

ALOKASI KEBUTUHAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN NORMALISASI MUARA SUNGAI SIBELIS KOTA TEGAL

Fandi Azhim¹, Suhariyanto², Burhamtoro³

¹Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

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

¹fandiazhim@gmail.com, ²suhariyanto.polinema@gmail.com, ³goes_bur@yahoo.com

Abstract

The estuary of River Sibelis is vessel traffic modes of fishermen and the risk rob flooding. The estuary of River Sibelis (STA 0+00 – STA 0+373) project employed some heavy equipment to undertake the project.

The purpose of find out the needs of heavy equipment, productivity of heavy equipment, the duration of work and heavy equipment operational cost. The required data were of layouts, cross sectional drawings of the river estuary, and specifications of heavy equipment. Microsoft Excel program was applied for the calculation and the schedule using method Barchart.

The implementation results are as follow: 1) excavating sediment on 29 work days using 1 unit of crane barge in productivity of 80.8 m³/h at Rp. 1.120.384.700,- ; 2) excavating sediment on 16 work days using 2 units of backhoe, 2 units of barge, and 1 unit of tug boat in productivity of 48 m³/h at Rp.351.309,- ; 3) setting sheet pile on 33 work days using 2 units of crawler crane, 1 unit of diesel hammer, 1 unit of tug boat, and 2 units of barge in productivity of 11 m/h at Rp. 805.385.500,-; at total cost project of Rp. 2.846.349.000,- on 63 work days.

Keywords: heavy equipment, productivity, time, cost

Pendahuluan

Muara sungai Sibelis adalah sebagai moda sarana lalulintas kapal nelayan dan memiliki resiko banjir rob yang meluap. Pada normalisasi muara sungai Sibelis Kota Tegal ini memiliki lingkup item pekerjaan penggalian sedimen, buang galian sedimen, dan pemancangan tanggul menggunakan *sheet pile*. Pekerjaan normalisasi muara sungai Sibelis STA 0+00 – STA 0+373 merupakan proyek yang membutuhkan alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan.

Pekerjaan normalisasi muara sungai bergantung pada ketersediaan sumber daya yang dipakai. Ketersediaan tersebut dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pelaksanaan suatu proyek, baik dalam hal biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Salah satu sumber daya yang berperan penting adalah alat berat. Kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek yang cukup penting serta biaya penggunaan alat berat yang relatif mahal, maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik dalam menggunakan sumber daya alat berat.

Dalam perencanaan pemakaian alat-alat berat untuk pekerjaan normalisasi muara sungai perlu diperhatikan jenis alat-alat berat yang dipakai,

pengetahuan tentang kapasitas dan kemampuan alat berat agar penggunaan alat tidak menimbulkan biaya yang lebih, produktivitas yang memenuhi kebutuhan dan memenuhi keselamatan.

Alokasi, penjadwalan, dan pemilihan peralatan secara seksama pada setiap jenis pekerjaan sangat penting agar kemampuan operasional bisa optimal.

Metode Penelitian

Gambaran Umum Proyek

Proyek normalisasi muara sungai ini berlokasi di muara sungai Sibelis terletak pada kelurahan Tegalsari kecamatan Tegal Barat, Kota Tegal Jawa Tengah. Lokasi proyek normalisasi muara sungai Sibelis ini terletak di daerah pelabuhan pelelangan ikan Kota Tegal, dan juga sebagai jalur lalu lintas kapal nelayan yang akan menuju laut utara.

Proyek pekerjaan normalisasi muara sungai Sibelis Kota Tegal ini dilaksanakan oleh PT. Pharma Karya Adhimandiri sebagai kontraktor.

Dana yang dibutuhkan untuk pekerjaan normalisasi muara sungai ini adalah Rp. 2.846.349.000,- dengan waktu pelaksanaan 1

Agustus 2016 sampai dengan 5 Oktober 2016 (65 hari kerja).

Pekerjaan yang dilaksanakan pada proyek ini adalah:

1. Pekerjaan galian sedimen dasar muara sungai.
2. Pekerjaan buang galian sedimen.
3. Pekerjaan pemancangan *sheet pile*.

Alat berat yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan normalisasi muara sungai berdasarkan **Tabel 1**.

Tabel 1. Jenis Alat Berat yang Digunakan

No.	Uraian Pekerjaan	Jenis Alat yang Digunakan
1.	Galian Sedimen	<i>Crane Barge</i>
2.	Buang Galian Sedimen	<i>Backhoe Kapal Tongkang Tug Boat</i>
3.	Pemancangan <i>sheet pile</i>	<i>Diesel Hammer Crawler Crane Kapal Tongkang Tug Boat</i>

Volume Pekerjaan

Besarnya volume pekerjaan pada proyek ini adalah berdasarkan data yang diperoleh dari kontraktor, yaitu sebagai berikut:

1. Pekerjaan galian sedimen
 - Segmen A : 8.262,12 m³
 - Segmen B : 14.410,51 m³
2. Pekerjaan buang galian sedimen
 - Segmen B : 14.410,51 m³
3. Pekerjaan pemancangan *sheet pile*
 - STA 0+56 – STA 0+88 : 32 titik
 - STA 0+109 – STA 0+371 : 260 titik

Metode Penjadwalan dan Alokasi

Pemilihan Alat

Pemilihan alat sangat berpengaruh besar dalam pelaksanaan pekerjaan, apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaannya, biaya proyek akan membengkak, dan hasilnya tidak sesuai dengan rencana.

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain sebagai berikut.

- a. Fungsi dari alat berat.
- b. Kepastian peralatan.
- c. Cara operasi.
- d. Metode pelaksanaan yang dipakai.
- e. Biaya Sewa peralatan
- f. Jenis proyek atau pekerjaan.

- g. Jenis dan daya dukung tanah.
- h. Kondisi dilapangan.

Produktivitas Alat

Produktivitas atau kapasitas alat adalah besarnya keluaran (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan alat per-satuan waktu. Produktivitas alat juga bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Untuk memperkirakan produktivitas alat, diperlukan :

- Kinerja alat
- Faktor efisiensi alat
- Operator dan *Helper*
- Kondisi lapangan.

Produktivitas alat dihitung berdasarkan volume per-siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam, dengan menggunakan

Persamaan 1.

$$Q = q \times N \times E \tag{1}$$

Dimana:

- Q = produksi alat per jam (m³/jam)
- q = produksi alat per siklus (m³/siklus)
- E = faktor efisiensi kerja total
- N = jumlah siklus /jam, pada **Persamaan 2.**

$$N = \frac{60}{CT} \tag{2}$$

CT = waktu siklus (menit)

Dengan demikian, produktivitas alat dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 3.**

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \tag{3}$$

Masing-masing alat berat mempunyai produktivitas spesifik sesuai dengan kapasitas produksinya, dengan menggunakan **Persamaan 4.**

1. Produksi *Crane Barge* (m³/jam)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \tag{4}$$

Dimana:

- Q = produksi alat per jam (m³/jam)
- q = produksi tiap siklus (m³) = q₁ x k
- q₁ = kapasitas bucket (m³)
- k = faktor bucket
- E = faktor efisiensi kerja total
- CT = waktu siklus

2. Produksi *Backhoe*, dengan menggunakan **Persamaan 5.**

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \tag{5}$$

Dimana:

- Q = produksi alat per jam (m³/jam)
- q = kapasitas per siklus (m³) = q₁ x k
- q₁ = kapasitas bucket (m³)
- k = faktor bucket
- E = faktor efisiensi kerja total

- CT = waktu siklus (menit)
 = $w_g + 2(w_p) + w_b$
 W_g = waktu menggali (menit)
 W_p = waktu putar (menit)
 W_b = waktu buang/ muat (menit)
 3. Produksi Diesel Hammer (m³/jam), dengan menggunakan **Persamaan 6**.
 Produktivitas = $\text{kapasitas} \times 60CT$ (6)

Dimana:

- Kapasitas = Kedalaman Tiang Pancang (m)
 CT = Waktu Siklus (menit)
 = $W_a + W_d + W_l$
 W_a = Waktu setting alat
 W_d = Waktu *driving pile*
 W_l = Waktu lain - lain

4. Produksi *Crawler Crane* (ton/jam), dengan menggunakan **Persamaan 7**.
 Produktivitas = $\text{Kapasitas} \times 60CT \times E$ (7)

Dimana:

- Kapasitas = Kapasitas angkat (ton)
 CT = Waktu Siklus (menit)
 E = Efisiensi Alat

Analisa Kebutuhan Peralatan

Kebutuhan peralatan dipengaruhi oleh sebagai berikut:

1. Volume pekerjaan : m³
 2. Durasi : hari
 3. Jenis alat
 4. Kapasitas produksi alat
 5. Jam efektif alat : waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk menghasilkan pekerjaan dalam jam
- Untuk menganalisa kebutuhan jumlah alat yang dipakai menggunakan **Persamaan 8**.

$$\text{Kebutuhan alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi alat} \times \text{Durasi}} \quad (8)$$

Durasi

Perencanaan *Schedule* Peralatan

Waktu dan Durasi

Dalam konteks penjadwalan, terdapat dua perbedaan, yaitu waktu dan kurun waktu. Bila waktu menyatakan siang / malam, sedangkan kurun waktu atau durasi menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan, seperti lamanya waktu kerja dalam satu hari adalah 8 jam. Produktivitas didapat dari perhitungan produktivitas alat yang melakukan suatu kegiatan dalam pelaksanaan pekerjaan. Menentukan durasi suatu kegiatan biasanya dilandasi volume pekerjaan dan produktivitas alat yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, dengan menggunakan **Persamaan 9**.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan (m}^3\text{)}}{\text{Produktivitas}} \quad (9)$$

Kapasitas produksi alat (m³/jam)

Barchart (Bagan Balok)

Barchart adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menunjukkan waktu penyelesaian yang dibutuhkan. Hal-hal yang ditampilkan dalam *barchart* adalah jenis pekerjaan, durasi/waktu pelaksanaan pekerjaan maupun stasiun/lokasi pelaksanaan pekerjaan.

Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat Sewa Alat

Pemenuhan kebutuhan alat dengan menyewa dari perusahaan pemilik alat dengan dilengkapi perjanjian antara pemilik alat.

Upah Operator dan Helper

Upah operator dan *helper* alat besarnya dipengaruhi oleh berapa lama pemakaian alat berat itu digunakan dalam pelaksanaan pekerjaannya. Upah operator dan *helper* alat dihitung dari durasi waktu hari sesuai dengan alat berat yang dioperasikan.

Bahan Bakar Mesin

Besar bahan bakar mesin yang dibutuhkan untuk pengoperasian alat bervariasi tergantung dari berat ringannya kerja operasi alat dan jenis alat yang dipakai. Semakin berat alat bekerja, semakin besar bbm yang dibutuhkan.

Mobilisasi dan Demobilisasi Alat

Biaya mobilisasi dan demobilisasi harus dihitung dalam anggaran biaya karena harus mempertimbangkan alat angkut dan rute perjalanannya agar dapat mengurangi resiko yang timbul.

Hasil dan Pembahasan

Pekerjaan Galian Sedimen

Berdasarkan rekapitulasi hasil perhitungan kapasitas produksi alat *crane barge* pada pekerjaan galian sedimen dapat dihitung sebagai berikut:

1. Produksi *Crane Barge* (m³/jam)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$= \frac{2,6 \times 60 \times 0,42}{0,8}$$

$$= 80,8 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Perhitungan Kebutuhan Alat Berat Pekerjaan Galian Sedimen

Kebutuhan peralatan untuk pekerjaan galian sedimen:

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 22.672,63 \text{ m}^3 \\ \text{Jam Kerja per hari} &= 8 \text{ jam kerja} \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{produktivitas} \\ &= \frac{22.672,63}{80,8} \\ &= 280,6 \text{ jam} \\ &= 36 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan untuk galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 40 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat pada pekerjaan galian sedimen adalah

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan alat} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi} \times \text{durasi}} \\ &= \frac{22.672,63}{646,4 \times 40} \\ &= 0,87 \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Pekerjaan Buang Galian Sedimen

Berdasarkan perhitungan kapasitas produksi alat *backhoe* pada pekerjaan buang galian sedimen dapat dihitung sebagai berikut:

1. Produksi *Backhoe* (m³/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\ &= \frac{0,8 \times 60 \times 0,75}{0,6} \\ &= 48 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan Alat Berat

Pekerjaan Buang Galian Sedimen

Kebutuhan peralatan untuk pekerjaan galian sedimen :

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 14.410,51 \text{ m}^3 \\ \text{Jam Kerja per hari} &= 8 \text{ jam kerja} \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{produktivitas} \\ &= \frac{14.410,51}{48} \\ &= 300 \text{ jam} \\ &= 38 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 22 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat *backhoe* adalah

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan alat} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi} \times \text{durasi}} \\ &= \frac{14.410,51}{384 \times 22} \\ &= 1,7 \approx 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

2. Kapal Tongkang

$$\text{Produksi per jam} = 48 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{produktivitas} \\ &= \frac{14.410,51}{48} \\ &= 300 \text{ jam} \\ &= 38 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 22 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat kapal tongkang adalah

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan alat} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi} \times \text{durasi}} \\ &= \frac{14.410,51}{384 \times 22} \\ &= 1,7 \approx 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

3. *Tug Boat*

$$\begin{aligned} \text{Produksi per jam} &= 96 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{produktivitas} \\ &= \frac{14.410,51}{96} \\ &= 150 \text{ jam} \\ &= 19 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 22 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat *tug boat* adalah

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan alat} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi} \times \text{durasi}} \\ &= \frac{14.410,51}{768 \times 22} \\ &= 0,85 \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Pekerjaan Pemancangan *Sheet Pile*

Berdasarkan perhitungan kapasitas produksi alat pancang *diesel hammer* pada pekerjaan pemancangan *sheet pile* dapat dihitung sebagai berikut:

1. Produksi *Diesel Hammer* (m/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{Kapasitas} \times 60}{CT} \\ &= \frac{10 \times 60}{53,1} \\ &= 11 \text{ m} / \text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan Alat Berat

Pekerjaan Pemancangan *Sheet Pile*

Kebutuhan peralatan untuk pekerjaan galian sedimen :

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 2920 \text{ m} \\ \text{Jam Kerja per hari} &= 8 \text{ jam kerja} \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{produktivitas} \\ &= \frac{2920}{11} \\ &= 265,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

= 33 hari
 Durasi pekerjaan untuk pemancangan *sheet pile* berdasarkan perencanaan adalah 35 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat *diesel hammer* adalah
 Kebutuhan alat = $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi}} \times$
 durasi
 = $\frac{2920}{88 \times 35}$
 = 0,9 ≈ 1 unit

2. *Crawler Crane*

Produksi per jam = 41 ton /jam
 Durasi = $\frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas}}$
 = $\frac{11.680}{41}$
 = 284 jam
 = 37 hari

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 35 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat *crawler crane* adalah

Kebutuhan alat = $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi}} \times$
 durasi
 = $\frac{11.680}{328 \times 35}$
 = 1,1 ≈ 2 unit

3. *Tug Boat*

Produksi per jam = 11 m / jam
 Durasi = $\frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas}}$
 = $\frac{2920}{11}$
 = 265,5 jam
 = 33 hari

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 35 hari, sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat *tug boat* adalah

Kebutuhan alat = $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi}} \times$
 durasi
 = $\frac{2920}{88 \times 35}$
 = 0,9 ≈ 1 unit

4. Kapal Tongkang

Produksi per jam = 6 m / jam
 Durasi = $\frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas}}$
 = $\frac{2920}{6}$
 = 486 jam
 = 60 hari

Durasi pekerjaan untuk buang galian sedimen berdasarkan perencanaan adalah 35 hari,

sehingga diperoleh jumlah kebutuhan alat kapal tongkang adalah

Kebutuhan alat = $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi}} \times$
 durasi
 = $\frac{2920}{48 \times 35}$
 = 1,7 ≈ 2 unit

Pada produktivitas dan kebutuhan alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek ini sudah di analisa pada rekapitulasi produktivitas dan kebutuhan pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Rekapitulasi Produktivitas dan Kebutuhan Alat Berat

No	Pekerjaan	Sat.	Kapasitas Produksi	Unit
1.	Pekerjaan Galian Sedimen			
	<i>Crane Barge</i>	m ³	80,8	1
2.	Pekerjaan Buang Galian			
	<i>Backhoe</i>	m ³	48	2
	Tug Boat	m ³	96	1
	Kapal Tongkang	m ³	48	2
3.	Pekerjaan Pemancangan <i>Sheet Pile</i>			
	<i>Diesel Hammer</i>	m	11	1
	<i>Crawler Crane</i>	ton	41	2
	<i>Tug Boat</i>	m	11	1
	Kapal Tongkang	m	6	2

Analisa Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan

Pada proyek ini pekerjaan dilaksanakan berdasar pada *schedule* Kurva – S, analisa digunakan metode penjadwalan sesuai dengan *barchart* dengan memplot dari durasi perencanaan yang sudah di analisa perhitungan dan jumlah alat berat yang digunakan dilapangan sehingga diperoleh penjadwalan *barchart* pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Barchart Pekerjaan Alat Berat

No	Pekerjaan	Ags.				Sept.				Okt
		1	2	3	4	1	2	3	4	1
1	Galian Sedimen	■	■	■	■					
2	Buang Galian Sedimen			■	■	■	■	■	■	
3	Pemancangan <i>Sheet Pile</i>							■	■	■

Biaya Operasional Alat Berat

Pada proyek ini biaya operasional alat berat dihitung berdasarkan alat yang digunakan dan jumlah alat yang digunakan. Biaya operasional berdasar pada biaya sewa alat, upah operator dan *helper* alat, *mobdemob* alat serta BBM yang

digunakan, sehingga diperoleh analisa perhitungan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Operasional Alat Berat

No	Pekerjaan		Biaya (Rp.)
1	Pekerjaan Galian Sedimen	Sewa Alat	1.052.250.00
		Upah Operator	9.000.000
		Upah <i>Helper</i>	16.200.000
		Alat	34.934.700
		BBM	8.000.000
		Mobdemob	
	Jumlah		1.120.384.700
2	Pekerjaan Buang Galian Sedimen	Sewa Alat	295.800.000
		Upah Operator	14.300.000
		Upah <i>Helper</i>	4.400.000
		Alat	26.809.000
		BBM	10.000.000
		Mobdemob	
	Jumlah		351.309.000
3	Pekerjaan Pemancangan <i>Sheet Pile</i>	Sewa Alat	670.450.000
		Upah Operator	18.150.000
		Upah <i>Helper</i>	33.000.000
		Alat	63.785.500
		BBM	20.000.000
		Mobdemob	
	Jumlah		805.385.500
4	Total Biaya Operasional		2.277.079.200
5	PPN 10%		227.707.920
6	Keuntungan 15 %		341.561.880
7	Biaya Total		2.846.349.000

Dari hasil analisa perhitungan kebutuhan alat berat dan penjadwalan diperoleh kebutuhan pada pekerjaan galian sedimen adalah 1 unit alat *crane barge*, pekerjaan buang galian sedimen adalah 2 unit alat *backhoe*, 1 unit *tug boat* dan 2 unit kapal tongkang, serta pekerjaan pemancangan *sheet pile* adalah 1 unit alat *diesel hammer*, 2 unit alat *crawler crane*, 1 unit *tug boat*, dan 2 unit kapal tongkang. Berdasarkan biaya operasional alat berat yang digunakan diperoleh total biaya sebesar Rp. 2.846.349.000,- dengan durasi pekerjaan normalisasi muara sungai selama 63 hari kerja.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas alat dipengaruhi oleh kapasitas produksi alat berat yang digunakan pada setiap jenis pekerjaan. Semakin besar kapasitas produksi suatu alat maka koefisien alat semakin kecil sehingga biaya yang dikeluarkan semakin kecil pula. Hal ini disebabkan karena alat yang digunakan pada setiap jenis pekerjaan bekerja secara efektif.

2. Jumlah kebutuhan alat berat berdasarkan durasi waktu yang tersedia dalam pekerjaan dan diplot ke *barchart* penjadwalan alat sehingga dapat diketahui posisi penempatan pekerjaan alat yang dilaksanakan berdasarkan waktu pelaksanaan, jadi waktu pekerjaan dapat lebih efektif.
3. Durasi hari kerja bisa dipercepat dengan meningkatkan produktivitas alat berat dan menambah jumlah alat yang digunakan.
4. Untuk durasi pekerjaan normalisasi muara sungai dibutuhkan waktu selama 63 hari kerja atau 9 minggu.
5. Pekerjaan normalisasi muara sungai Sibelis Kota Tegal dari perhitungan membutuhkan anggaran biaya sebesar Rp. 2.846.349.000,-.

Daftar Pustaka

- Arsiyanto. 2008. *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*. Pradnya Paramita.
- Kholil, Ahmad. 2012. *Alat Berat*. Remaja Rosdakarya.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Rineka Cipta.
- Sosrodarsono, Suyono. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat – Alat Berat*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).