $$= 5.649,240 \div 7,258 \div 7$$
- $$= 111 \text{ hari}$$

Tabel 7 Rekap Durasi Pekerjaan.

Uraian Pekerjaan	Durasi		Total
	Penulis	(hari)	
Handling Material	111		
Pemancangan	162	419	14
Erection Precast	9		
Pengecoran	137		

Sumber: Hasil Analisis

### Jumlah Alat Berat

Sesuai dengan kombinasi alat berat yang digunakan, jumlah alat berat juga dapat dihitung masing-masing sesuai dengan kebutuhan pada pekerjaan yang dilakukan. Perhitungan jumlah alat ini mengacu kepada 3 perhitungan sebelumnya.

### Pekerjaan Handling Material

- Durasi waktu pekerjaan = 111 hari  $\approx 777$  jam
- Alat berat pada pekerjaan ini = **CR 1, CR 2.**
  1. Crane SANY STC300S (CR 1)
    - Volume = 5.649,24Ton.
    - Durasi = 777 jam.
    - Produktivitas = 33,977 ton/jam.
    - Mengacu pada rumus 2.5,  
 $Kap. Prod = Q_1 \times T = 33,977 \times 791$   
 $= 26.445,218 \text{ ton}$
    - Sehingga jumlah alat CR 1 :

$$CR 1 = \frac{Volume}{Kap. Prod} = \frac{5.649,24}{26.445,218}$$

$$= 0,2136 \approx 1 \text{ unit}$$

Tabel 8 Rekap Jumlah Alat Berat.

Jenis Pekerjaan	Kombinasi Alat Berat			
	Alat	Jml	Alat	Jml
Handling Material	CR 1	1	CR 2	1
	CR 1	1	PDH 1	1
Pemancangan	PDH 2	1	TK 1	2
	TB 1	2		
Erection Precast	CR 2	1	TK 1	1
	TB	1		
Pengecoran	TM 1	1	CP 1	1

Sumber: Hasil Analisis

### Biaya Sewa Alat Berat

Dalam persoalan kali ini semua alat berat yang digunakan adalah alat baru, sehingga biaya pasti dan operasional nya diasumsikan sangat baik. Mengacu pada rumus Permen PUPR No. 28 Thn 2016 perhitungan biaya masing-masing alat berat dijabarkan sebagai berikut:

#### Crane SANY STC300S, Kap. 30Ton (CR 1)

Daya Mesin (Pw) = 189 HP  
 Jam Operasi (1thn) (W) = 1.925 Jam  
 Harga Alat (B) = Rp 2.731.800.000,-

1. Biaya Kepemilikan terdiri dari nilai sisa alat, biaya angsuran, pengembalian modal, dan asuransi. Suku bunga digunakan 10%, angsuran 2%, dan umur ekonomis 5tahun.  
 Total Biaya Kep. = 336.923,51 + 2.838,23  
 = Rp 339.761,75
2. Biaya Operasional terdiri dari biaya bahan bakar, pelumas, bengkel, perawatan, operator, dan pembantu operator. Penggunaan alat berat diasusikan menengah semua.  
 Total Biaya Operasional = Rp 1.011.816,73
3. Total Biaya Alat = Biaya Kep. + Biaya Opr.  
 = 339.761,75 + 1.011.816,73  
 = Rp 1.351.578,48

Masing-masing alat berat akan dihitung sama seperti perhitungan diatas,

Tabel 9 Rekap Biaya Alat Berat.

NO.	KODE ABT	BIAYA ABT
1.	CR 1	Rp 1.351.578,48
2.	CR 2	Rp 1.134.485,36
3.	PDH 1	Rp 126.945,37
4.	PDH 2	Rp 161.979,03

5.	TM 1	Rp 1.132.688,19
6.	CP 1	Rp 2.364.731,09
7.	TB 1	Rp 1.197.003,23
8.	TK 1	Rp 1.249.879,83

Sumber: Hasil Analisis

### Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan dapat dihitung dulu koefisien pekerja dan alat berat nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Produktivitas } Q &= 33,977 + 7,258 \\ &= 41,235 \text{ ton/jam} \\ \text{Produktivitas / hari } Q' &= 41,235 \times 7 \\ &= 288,649 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Asumsi Kebutuhan Tenaga Kerja.

- Mandor M : 0,8 Orang/Hari
- Operator Alat O : 2 Orang/Hari
- Pembantu Operator Op : 2 Orang/Hari
- Pekerja P : 4 Orang/Hari

Tabel 10 Harga Satuan Pekerjaan Pekerjaan *Handling Material*.

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KOEFI SIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A. TENAGA</b>					
1.	Mandor	(L04)	Jam	Rp 22,500.00	Rp 436.52
2.	Operator	(L08)	Jam	Rp 22,500.00	Rp 1,091.29
3.	Pembantu	(L09)	Jam	Rp 21,100.00	Rp 1,023.39
4.	Pekerja	(L01)	Jam	Rp 14,200.00	Rp 1,377.45
					<b>Rp 3,928.64</b>
<b>B. PERALATAN</b>					
1.	Crane (1)	(E1)	Jam	Rp 1,351,578.4803	Rp 39,778.81
2.	Crane (2)	(E2)	Jam	Rp 1,134,485.3565	Rp 156,302.72
					<b>Rp 196,081.53</b>
<b>D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN ( A + B )</b>					Rp 200,010.17
<b>E. OVERHEAD &amp; PROFIT</b>				12.0 % x D	Rp 24,001.22
<b>F. HARGA SATUAN PEKERJAAN ( D + E )</b>					Rp 224,011.39

Sumber: Hasil Analisis

Analisis harga satuan setiap pekerjaan dihitung seperti cara diatas. Perhitungan sesuai dengan tipe dan kapasitas alat berat yang digunakan penulis dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 11 Rekap Harga Satuan Pekerjaan.

No	Pekerjaan	HSP Penulis
1.	Handling Material	Rp 224,011.39
2.	Pemancangan	Rp 110,355.72
3.	Erection Precast	Rp 39,657.79
4.	Pengecoran	Rp 328,684.98

Sumber: Hasil Analisis

### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pada rencana anggaran biaya ini harga satuan yang sudah didapat sebelumnya akan di korelasikan dengan satuan masing-masing pekerjaannya sesuai yang sudah dihitung pada volume pekerjaan.

#### Pekerjaan *Handling Material*

Anggaran biaya akan di asumsikan untuk satuan pekerjaan setiap berat 1 set tiang pancang pada alat berat CR 1 dan CR 2 di pekerjaan ini.

#### Crane SANY STC300S, Kap. 30Ton (CR 1)

$$\text{Produktivitas } Q_1 = 33,977 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Volume Bahan } V = 10,74 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu } T &= \frac{V}{Q_1} = \frac{10,74}{33,977} \\ &= 0.3161 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{HSP / jam} = \text{Rp } 224.011,39$$

Sehingga anggaran biaya alat berat CR 1 untuk *handling material* setiap 1 set tiang pancang adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu x Harga satuan} = 0.3161 \times 224.011,39 = \text{Rp } 70,808.42$$

#### Rekapitulasi Biaya

Rencana anggaran biaya sebelumnya diasumsikan untuk 1 volume material pekerjaan, oleh karena itu di rekap ini dikalikan dengan volume total pekerjaan, sehingga didapatkan biaya penggunaan alat pada masing-masing pekerjaannya.

Tabel 12 Rekap Anggaran Biaya Pekerjaan.

No	Pekerjaan	Anggaran Biaya Penulis
1.	Handling Material	Rp 402,276.74

No	Pekerjaan	Anggaran Biaya
		Penulis
2.	Pemancangan (54m)	Rp 444,064.91
3.	Pemancangan (44m)	Rp 377,194.64
4.	Erection Precast	Rp 1,370.57
5.	Pengecoran	Rp 377,142.54

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 13 Rekapitulasi Biaya Alat Berat.

NO.	PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	RAB	TOTAL BIAYA
1.	HANDLING MATERIAL	5,649	ton	Rp 402.276,74	Rp 2.272.557.848,60
2.	PEMANCANGAN (54m)	28,188	m	Rp 444.064,91	Rp 12.517.301.680,42
3.	PEMANCANGAN (44m)	176	m	Rp 377.194,64	Rp 66.386.256,03
4.	ERECTION PRECAST	10,904	ton	Rp 1.370,57	Rp 14.944.534,77
5.	PENGECORAN	11,514	m <sup>3</sup>	Rp 377.142,54	Rp 4.342.371.149,25
				<b>TOTAL</b>	<b>Rp 19.213.561.469,07</b>

Sumber: Hasil Analisis

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

- Adanya perbedaan spesifikasi, tipe, dan kapasitas milik penulis dan proyek, sehingga dapat dilihat jelas perbedaannya sebagai berikut:

Tabel 14 Rekap Produktivitas Alat Berat.

ALAT BERAT	PRODUKTIVITAS		SATUAN
<b>1. HANDLING MATERIAL</b>			
- Crane 30Ton	33.977	95.431	ton / jam
- Crane 25Ton	7.258	16.196	ton / jam
<b>2. PEMANCANGAN</b>			
- Crane 30Ton	42.857	85.714	ton / jam
- PDH 7,9Ton	25.000	11.250	m / jam
- PDH 12,3Ton	48.555	21.273	m / jam
<b>3. ERECTION PRECAST</b>			
- Crane 25Ton	173.611	571.429	ton / jam
<b>4. PENGECORAN</b>			
- T. Mixer 7m <sup>3</sup>	12.201	5.294	m <sup>3</sup> / jam

Sumber: Hasil Analisis

- Dengan nilai volume tetap dan jumlah pekerja yang tetap, nilai durasi dari analisis penulis lebih efektif 6bulan, yang sebelumnya milik proyek 20bulan, dengan analisis penulis hanya menjadi 14bulan.

Tabel 15 Rekap Durasi Pekerjaan.

Uraian Pekerjaan	Progres Rencana (hari)	
	Proyek	Penulis
Handling Material	152	111
Pemancangan	197	162
Erection Precast	60	9
Pengecoran	183	137
<b>TOTAL (hari)</b>	<b>592</b>	<b>419</b>
<b>TOTAL (bulan)</b>	<b>20</b>	<b>14</b>

Sumber: Hasil Analisis

- Karena dari spesifikasi alat dan kapasitasnya berbeda berpengaruh kepada produktivitas dan durasinya. Ada perbedaan pada penggunaan crane di proyek 3unit, sedangkan hasil analisis hanya 2unit.

- Dengan produktivitas yang lebih efektif dan jumlah yang lebih sedikit, biaya yang dibutuhkan juga akan lebih ekonomis.

Tabel 16 Rekap Biaya Alat Berat.

REKAPITULASI BIAYA PENULIS		
NO.	PEKERJAAN	TOTAL BIAYA
1.	Handling Material	Rp 2,272,557,848.60
2.	Pemancangan	Rp 12,583,687,936.45
4.	Erection Precast	Rp 14,944,534.77
5.	Pengecoran	Rp 4,342,371,149.25
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 19,213,561,469.07</b>

KAPITULASI BIAYA PROYEK		
NO.	PEKERJAAN	TOTAL BIAYA
1.	Handling Material	Rp 271,234,078.76
2.	Pemancangan	Rp 25,549,633,508.02
4.	Erection Precast	Rp 2,390,956.99
5.	Pengecoran	Rp 26,206,021,074.14
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 52,029,279,617.91</b>

Sumber: Hasil Analisis

Dengan total biaya alat berat milik penulis Rp 19.213.561.469,07. Sehingga ada selisih biaya anggaran alat berat milik proyek dan penulis sebesar Rp 32.815.718.148,84.

- Dengan volume yang tetap dan total pekerja yang sama, penggunaan alat berat dengan kapasitas lebih kecil dan jumlahnya lebih sedikit, bisa lebih efektif dan ekonomis. Pemilihan alat berat yang disesuaikan dengan kebutuhan saat pekerjaan dan pelaksanaan dengan metode yang tepat akan menghasilkan nilai yang optimum untuk proyek.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. Bongkar Muat Barang Antar Pulau dan Luar Negeri di Pelabuhan Indonesia Tahun 1988-2018.

- [2] Gustiono, A. (2016). Analisa Biaya Penggunaan Alat Berat (Studi Kasus: Proyek Pengurangan Lahan KPRI Mekar, Jln Sunan Kalijaga No 239, Rangkasbitung Lebak Banten). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- [3] Maddeppungeng, A., dkk. (2018). Optimalisasi Komposisi Alat Berat pada Proyek Pembangunan Pelabuhan PT. Cemindo Gemilang. *Konstruksia*, 9(1), 59-67.
- [4] Munirah, M. (2017). Kajian terhadap Beberapa Metode Optimasi (Survey of Optimization Methods). *JUITA: Jurnal Informatika*, 5(1), 45-50.
- [5] Nurdiansyah, H. F. (2019). *Analisis Pemilihan Alat Berat Material Hoist dan Mobile Crane pada Pekerjaan Rangka Atap Baja Proyek Pembangunan Fakultas Hukum Uii (Heavy Equipment Choice Material Hoist And Mobile Crane Analysis On Steel Roof Frames Of Uii Faculty Of Law Construction Project)*.
- [6] Permen PUPR No. 28 tahun 2016.
- [7] Purworini, A. (2016). *Analisa Waktu dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pembangunan Gedung Condotel Proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)