

## **BAB IX**

### **MANAJEMEN ALAT BERAT**

#### **9.1 Tinjauan Pustaka**

Manajemen alat berat merupakan bagian penting dalam proyek konstruksi yang mempengaruhi efisiensi, biaya, dan keselamatan kerja. Alat berat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan memfasilitasi berbagai kegiatan konstruksi, mulai dari penggalian, pemindahan tanah, hingga pengangkutan material berat. Alat berat memegang peran penting dalam hal kecepatan dan percepatan pekerjaan (Dian Febriant and Zulyaden 2017) .

Pemilihan alat berat yang tepat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proyek. Ada beberapa faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan alat berat antara lain jenis pekerjaan, kapasitas alat, dan kondisi medan. Kesalahan dalam pemilihan alat dapat berakibat pada keterlambatan dan biaya tambahan . Pemilihan penggunaan alat berat bergantung pada fitur yang ada pada jenis atau type alat berat itu masing-masing. Maka dari itu alat berat yang digunakan pada proyek harus tepat dengan situasi dan kondisi pada proyek tersebut.

Dalam pelaksanaan Pembangunan Rumah Sakit Eka Hospital BSD Tangerang, merupakan suatu pekerjaan yang mengharuskan pengoptimalan kapasitas produksi alat berat. Karena terdapat beberapa jenis pekerjaan struktur dan pengecoran yang besar. Produktivitas dari alat berat ini di pengaruhi oleh ketepatan pemilihan alat. Sehingga dibutuhkan analisa produktivitas alat supaya bisa diketahui kebutuhan jumlah alat dan juga waktu penyelesaiannya. Jika terdapat kesalahan dalam pemilihan alat berat akan mengakibatkan kerugian pada proyek seperti keterlambatan dan manajemen waktu yang tidak efisien.

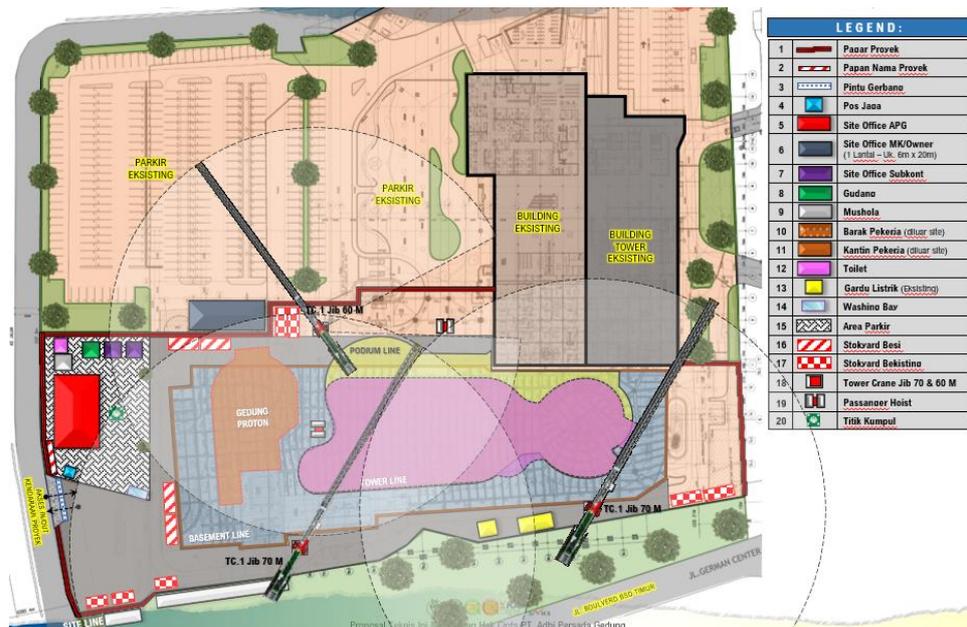
#### **9.2 Faktor Pemilihan Alat Berat**

Dikarenakan proyek gedung ini berada pada Tahap II dan III dengan kondisi pada ponasi Tahap I telah selesai di cor sehingga memerlukan tahap pengecoran tahap II dan III dengan volume pengecoran yang cukup besar. Pemilihan alat berat untuk menyelesaikan tahap pekerjaan ini harus menyesuaikan dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Pekerjaan vertikal membutuhkan mobilisasi material menggunakan Tower Crane, sementara untuk pekerjaan pengecoran membutuhkan Truck Mixer untuk mobilisasi ready mix dan Concrete Pump untuk memompa ready mix, dan material lainnya menggunakan truck. Pada pengecoran tahap III total volume yang dibutuhkan adalah 5.290 m<sup>3</sup>, yang terdiri dari 4.507 m<sup>3</sup> ready mix Fc.35 Mpa dan 683 m<sup>3</sup> ready mix density Fc.35 high density. Rencana campuran beton direncanakan berdasarkan metode ACI 301 (spesifikasi untuk beton struktu) yang mengharuskan desain beton mempertimbangkan aspek ekonomis, ketersediaan bahan di lokasi, kemudahan dalam pengerjaan, serta daya tahan dan kekuatan beton.

### 9.3 Pembahasan

#### 9.3.1 Tower Crane

*Tower Crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal yang tinggi pada ruangan gerak yang terbatas. Pada pemilihan *tower crane* sebagai alat mobilisasi material di dalam suatu proyek konstruksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu kondisi lapangan yang tidak luas, ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain dan pergerakan alat yang tidak perlu. Pada proyek Pembangunan Rumah Sakita BSD Tangerang menggunakan 1 *Tower Crane* JIB 60 meter dan 2 *Tower Crane* JIB 70 meter.



(Sumber : Data Proyek)

**Gambar 9.1** Site Plan Tower Crane



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.2** Tower Crane JIB 70 meter



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.3** *Tower Crane JIB 60 meter*

### **9.3.2 Concrete Pump**

*Concrete pump* adalah alat berat yang digunakan pada pekerjaan konstruksi untuk memompa dan menyalurkan beton ke lokasi pengecoran. *Concrete pump* sangat efisien dalam proses pengecoran terutama untuk proyek yang memerlukan volume beton besar atau untuk lokasi yang sulit dijangkau dengan *truck mixer*. Pada proyek Pembangunan Rumah Sakit BSD Tangerang menggunakan *concrete pump Citi Pump Double Super Long Boom* untuk pekerjaan pengecoran *raft foundation* tahap 1, 2, 3, area bunker dan beberapa kolom. Alat ini bisa menjangkau area pengecoran dengan ketinggian maksimum 29 - 30 meter. Alat *concrete pump* dapat ditunjukkan pada gambar 5.3 berikut :



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.4** *Concrete Pump*

### 9.3.3 *Static Concrete Pump*

Alat ini digunakan memompa beton tanpa alat penggerak yang bergerak. Alat ini dipasang ditempat kerja untuk memindahkan campuran beton melalui pipa ke lokasi yang diinginkan. Pipa pada alat ini merupakan rangkaian pipa baja yang dihubungkan pada *static concrete pump*. *Static concrete pump* digunakan pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Eka Hospital BSD Tangerang saat pekerjaan struktur bangunan atas mencapai lantai basement 1.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.5** *Static Concrete Pump*

### 9.3.4 *Truck Mixer*

*Truck mixer* adalah alat yang digunakan untuk mengangkut *ready mix* dari batching plant ke lokasi proyek. Kapasitas satu truck mixer  $7 m^3$  campuran beton. Selama pengangkutan tangki truck mixer harus berputar searah jarum jam dengan kecepatan 8-12 rpm agar campuran beton tetap homogen dan tidak mengeras. Apabila terlalu lama campuran beton akan mengeras dalam *truck mixer*, sehingga menimbulkan kesulitan dan menghambat kelancaran pelaksanaan pengecoran di lapangan.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.6** *Truck Mixer*

### 9.3.5 *Truck*

*Truck* adalah kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang dirancang untuk membawa material dalam jumlah besar dari satu lokasi menuju ke lokasi yang lain. *Truck* biasanya digunakan untuk mengangkut barang dengan volume yang banyak, seperti bahan bangunan, peralatan berat, bahan bakar, bahan pangan dan sebagainya. Dalam proyek konstruksi, *truck* sangat diperlukan untuk mengangkut material.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.7** *Truck*

## 9.4 Alat Pendukung Lain

### 9.4.1 *Vibrator*

*Vibrator* beton adalah alat yang digunakan untuk menghilangkan gelembung udara dan memastikan bahwa campuran beton mengisi cetakan dengan baik agar diperoleh hasil pengecoran yang padat dan menghindari adanya keropos pada beton. Alat ini penting dalam proses pengecoran beton untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan struktur.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.8** *Vibrator*

#### 9.4.2 *Waterpass*

*Waterpass* digunakan untuk menentukan elevasi pada lantai dan balok, untuk mengetahui ketebalan lantai daat pengecoran agar ketebalan lantai sesuai dengan perencanaan, dan agar kolom berdiri tegak pada titik rencana sesuai dengan *drawing shop* dan ketinggian kolom sesuai elevasi dapat dilihat pada Gambar 9.9.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

(a)



(Sumber : Dokumen Pribadi)

(b)

**Gambar 9.9** (a) (b) *Waterpass*

### 9.4.3 Baja Cutter

Baja *cutter* berfungsi untuk memotong besi tulangan dengan diameter besar dan mutu baja cukup tinggi yang dapat mempersingkat pengerjaan. Pemotongan dapat dilakukan secara bersamaan seperti tulangan diameter 10 mm dapat dilakukan pemotongan 6 buah besi, 4 buah besi untuk diameter 16 mm, 2 buah besi untuk diameter 19 mm, dan 1 buah besi untuk diameter 22 mm dapat dilihat pada Gambar 5.9.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Gambar 9.10** Baja Cutter

### 9.4.4 Bar Bender

*Bar Bender* digunakan untuk membengkokkan baja tulangan dalam berbagai macam sudut yang diinginkan sesuai dengan perencanaan. Pada proyek ini bar bender mempunyai batas pembengkokkan besi tulangan maksimal diameter besi 32 mm.



Sumber : Dokumen Pribadi

**Gambar 9.11** Bar Bender

## 9.5 Produktivitas Alat Berat

### 9.5.1 Tower Crane

Adapun contoh perhitungan alat berat *tower crane JIB 70* dengan pengamatan waktu pengangkatan *ready mix* menggunakan concrete bucket untuk pengecoran kolom pada lantai basement 2 adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume kolom} = 7,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Ketinggian kolom} = 4 \text{ m}$$

Data spesifikasi *tower crane* adalah sebagai berikut :

**Tabel 9.1** Data Spesifikasi *Tower Crane*

Keterangan	Hoisting (m/menit)	Slewing (%/menit)	Trolley (m/menit)	Landing
Waktu Angkat	32	252	63	32
Waktu Kembali	64	252	63	64

(Sumber : Brosur Tower Crane)

Data hasil pengamatan di lapangan :

a. Jarak *tower crane* ke *supply* (D) = 54,4 m

b. Jarak *tower crane* ke *demand* (d) = 39,9 m

c. Jarak *supply* ke *demand* (d') = 67,4 m

d. Jarak *trolley* (Dh) = D – d

$$= 54,4 - 39,9 = 14,5 \text{ m}$$

e. Jarak *slewing* ( $\alpha$ ) =  $\text{Cos } \alpha = \frac{D^2 + d^2 + d'^2}{2 \times D \times d}$

$$= \text{Cos } \alpha = \frac{54,4^2 + 39,9^2 + 67,4^2}{2 \times 54,4 \times 39,9}$$

$$= \text{Cos } \alpha = -1$$

$$= \alpha = 3,14 \text{ rad}$$

$$= \alpha = 180^\circ$$

## 1. Perhitungan Waktu Tempuh Tower Crane

$$\begin{aligned} Dv &= \text{Elevasi lantai tujuan} + \text{Tinggi tambahan yang diperlukan (asumsi)} \\ &= -8,5 + 6 \\ &= -2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Waktu Angkat

### a. Waktu Tempuh Vertikal *Hoisting*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Hoisting (v) &= 32 \text{ m/menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= -2,5 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 2,5 / 32 \\ &= 0,07813 \text{ menit} \end{aligned}$$

### b. Waktu Rotasi *Slewing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } slewing(v) &= 252 \text{ }^\circ/\text{menit} \\ \text{Sudut } (\alpha) &= 180^\circ \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 180 / 252 \\ &= 0,071 \text{ menit} \end{aligned}$$

### c. Waktu Tempuh Horizontal *Trolley*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Trolley (v) &= 63 \text{ m/menit} \\ \text{Jarak (d)} &= 2 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = d/v)} &= 2 / 63 \\ &= 0,032 \text{ menit} \end{aligned}$$

### d. Waktu Tempuh Vertikal *Landing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Hoisting (v) &= 32 \text{ m/menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 6 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 6 / 32 \\ &= 0,1875 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Total Waktu Ankat} = \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \text{Trolley} + \text{Landing}$$

$$= 0,07813 + 0,071 + 0,032 + 0,1875$$

$$= 1,01166 \text{ menit}$$

### 3. Perhitungan Waktu Kembali

a. Waktu Tempuh Vertikal *Hoisting*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Hoisting (v) &= 64 \text{ m/menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 6 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 6 / 64 \\ &= 0,07813 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Waktu Rotasi *Slewing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } slewing(v) &= 252 \text{ }^\circ/\text{menit} \\ \text{Sudut } (\alpha) &= 180^\circ \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 180 / 252 \\ &= 0,071429 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Waktu Tempuh Horizontal *Trolley*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Trolley (v) &= 63 \text{ m/menit} \\ \text{Jarak (d)} &= 2 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = d/v)} &= 2 / 63 \\ &= 0,03175 \text{ menit} \end{aligned}$$

d. Waktu Tempuh Vertikal *Landing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } Hoisting (v) &= 64 \text{ m/menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Waktu (t = h/v)} &= 2,5 / 64 \\ &= 0,03906 \text{ menit} \end{aligned}$$

e. Penuangan beton ready mix = 5 menit (pengamatan di lapangan)

$$\begin{aligned} \text{Total Waktu Kembali} &= \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \text{Trolley} + \text{Landing} + \text{Penuangan} \\ &= 0,07813 + 0,071429 + 0,03175 + 0,03906 + 5 \end{aligned}$$

$$= 6,71863 \text{ menit}$$

#### 4. Perhitungan Produktivitas Tower Crane

Pengamatan dilakukan pada pekerjaan pengecoran kolom C2 di lantai Basement 2. Dari pengamatan di lapangan diketahui :

a. Volume *bucket* = 0,8 m<sup>3</sup>

b. Volume kolom C2 = 7,2 m<sup>3</sup>

Dari data di atas dapat dihitung :

a. Jumlah kebutuhan bucket = Volume kolom / volume bucket

$$= 7,2 / 0,8$$

$$= 9 \text{ kali pengisian bucket}$$

b. Waktu siklus pengecoran kolom C2 = Waktu Angkat + Waktu Kembali

$$= 1,01166 + 6,71863$$

$$= 7,73028 \text{ menit}$$

c. Jumlah waktu siklus pengecoran kolom C2 = waktu siklus pengecoran kolom C2 x Jumlah kebutuhan bucket

$$= 7,73028 \times 9$$

$$= 51,9369 \text{ menit}$$

d. Volume harian pengecoran kolom (10 kolom) = 10 x 7,2

$$= 72 \text{ m}^3$$

e. Waktu siklus harian pengecoran kolom (10 Kolom) = 10 x 51,9369

$$= 519,369 \text{ menit}$$

$$= 8,65615 \text{ jam}$$

f. Produktivitas = output / input

$$= \text{volume harian} / \text{waktu siklus harian}$$

$$= 72 / 8,65615$$

$$= 8,31779 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Maka dapat diketahui bahwa produktivitas tower crane untuk pekerjaan pengecoran kolom C2 dalam sehari sebesar 8,31779 m<sup>3</sup>/jam

### 9.5.2 Concrete Pump

Waktu total *truck concrete pump* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Waktu = Waktu Efektif + Waktu Delay$$

Waktu efektif adalah periode saat *concrete pump* memindahkan beton cair ke berbagai segmen. Sementara itu, waktu delay merujuk pada saat *concrete pump* berhenti melakukan pemompaan. Delay ini bisa disebabkan oleh berbagai hal, seperti perpindahan pipa dari segmen 1 ke segmen 2 atau karena pekerjaan tidak aktif.

Produksi ditentukan oleh jumlah volume yang dikerjakana dalam setiap siklus waktu. Produktivitas concrete pump dihitung dengan membagi volume *truck mixer* dengan waktu pompa yang efektif, yang dapat dinyatakan dalam rumus berikut :

$$Produktivitas = volume\ tiap\ segmen / waktu\ total$$

Perhitungan produktivitas volume terhadap waktu terkait *concrete pump* dalam proyek Eka Hospital BSD Tangerang pada pengecoran *raft foundation* tahap 3 :

CP 1	: Test Slump + Masuk	: 4 menit
	Waktu Tuang	: 13 menit
	Mixer Keluar	: 3 menit
	Waktu	: 20 menit / Per mixer
CP 2	: Test Slump + Masuk	: 4 menit
	Waktu Tuang	: 13 menit
	Mixer Keluar	: 3 menit
	Waktu	: 20 menit / Per mixer
CP 3	: Test Slump + Masuk	: 4 menit
	Waktu Tuang	: 13 menit
	Mixer Keluar	: 3 menit
	Waktu	: 20 menit / Per mixer
CP 4	: Test Slump + Masuk	: 4 menit

Waktu Tuang : 13 menit  
 Mixer Keluar : 3 menit  
 Waktu : 20 menit / Per mixer

Total waktu : 4 menit + 13 menit + 3 menit : 20 menit

Kapasitas Truck mixer : 7 m<sup>3</sup>

Produktivitas :  $\frac{Volume\ Tiap\ Segmen}{Waktu\ Total}$   
 :  $\frac{7.00\ m^3}{20\ menit}$   
 : 0.0035 m<sup>3</sup>/m  
 : 0.00583 m<sup>3</sup>/s

Maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas terkait produktivitas *concrete pump* adalah sekitar 0.00583 m<sup>3</sup>/s.

### 9.5.3 Truck Mixer

Produksi per jam total dari beberapa *truck mixer* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \{(60 \times Et) / Cmt\} \times M$$

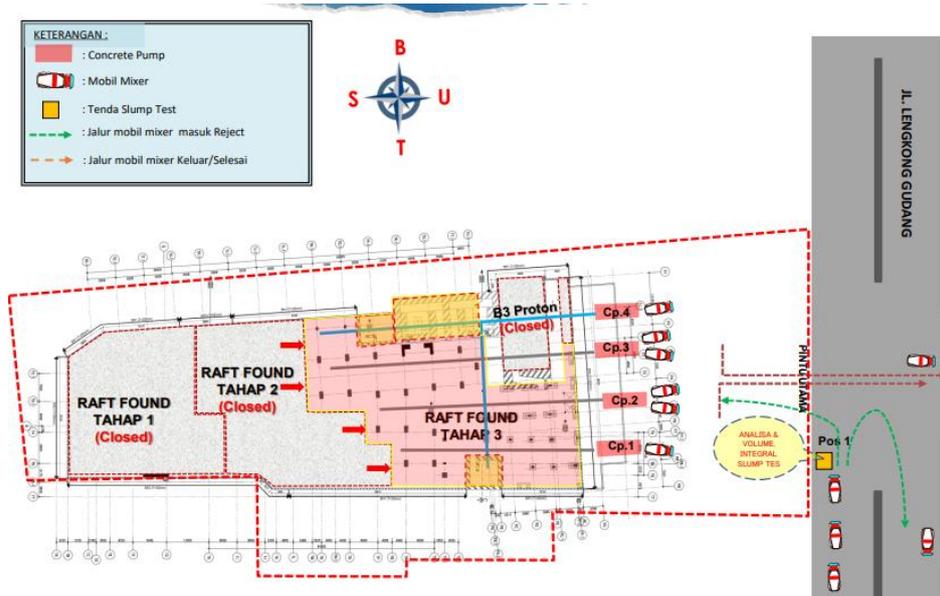
dimana:

P = produksi

Et = efisiensi kerja truck mixer

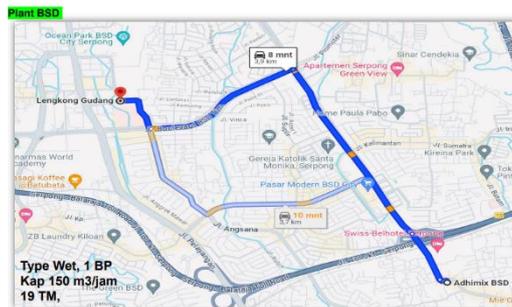
Cmt = waktu siklustruck mixer (menit)

M = jumlah truck mixer yang bekerja

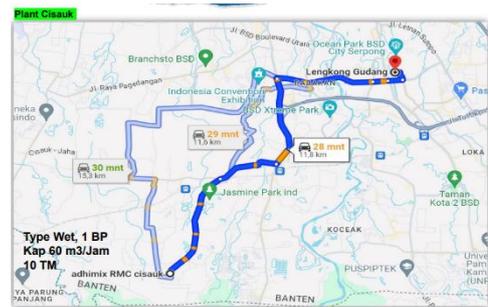


(Sumber : Dokumen Proyek)

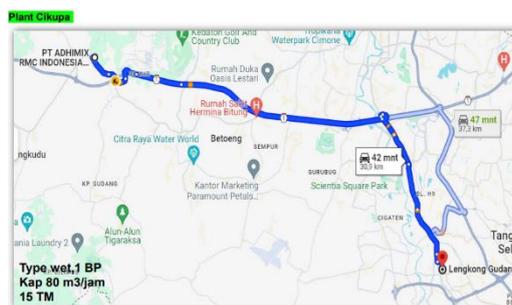
**Gambar 9.12** Traffic Management penempatan concrete pump



(a)



(b)



(c)



(d)

(Sumber : Dokumen Proyek)

**Gambar 9.13** Traffic Mobile Pengecoran mobile ready mix dari batching plant

Pada gambar 5.12, terkait dengan lalu lintas mobile untuk pengecoran ready mix, terdapat beberapa batching plant. Plant BSD berjarak sekitar 3,9 km dengan waktu tempuh 8 menit, plant Cisauk berjarak 11,8 km dengan waktu 28 menit, plant Cikupa berjarak 30,9 km dengan waktu 42 menit, dan plant Kebun Jeruk berjarak 21,8 km dengan waktu 31 menit. Setiap plant memiliki kapasitas dan jumlah *truck mixer* (TM) yang berbeda. Plant BSD memiliki kapasitas 150 m<sup>3</sup>/jam dengan 19 TM, plant Cisauk memiliki kapasitas 60 m<sup>3</sup>/jam dengan 10 TM, plant Cikupa memiliki kapasitas 80 m<sup>3</sup>/jam dengan 15 TM, dan plant Kebun Jeruk juga memiliki kapasitas 150 m<sup>3</sup>/jam dengan 12 TM.

Perhitungan produktivitas volume terhadap waktu terkait concrete pump dalam proyek Eka Hospital BSD pada pengecoran *raft foundation* tahap 3 :

1 mixer (Cmt)	= 20 menit
Per 1 jam	= 2.14 mixer
Kapasitas	= 7.00 m <sup>3</sup>
Subtotal volume beton / jam	= 15.00 m <sup>3</sup>
Total kebutuhan mixer (M)	= 644 mixer
Total waktu pengecoran ( perkiraan )	= 75 jam
Total waktu pengecoran ( real lapangan )	= 88 jam
Volume beton keseluruhan	= 4.507 m <sup>3</sup>

Menggunakan Rumus :

$$P = \{(60 \times Et) / Cmt\} \times M \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

P = produksi

Et = efisiensi kerja truck mixer

Cmt = waktu siklustruck mixer (menit)

M = jumlah truck mixer yang bekerja

Maka :

1. Efisiensi Kerja (et)

Asumsi efisiensi sekitar : 80% atau 0.8

## 2. Produktivitas

$$P = \left( \frac{60 \times 0.8}{20} \right) \times 644$$

$$P = \left( \frac{48}{20} \right) \times 644$$

$$P = 2.4 \times 644$$

$$P = 1545.6 \text{ m}^3$$

**Produksi beton (P)** dengan efisiensi 80% adalah sekitar **1545,6 m<sup>3</sup>**.

Apabila produktivitas tersebut dijadikan per jam dalam m<sup>3</sup>/jam maka :

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Volume beton keseluruhan}}{\text{Total waktu pengecoran (real lapangan)}}$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{4507 \text{ m}^3}{88 \text{ jam}} = 51.2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka didapatkan kesimpulan produktivitas per jam dalam pengecoran nyata adalah 51,2 m<sup>3</sup>/jam.