

## ANALISIS PENGGUNAAN TOWER CRANE UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK ONE SIGNATURE GALLERY SURABAYA

Riszki Ari Pangestu<sup>1</sup>, Suselo Utoyo<sup>2</sup>, Diah Lydianingtias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa 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  
<sup>1</sup>riszkiari13@gmail.com, <sup>2</sup>sslutoyo@gmail.com, <sup>3</sup>diahcipka@gmail.com

### ABSTRAK

Gedung apartemen *One Signature Gallery* Surabaya merupakan proyek bangunan gedung dengan jumlah lantai sebanyak 33 lantai. Bangunan ini memiliki total luas bangunan gedung sebesar  $\pm 66.611 \text{ m}^2$ . Dalam proses konstruksinya, alat berat yang dipakai sebagai alat bantu untuk mengangkut material berupa *Tower Crane*. Studi ini bertujuan untuk menghitung jumlah dan menghitung biaya operasional *Tower Crane*. Data yang diperlukan dalam pengerjaan skripsi ini meliputi gambar struktur, spesifikasi *Tower Crane*, dan harga sewa alat berat. Data-data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan metode kuantitatif. Output yang didapat dari data-data yang ada berupa jumlah *Tower Crane* yang dibutuhkan dan biaya pengadaan dan operasional. Berdasarkan hasil perhitungan, *Tower Crane* yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan struktur atas sebanyak 2 *Tower Crane* dengan jumlah waktu pelaksanaan sebanyak 4.790 Jam. Untuk total biaya untuk pengadaan dan operasional *Tower Crane* sebesar Rp. 4.878.000.000,00.

**Kata kunci:** tower crane; produktivitas; biaya operasional

### ABSTRACT

*One Signature Gallery Surabaya apartment building is a building project with 33 floors. This building has a total building area of  $\pm 66,611 \text{ m}^2$ . In the construction process, heavy equipment that is used as a tool to transport materials in the form of Tower Crane. This study aims to calculate the amount and calculate the operational costs of Tower Crane. The data needed in working on this thesis includes structural drawings, Tower Crane specifications, and rental prices for heavy equipment. The data is then processed using quantitative methods. Output obtained from existing data in the form of the number of Tower Crane needed and procurement and operational costs. Based on the calculation results, Tower Crane needed to do the work of the structure of 2 Tower Crane with a total execution time of 4.790 hours. The total cost for procuring and operating Tower Crane is Rp. 4,878,000,000.00.*

**Keyword:** tower crane; productivity; operational cost

### 1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, perkembangan proyek konstruksi di Indonesia cukup pesat. Dalam pelaksanaan konstruksi, penggunaan alat berat tidak bisa dihindarkan. Alat berat digunakan untuk menunjang pelaksanaan pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Pada dasarnya, alat berat digunakan untuk mempermudah suatu pekerjaan dan juga dimaksudkan agar proyek selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan. Pemilihan alat berat yang dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran maupun jumlahnya.

Pada proyek konstruksi gedung, masalah pokok dalam

pelaksanaannya adalah transportasi vertikal yang juga bisa disebut sebagai jantungnya kegiatan. Lancar tidaknya kegiatan ini, sangat bergantung pada alat angkat yang digunakan. Oleh karena itu, perencanaan penggunaan alat angkat ini harus dipertimbangkan. Alat yang digunakan untuk melayani pekerjaan tinggi adalah *Tower Crane*.

*Tower Crane* merupakan alat bantu untuk memindahkan material baik secara vertikal dan horizontal ke tempat yang notabene memiliki beda elevasi dan memiliki ruang gerak yang terbatas. Penempatan *Tower Crane* harus memperhatikan lahan yang tersedia dan jangkauan dari alat. Penempatan *Tower Crane* yang kurang tepat justru akan menghambat kinerja dari *Tower Crane*

tersebut.

Proyek pembangunan apartemen *One Signature Gallery* Surabaya terletak di Jalan Sumatera, Gubeng, Surabaya Jawa Timur. Bangunan ini memiliki total luas bangunan gedung sebesar ±66.611 m<sup>2</sup>. Apartemen *One Signature Gallery* Surabaya direncanakan memiliki 33 lantai dengan rincian 1 retail & lobby, 4 lantai parkir, 16 lantai SOHO + 5 Mezzanine dan 6 lantai Office.

Dalam proyek konstruksi gedung, *Tower Crane* memiliki peranan yang dominan dalam pelaksanaan setiap pekerjaan. Jumlah *Tower Crane* yang digunakan juga harus direncanakan dengan baik agar pekerjaan bisa berjalan secara optimal dan biaya yang dikeluarkan tetap ekonomis. Biaya sewa dan biaya operasional *Tower Crane* yang mahal, akan merugikan jika tidak digunakan seoptimal mungkin. Akibat dari tidak dioptimalkannya *Tower Crane* adalah adanya pembengkakan biaya proyek, oleh karena itu diperlukan perencanaan yang baik dalam penggunaan *Tower Crane* untuk menghindari terjadinya pembengkakan biaya proyek.

Pembangunan apartemen *One Signature Gallery* Surabaya berada di area kantor yang masih aktif digunakan, sehingga dalam waktu pelaksanaannya dibutuhkan penyelesaian yang cepat untuk mengurangi intensitas gangguan pada lingkungan sekitar. Dalam perencanaan *Tower Crane* ini, diperlukan analisa yang tepat sehingga *Tower Crane* dapat digunakan dengan efisien agar biaya yang dikeluarkan dapat diminimalkan.

Berdasarkan uraian yang telah disajikan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang muncul adalah sebagai berikut : 1. Berapa jumlah *Tower Crane* yang dibutuhkan pada proyek *One Signature Gallery* Surabaya ? 2. Berapa biaya pengadaan dan operasional *Tower Crane* pada proyek *One Signature Gallery* Surabaya?. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut : 1. Menganalisa kebutuhan jumlah *Tower Crane* yang dibutuhkan pada proyek *One Signature Gallery* Surabaya. 2. Menghitung biaya pengadaan dan operasional *Tower Crane* pada proyek *One Signature Gallery* Surabaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, diharapkan nantinya akan memberikan banyak manfaat bagi semua pihak, baik yang terlibat langsung maupun tidak langsung. Manfaat akademik dari penyusunan skripsi ini, pertama sebagai sarana pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil, khususnya di bidang Manajemen Konstruksi, kedua sebagai sarana untuk meningkatkan kemampuan dan ketrampilan di bidang ketekniksipilannya khususnya perencanaan *Tower Crane* pada proyek gedung. Adapun manfaat praktis adalah pertama yaitu menggunakan metode perencanaan ini sebagai acuan penyelesaian kasus

perencanaan pada proyek konstruksi yang lain dan yang kedua dapat digunakan pengguna jasa konstruksi dalam menentukan solusi pada perencanaan pelaksanaan maupun evaluasi pekerjaan.

## 2. METODE

### Data

Data untuk skripsi ini diperoleh dengan cara memperoleh data-data penunjang dari kontraktor pelaksana proyek Pembangunan Gedung Apartemen *One Signature Gallery* Surabaya. Data yang dibutuhkan untuk penyusunan skripsi ini merupakan data sekunder, yaitu berupa data spesifikasi *Tower Crane*, volume pekerjaan struktur, site installation, gambar rencana proyek dan harga sewa alat.

### *Tower Crane*

*Tower Crane* adalah sumber daya yang paling mahal dan sering digunakan pada bangunan konstruksi. Pemanfaatan *Tower Crane* secara efisien sangat tergantung pada jenis, jumlah, dan juga lokasi *Tower Crane*. Keputusan yang buruk kemungkinan akan dimiliki efek negatif yang signifikan, yang akan menyebabkan biaya tambahan dan kemungkinan terjadi keterlambatan (Al-Hussein, 2006).

*Tower crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas (Rostiyanti, 2008). Pada saat pemilihan *tower crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu:

1. Kondisi lapangan tidak luas,
2. Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain,
3. Pergerakan alat tidak perlu.

Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena *tower crane* diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berlangsung, *tower crane* harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai dengan daya jangkauan yang ditetapkan serta pada saat proyek telah selesai pembongkaran *crane* harus dapat dilakukan dengan mudah.

### Jarak Tempuh *Tower Crane*

Jarak tempuh *Tower Crane* dibagi menjadi 3 bagian, antara lain :

1. Jarak Tempuh Vertikal

Menurut Abdelmegid et al (2015), jarak tempuh vertikal *tower crane* adalah jarak total yang ditempuh oleh hoist secara vertikal, untuk mengangkat material dari sumber material ke tempat tujuan.

2. Jarak Tempuh Rotasi

Abdelmegid et al (2015), jarak tempuh rotasi

berupa sudut rotasi. Sudut rotasi adalah sudut yang terbentuk antara sumber, tower crane dan tujuan.

3. Jarak Tempuh Horizontal

Abdelmegid et al (2015), jarak tempuh horizontal tower crane adalah jarak total yang ditempuh oleh trolley secara horizontal. Perhitungan jarak tempuh horizontal dilakukan dengan langkah berikut :

Perhitungan Jarak *Tower Crane* dengan Sumber Bahan

Perhitungan jarak TC terhadap sumber bahan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\rho(S_j) = \sqrt{(XS_i - XCr_i)^2 + (YS_i - YCr_i)^2}$$

(1)

Keterangan

- Koordinat TC ( $X_{TC}, Y_{TC}$ ) pada proses perhitungan adalah titik pusat (0,0).
- Koordinat TC ke sumber bahan ( $X_S, Y_S$ ).
- $S_j$  merupakan jarak TC dengan sumber bahan (*Supply Point*).

Perhitungan Jarak *Tower Crane* dengan Lokasi Tujuan

Perhitungan jarak TC terhadap sumber bahan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\rho(D_j) = \sqrt{(XD_i - XCr_i)^2 + (YD_i - YCr_i)^2}$$

(2)

Keterangan :

- Koordinat TC ( $X_{TC}, Y_{TC}$ ) pada proses perhitungan adalah titik pusat (0,0).
- Koordinat TC ke lokasi tujuan ( $X_D, Y_D$ ).
- $D_j$  merupakan jarak TC dengan lokasi tujuan (*Demand Point*).

Jarak Tempuh Horizontal

Perhitungan jarak tempuh horizontal dapat dihitung menggunakan rumus :

$$D_1 = |\rho(D_i) - \rho(S_i)| \tag{3}$$

Keterangan :

- $D_1$  : Jarak tempuh horizontal
- $\rho(D_i)$  : Jarak TC dengan lokasi tujuan (*Demand Point*)
- $\rho(S_i)$  : Jarak TC dengan sumber bahan (*Supply Point*).

**Waktu Siklus Tower Crane**

Menurut Varma (1979), Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan tower crane untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan vertikal (*hoist*), horizontal (*trolley*) dan berputar (*swing*), dimana ketiga gerakan utama ini terdiri dari enam tahap pekerjaan yaitu mengikat

material, mengangkat, memutar, menurunkan dan melepas material sampai Kembali lagi menuju lokasi persediaan material.

Waktu siklus didapatkan dari pergerakan *hoist*, *swelling*, *trolley*, dan *landing* yang dihitung sebagai berikut :

1. Waktu Tempuh Vertikal ( $T_V$ )

Abdelmegid et al (2015), waktu tempuh vertikal dihitung menggunakan rumus :

$$T_V = \frac{D_V}{V_V} \tag{4}$$

Keterangan :

- $T_V$  : waktu tempuh vertikal (menit)
- $D_V$  : jarak tempuh vertikal (meter)
- $V_V$  : kecepatan *hoist* TC (m/menit)

2. Waktu Tempuh Rotasi

Abdelmegid et al (2015), waktu tempuh rotasi dihitung menggunakan rumus :

$$T_r = \frac{D_r}{V_r} \tag{5}$$

Keterangan :

- $T_r$  : waktu tempuh rotasi (menit)
- $D_r$  : jarak tempuh rotasi (meter)
- $V_r$  : kecepatan *swing* TC (radian/menit)

3. Waktu Tempuh Horizontal

Abdelmegid et al (2015), waktu tempuh horizontal dihitung menggunakan rumus :

$$T_h = \frac{D_h}{V_h} \tag{6}$$

Keterangan :

- $T_h$  : waktu tempuh horizontal (menit)
- $D_h$  : jarak tempuh horizontal (meter)
- $V_h$  : kecepatan *trolley* TC (m/menit)

4. Waktu Siklus Total

Waktu siklus dihitung menggunakan rumus berikut :  
 Waktu Siklus = Waktu Pemasangan + Waktu Angkat + Waktu Bongkar + Waktu Kembali

**Produktivitas Tower Crane**

Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Produktivitas alat dapat diperoleh dengan rumus berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Cycle Time}} \tag{7}$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus diatas akan menjadi persamaan :

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{W_s} \tag{8}$$

Keterangan :

- $Q$  : Kapasitas produktivitas perjam (produksi/jam)
- $V$  : Kapasitas alat berat (ton)
- $F_a$  : Faktor efisiensi kerja

- $W_s$  : Waktu Siklus  
:  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$
- $T_1$  : Waktu muat
- $T_2$  : Waktu angkat
- $T_3$  : Waktu bongkar
- $T_4$  : Waktu kembali

**Biaya Operasional Tower Crane**

1. Biaya Bahan Bakar (Rp./Jam)

Besar biaya bahan bakar didapat dari rumus berikut :  
 Bahan bakar =  $F \times 0,2 \times h \times PK$   
 (9)

Keterangan :

- F : Faktor Efisiensi (60%-80%)
- h : Harga bahan bakar per liter (Rupiah)
- PK : nilai PK alat yang bersangkutan (nilai kekuatan alat)

2. Biaya Minyak Pelumas

Besar biaya minyak pelumas, didapatkan dari persamaan berikut :

$$Minyak\ Pelumas = \frac{F \times PK}{195,5} + \frac{c}{t}$$

(10)

Keterangan :

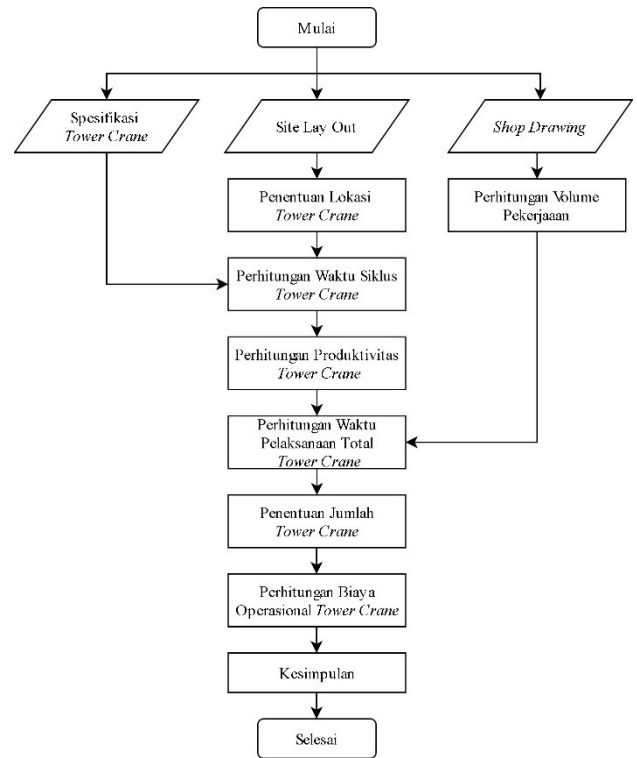
- F : Faktor (0,8 x 0,83)
- PK : Nilai-nilai kekuatan mesin/alat
- C : isi carter mesin, gear box dan lain-lain (liter)
- T : Waktu antar penggantian minyak pelumas (jam)
- H : harga minyak pelumas per liter (rupiah)

3. Biaya Operator

Biaya operator merupakan biaya yang dihitung berdasarkan tenaga kerja yang bekerja pada suatu alat. Besaran biaya operator dihitung sehingga diperoleh biaya per jam. Biaya operator ini didapatkan dari biaya operator per bulan dibagi dengan jam kerja selama satu bulan.

**Metode Analisis**

Diagram alir pengerjaan Analisis Penggunaan Tower Crane Untuk Pekerjaan Struktur adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Gambaran Umum Proyek**

Pembangunan apartemen One Signature Gallery terletak di kota Surabaya. Gedung ini berfungsi sebagai SOHO (*Small Office Home Office*). Gedung ini memiliki jumlah lantai sebanyak 33 lantai dengan luas bangunan secara total sebesar ±66.611 m<sup>2</sup>.

**Spesifikasi Tower Crane**

Alternatif pemilihan spesifikasi *Tower Crane* yang digunakan untuk proyek pembangunan apartemen ini yaitu *Tower Crane* Potain MDT 189 panjang jib 55 meter dan Potain MCT 205 panjang jib 35 meter dengan beban maksimum.

Tabel 1. Spesifikasi *Tower Crane* Potain MDT 189

Parameter	Nilai
Kecepatan <i>Hoisting</i>	0-47-96 m/min
Kecepatan <i>Slewing</i>	288 <sup>0</sup> /min
Kecepatan <i>Trolley</i>	0-100 m/min

Sumber : Brochure Potain MDT189-Data Sheet Metric Manitowoc

Tabel 2. Spesifikasi *Tower Crane* MCT 205

Parameter	Nilai
Kecepatan <i>Hoisting</i>	0-44-88 m/min
Kecepatan <i>Slewing</i>	345,6 <sup>0</sup> /min

Kecepatan Trolley	0-69,6 m/min
-------------------	--------------

Sumber : Brochure Potain MCT 205 Manitowoc

**Perhitungan Waktu Siklus**

Sebelum dilakukan perhitungan waktu siklus, hal yang harus ditentukan adalah tata letak koordinat untuk Tower Crane, Supply Point maupun Demand Point. Contoh perhitungan waktu siklus ini diambil untuk pekerjaan pengecoran kolom pada lantai 5 As B-0, sehingga didapatkan data sebagai berikut.

- Koordinat Demand Point : (9.000 ; 0)
- Koordinat Tower Crane : (22.500 ; 24.200)
- Koordinat Supply Point : (72.000 ; 45.000)
- Volume Beton : 5 m<sup>3</sup>

- Jarak Demand Point terhadap Tower Crane

$$d_1 = \sqrt{(y_{tc} - y_d)^2 + (x_{tc} - x_d)^2}$$

$$d_1 = \sqrt{(24.200 - 0)^2 + (22.500 - 0)^2}$$

$$= 33,04 \text{ m}$$

- Jarak Supply Point terhadap Tower Crane

$$d_2 = \sqrt{(y_{tc} - y_s)^2 + (x_{tc} - x_s)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(24.200 - 45.000)^2 + (22.500 - 72.000)^2}$$

$$= 53,69 \text{ m}$$

- Jarak Supply Point terhadap Demand Point

$$d_3 = \sqrt{(y_s - y_d)^2 + (x_s - x_d)^2}$$

$$d_3 = \sqrt{(45.000 - 0)^2 + (72.000 - 0)^2}$$

$$= 84,91 \text{ m}$$

- Jarak Trolley

$$D = |d_1 - d_2|$$

$$D = |33,04 - 53,69|$$

$$= 155,71 \text{ m}$$

- Sudut Slewing

$$\cos S = \frac{d_1^2 + d_2^2 - d_3^2}{2 \times d_1 \times d_2}$$

$$\cos S = \frac{33,04^2 + 53,69^2 - 84,91^2}{2 \times 33,04 \times 53,69}$$

$$S = 155,71^\circ$$

**Perhitungan Waktu Angkat**

- Hoisting** (Mekanisme Angkat)
  - Kecepatan (v) = 47 m/min
  - Jarak Ketinggian = 19,6 m
  - Waktu (t) =  $\frac{19,6 \text{ m}}{47 \text{ m/min}} = 0,417 \text{ menit}$
- Slewing** (Mekanisme Putar)
  - Kecepatan (v) = 2880/min
  - Sudut slewing = 155,710
  - Waktu (t) =  $\frac{155,71^\circ}{2880^\circ/\text{min}} = 0,541 \text{ menit}$
- Trolley** (Mekanisme Jalan Trolley)
  - Kecepatan (v) = 100 m/min
  - Jarak = 20,65 m

$$Waktu (t) = \frac{20,65 \text{ m}}{100 \text{ m/min}} = 0,206 \text{ menit}$$

- Landing** (Mekanisme Turun)
    - Kecepatan (v) = 47 m/min
    - Jarak Ketinggian = 3,2 m
    - Waktu (t) =  $\frac{3,2 \text{ m}}{47 \text{ m/min}} = 0,068 \text{ menit}$
- Total waktu angkut = *hoisting* + *slewing* + *trolley* + *landing*
- $$= 0,417 + 0,541 + 0,206 + 0,068$$
- $$= 1,232 \text{ menit}$$

**Perhitungan Waktu Kembali**

- Hoisting** (Mekanisme Angkat)
  - Kecepatan (v) = 96 m/min
  - Jarak Ketinggian = 3,2 m
  - Waktu (t) =  $\frac{3,2 \text{ m}}{96 \text{ m/min}} = 0,033 \text{ menit}$
- Slewing** (Mekanisme Putar)
  - Kecepatan (v) = 2880/min
  - Sudut slewing = 155,710
  - Waktu (t) =  $\frac{155,71^\circ}{2880^\circ/\text{min}} = 0,541 \text{ menit}$
- Trolley** (Mekanisme Jalan Trolley)
  - Kecepatan (v) = 100 m/min
  - Jarak = 20,65 m
  - Waktu (t) =  $\frac{20,65 \text{ m}}{100 \text{ m/min}} = 0,206 \text{ menit}$
- Landing** (Mekanisme Turun)
  - Kecepatan (v) = 96 m/min
  - Jarak Ketinggian = 19,6 m
  - Waktu (t) =  $\frac{19,6 \text{ m}}{96 \text{ m/min}} = 0,204 \text{ menit}$

Total waktu angkut = *hoisting* + *slewing* + *trolley* + *landing*

$$= 0,033 + 0,541 + 0,206 + 0,204$$

$$= 0,985 \text{ menit}$$

**Total Waktu Siklus**

Besarnya waktu muat dan waktu bongkar material diambil nilai sebesar 2 menit untuk waktu muat dan 5 menit untuk waktu bongkar (Ahmad, 2017). Sehingga, total waktu siklus Tower Crane adalah sebagai berikut.

Waktu Siklus = waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

$$\text{Waktu Siklus} = 2 + 1,232 + 0,985 + 5$$

$$= 9,217 \text{ menit}$$

**Perhitungan Waktu Pelaksanaan**

Tower Crane diasumsikan pada keadaan mesin bagus (efisiensi = 0,833), sehingga :

Volume = 5,00 m<sup>3</sup>

Produksi per siklus = 0,80 m<sup>3</sup>

Waktu siklus = 9,217 menit

$$\text{Kap. Produksi} = 0,8 \times \frac{60}{9,217} \times 0,83 = 4,340 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = \frac{5,00 \text{ m}^3}{4,340 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1.152 \text{ jam}$$

Jadi, waktu pelaksanaan untuk pengecoran kolom As B-0 pada lantai 5 sebesar 1,152 jam.

### Perhitungan Jumlah Tower Crane

Berdasarkan hasil perhitungan, total waktu penggunaan Tower Crane untuk pekerjaan struktur yang meliputi pengecoran (kolom, shearwall, balok dan plat lantai) dan pengangkutan material (tulangan dan bekisting), adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.** Waktu Total Pelaksanaan

No.	Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan (Jam)
1	Pengecoran	3.068,67
2	Pengangkutan tulangan	1.151,32
3	Pengangkutan bekisting	432,47
<b>Total</b>		<b>4.790,46</b>

Sumber : Perhitungan

Durasi yang dibutuhkan khusus untuk pekerjaan struktur selama 12 bulan. Sedangkan, waktu kerja proyek dalam sehari sebesar 12 jam. Durasi pekerjaan struktur 365 hari, maka :

$$\text{Waktu Proyek} = 12 \text{ jam} \times 365 \text{ hari} = 4.380 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah Kebutuhan TC} = \frac{4.790,46 \text{ Jam}}{4.380 \text{ Jam}} = 1,12 \sim 2 \text{ Unit}$$

Berdasarkan hari analisa yang telah diuraikan, maka jumlah Tower Crane yang dibutuhkan sebanyak 2 buah.

### Biaya Operasional Tower Crane

Perhitungan biaya operasional Tower Crane bergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi dari besarnya biaya operasional meliputi harga sewa peralatan per satuan waktu, biaya mobilisasi dan demobilisasi peralatan. Berikut adalah data biaya operasional peralatan dan harga sewa peralatan.

- Biaya Mob dan Demob = Rp. 100.000.000,00/unit
- Biaya Sewa TC 1 = Rp. 85.000.000,00/unit
- Biaya Sewa TC 2 = Rp. 70.000.000,00/unit
- Biaya Sewa Genset = Rp. 65.000.000,00/unit
- Biaya Erection Dismantle = Rp. 45.000.000,00/unit
- Biaya Operator = Rp. 10.000.000,00/bln
- Biaya Pembantu Operator = Rp. 4.800.000,00/bln
- Harga Pelumas = Rp. 44.000,00/liter
- Harga Bahan Bakar = Rp. 9.500,00/liter
- Biaya Sewa Concrete Bucket = Rp. 22.000.000,00/unit
- Biaya Pondasi dan Angkur = Rp. 202.071.463,45/unit

### Perhitungan Biaya Produksi

- Harga Sewa Tower Crane Potain MDT 189

Dengan asumsi

$$1 \text{ hari} = 12 \text{ jam}$$

$$1 \text{ bulan} = 30 \text{ hari, maka}$$

$$= 30 \text{ hari} \times 12$$

$$= 360 \text{ jam}$$

$$\text{Harga Sewa Tower Crane} = \text{Rp. } 85.000.000,00$$

$$\text{Harga Sewa Tower Crane} = \frac{\text{Rp. } 85.000.000,00}{360 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 236.111,11/\text{jam}$$

$$\text{Harga Sewa Genset} = \frac{\text{Rp. } 65.000.000,00}{360 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 180.555,55/\text{jam}$$

- Harga Sewa Tower Crane Potain MCT 205

$$\text{Harga Sewa Tower Crane} = \text{Rp. } 70.000.000,00$$

$$\text{Harga Sewa Tower Crane} = \frac{\text{Rp. } 70.000.000,00}{360 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 194.444,44/\text{jam}$$

$$\text{Harga Sewa Genset} = \frac{\text{Rp. } 65.000.000,00}{360 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 180.555,55/\text{jam}$$

### Biaya Operasional Peralatan

- Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar untuk Tower Crane MDT 189

$$\text{Bahan Bakar} = F \times 0,2 \times h \times PK$$

$$= 0,83 \times 0,2 \times 9.500 \times 66,5$$

$$= \text{Rp. } 104.870,00/\text{jam}$$

Biaya bahan bakar untuk Tower Crane MCT 205

$$\text{Bahan Bakar} = F \times 0,2 \times h \times PK$$

$$= 0,83 \times 0,2 \times 9.500 \times 77$$

$$= \text{Rp. } 121.429,00/\text{jam}$$

- Biaya Pelumas

Biaya pelumas untuk Tower Crane MDT 189

$$\text{Minyak Pelumas} = \frac{F \times PK}{195,5} + \frac{c}{t}$$

$$\text{Minyak Pelumas} = \frac{0,83 \times 0,8 \times 66,5}{195,5} + \frac{200}{42}$$

$$= 4,99 \text{ liter/jam}$$

$$\text{Biaya Pelumas} = 5 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 44.000,00$$

$$= \text{Rp. } 219.461,73 /\text{jam}$$

Biaya pelumas untuk Tower Crane MCT 205

$$\text{Minyak Pelumas} = \frac{F \times PK}{195,5} + \frac{c}{t}$$

$$\text{Minyak Pelumas} = \frac{0,83 \times 0,8 \times 77}{195,5} + \frac{200}{42}$$

$$= 5,02 \text{ liter/jam}$$

$$\text{Biaya Pelumas} = 5,02 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 44.000,00$$

$$= \text{Rp. } 221.030,88/\text{jam}$$

Biaya Operator dan Pembantu Operator

$$\text{Upah Operator} = \frac{\text{Rp. } 10.000.000,00}{360 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 27.777,78/\text{jam}$$

$$\text{Upah Pembantu Operator} = \frac{\text{Rp. } 4.800.000,00}{360 \text{ jam}}$$

= Rp. 9.722,22/jam

Karena Tower Crane ada 3 opsi, maka juga terdapat 3 pilihan dalam perhitungan biaya operasionalnya. Opsi pertama, tower crane diletakkan pada koordinat (30.000;46.241). Biaya operasional penggunaan Tower Crane untuk opsi 1 sebesar Rp. 4.895.000.000,00. Berikut adalah uraian biaya operasional Tower Crane untuk opsi 1.

**Tabel 4.** Tabel Biaya Operasional Tower Crane Opsi 1

No	Jenis	Qty	Harga Satuan	Jumlah
1	Mob Demob	2 Unit	Rp. 100.000.000	Rp. 200.000.000
2	Erection & Dismantle	2 Unit	Rp. 45.000.000	Rp. 90.000.000
3	Pondasi & Angkur	2 Unit	Rp. 202.071.463	Rp. 404.142.926
4	Sewa TC 1 & Genset	2.645 Jam	Rp. 416.667	Rp. 1.102.259.606
5	Sewa TC 2 & Genset	2.165 Jam	Rp. 375.000	Rp. 812.033.645
6	Operator	4.811 Jam	Rp. 27.778	Rp. 133.634.614
7	Pembantu Operator	4.811 Jam	Rp. 13.333	Rp. 64.144.614
8	Bahan Bakar TC 1	2.645 Jam	Rp. 104.870	Rp. 277.426.838
9	Bahan Bakar TC 2	2.165 Jam	Rp. 121.429	Rp. 262.945.156
10	Pelumas TC 1	2.645 Jam	Rp. 219.462	Rp. 580.569.127
11	Pelumas TC 2	2.165 Jam	Rp. 221.031	Rp. 478.625.360
12	Concrete Bucket	2 Unit	Rp. 22.000.000	Rp. 44.000.000
<b>Jumlah</b>				Rp. 4.449.781.889
<b>Overhead (10%)</b>				Rp. 444.978.188
<b>Jumlah + Overhead (10%)</b>				Rp. 4.895.000.000

Pada opsi 2, Tower Crane diletakkan pada koordinat (31.674;-9.193). Biaya operasional penggunaan Tower Crane untuk opsi 2 sebesar Rp. 4.878.000.000,00. Berikut adalah uraian biaya operasional Tower Crane untuk opsi 2.

**Tabel 5.** Tabel Biaya Operasional Tower Crane Opsi 2

No	Jenis	Qty	Harga Satuan	Jumlah
1	Mob Demob	2 Unit	Rp. 100.000.000	Rp. 200.000.000
2	Erection & Dismantle	2 Unit	Rp. 45.000.000	Rp. 90.000.000
3	Pondasi & Angkur	2 Unit	Rp. 202.071.463	Rp. 404.142.926
4	Sewa TC 1 & Genset	2.635 Jam	Rp. 416.667	Rp. 1.098.012.099
5	Sewa TC 2 & Genset	2.155 Jam	Rp. 375.000	Rp. 808.210.889
6	Operator	4.790 Jam	Rp. 27.778	Rp. 133.068.279
7	Pembantu Operator	4.790 Jam	Rp. 13.333	Rp. 63.872.774
8	Bahan Bakar TC 1	2.635 Jam	Rp. 104.870	Rp. 276.357.786
9	Bahan Bakar TC 2	2.155 Jam	Rp. 121.429	Rp. 261.707.306
10	Pelumas TC 1	2.635 Jam	Rp. 219.462	Rp. 578.331.931
11	Pelumas TC 2	2.155 Jam	Rp. 221.031	Rp. 476.372.167

12	Concrete Bucket	2 Unit	Rp. 22.000.000	Rp. 44.000.000
<b>Jumlah</b>				Rp. 4.434.076.162
<b>Overhead (10%)</b>				Rp. 443.407.616
<b>Jumlah + Overhead (10%)</b>				Rp. 4.878.000.000

Sedangkan, pada opsi 3, Tower Crane diletakkan pada koordinat (22.500;24.200). Biaya operasional penggunaan Tower Crane untuk opsi 2 sebesar Rp. 4.750.000.000,00. Berikut adalah uraian biaya operasional Tower Crane untuk opsi 3.

**Tabel 6.** Tabel Biaya Operasional Tower Crane Opsi 3

No	Jenis	Qty	Harga Satuan	Jumlah
1	Mob Demob	1 Unit	Rp. 100.000.000	Rp. 100.000.000
2	Erection & Dismantle	1 Unit	Rp. 45.000.000	Rp. 45.000.000
3	Pondasi & Angkur	1 Unit	Rp. 202.071.463	Rp. 202.071.463
4	Sewa TC 1 & Genset	5.048 Jam	Rp. 416.667	Rp. 2.103.403.021
5	Operator	5.048 Jam	Rp. 27.777,78	Rp. 140.226.868
6	Pembantu Operator	5.048 Jam	Rp. 13.333,33	Rp. 67.308.896
7	Bahan Bakar TC 1	5.048 Jam	Rp. 104.870,50	Rp. 529.403.823
8	Pelumas TC 1	5.048 Jam	Rp. 219.461,73	Rp. 1.107.879.532
9	Concrete Bucket	1 Unit	Rp. 22.000.000	Rp. 22.000.000
<b>Jumlah</b>				Rp. 4.317.293.605
<b>Overhead (10%)</b>				Rp. 431.729.360
<b>Jumlah + Overhead (10%)</b>				Rp. 4.750.000.000

Berdasarkan hasil dari 3 opsi yang ada, biaya operasional paling ekonomis terdapat pada opsi 3 dengan nilai sebesar Rp. 4.750.000.000,00. Namun, karena pada opsi ini menggunakan 1 Tower Crane, maka waktu penggunaan Tower Crane melebihi durasi dari pekerjaan struktur selama 12 bulan. Agar waktu dalam penggunaan Tower Crane tidak melebihi 12 bulan, maka harus menggunakan 2 Tower Crane. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka opsi yang paling ekonomis dan paling efisien dalam segi waktu, maka menggunakan opsi 2. Jadi, total biaya operasional tower crane pada proyek pembangunan proyek One Signature Gallery Surabaya sebesar Rp. 4.878.000.000,00.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa diatas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Jumlah Tower Crane yang dibutuhkan pada proyek One Signature Gallery Surabaya berjumlah 2 buah. Tower Crane pertama tipe POTAIN MDT 189 dengan jib sebesar 55 meter pada koordinat (31.674;-9.193), sedangkan Tower Crane kedua

tipe POTAIN MCT 205 dengan jib sebesar 35 meter yang terletak pada koordinat (60.184;45.106).

2. Total waktu yang dibutuhkan Tower Crane untuk menyelesaikan pekerjaan struktur atas adalah 4.790 jam.
3. Biaya sewa untuk Tower Crane 1 sebesar Rp. 416.666,67/jam dan untuk Tower Crane 2 sebesar Rp. 375.000,00/jam, sedangkan total biaya untuk pengadaan dan operasional Tower Crane sebesar Rp. 4.878.000.000,00.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Iqafdi Ardiansyah. (2018). Analisis Produktivitas Dan Biaya Operasional Tower Crane Pada Proyek Puncak Central Business District Surabaya. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*. Vol. 2, No. 2.
- [2] Fadhevi, Ratu Gudam. 2016. Studi Kasus Perubahan Letak dan Pondasi Tower Crane Static Menjadi Tower Crane Climbing pada Proyek At District 8 Senopati Jakarta Selatan. *Jurnal Forum Mekanika*. ISSN : 2356 - 1491
- [3] Abdelmegid, M.A, Shawki, K.M. and Khalek, H.A. 2015. *GA Optimization Model for Solving Tower Crane Location Problem in Construction Sites*. *Alexandria Engineering Journal* 54, 519-526.
- [4] Al-Hussein, M., Niaz, M.A., Yu, H., and Kim, H. 2006. *Integrating 3D Visualization and Simulation for Tower Crane Operations on Construction Sites*. *Automation in Construction*. 15, 554-562
- [5] Asiyanto. 2008. *Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi*. Jakarta. Penerbit PT. Percetakan Penebar Swadaya.
- [6] Rostiyanti, Susy Fatena, 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta : Penerbit PT. Rineka Cipta.
- [7] Suryadharma, Hendra, 1998. *Alat-Alat Berat*. Yogyakarta : Penerbit Universitas Atma Jaya.