

Header halaman gasal: Penggalan Judul Artikel Jurnal

ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN BIAYA OPERASIONAL TOWER CRANE PADA PROYEK PUNCAK CENTRAL BUSINESS DISTRICT SURABAYA

Iqafdi Ardiansyah Ahmad

Prodi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: Iqafardiansyah16@gmail.com.

Mas Suryanto HS

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: massuryantohs@unesa.ac.id

Abstrak

Pembangunan gedung bertingkat memerlukan alat berat yang cocok untuk memindahkan serta mengangkat material. Alat berat yang cocok dalam hal ini adalah tower crane. Tower crane merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi bangunan bertingkat dengan skala yang besar dan diharapkan pelaksanaan proyek konstruksi tercapai. Penempatan tower crane yang tepat akan menghasilkan produktivitas yang efisien dan meminimalisir biaya operasional tower crane. Produktivitas tower crane didapatkan dari waktu siklus tower crane dan volume material yang diangkut.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis produktivitas alat berat tower crane dan biaya operasional yang dikeluarkan dalam penggunaan tower crane. Penelitian ini dilakukan di proyek Puncak Central Business District Surabaya. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati tower crane A, B, C selama 20 hari tiap alat dengan disertai pengisian angket penelitian yang diisi oleh pengamat disertai dengan data lapangan tiap harinya. Dari pengumpulan data, baik produktivitas tower crane dan angket pengamatan dilakukan proses pengolahan data dengan bantuan komputer program Microsoft Excel 2016.

Dari analisis data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa besarnya produktivitas rata-rata tower crane pada proyek pembangunan Puncak Central Business District Surabaya adalah TC A sebesar 10001,12 kg/jam, TC B sebesar 9941,30 kg/jam, TC C sebesar 9620,49 kg/jam. Biaya operasional proyek Puncak Central Business District didapatkan dari perhitungan berdasarkan data di lapangan dengan biaya operasional tower crane A sebesar Rp. 686,772. 38 perjam, tower crane B sebesar Rp. 682, 164. 38 dan tower crane C sebesar Rp. 682,164.38.

Kata Kunci : Pembangunan, Produktivitas, Tower crane, Biaya operasional.

Abstract

The construction of a skyscraper needs some heavy tools for moving and lifting the materials. One of the proper tools is tower crane. Tower crane is an important factor in a big project construction of skyscraper and it is hoped that the project's implementation can be achieved. The proper placing of tower crane will make the efficient productivity and minimize the operating costs of the tower crane. The tower crane productivity can be obtained from the tower crane cycle times and the volume of the transported materials. This study aimed to analyze the tower crane productivity and the operating costs of using tower crane. This study is done in the top project of Surabaya Central Business District and it used an observation in tower crane A, B, C for 20 days in every tools accompanied by a questionnaire and the research data filled by the observer in every day. Microsoft Excel 2016 was used in the process of collecting the data of the tower crane productivity and the questionnaire. The results showed that the mean of tower crane productivity in in the top project of Surabaya Central Business District is 10001,12 kg/ jam for TC A, 9941,30 kg/jam for TC B, and 9620,49 kg/jam for TC C. The operating costs of Surabaya Central Business District's top project was obtained from the calculation based on the field data with the operating costs for about 729.535, 71 rupiahs per hour for Tower crane A, 715.497,71 rupiahs for tower crane B and dan 715.497,71 rupiahs for tower crane C.

Keywords: Development, Productivity, Tower Crane, Operational cost.

PENDAHULUAN

Proyek adalah kegiatan sementara yang berlangsung dalam waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya yang tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk

atau *deliveable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek. Soeharto (1997).

Pertumbuhan pembangunan bertingkat di Indonesia sangatlah berkembang, tepatnya di Surabaya. Kota Surabaya memiliki potensi perdagangan yang tinggi salah satunya di Surabaya barat. Kawasan ini memiliki potensi yang tinggi dimana terdapat aktivitas sekolah maupun perguruan tinggi. Oleh karena itu kawasan Surabaya menjadi salah satu daya tarik bagi investor untuk menanamkan modalnya. Salah satunya di bidang konstruksi bangunan bertingkat.

Pembangunan bertingkat dalam pelaksanaannya perlu direncanakan dengan cermat dan tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan salah satunya pemilihan alat yang tepat dan sesuai dengan medan. Pemilihan alat yang tidak tepat akan mengakibatkan berbagai macam persoalan dan masalah yang menjurus kerugian yang didapat. Dalam pemilihan alat konstruksi yang paling penting adalah mengidentifikasi alat untuk mengetahui fungsi serta cara pengoperasiannya dan dapat memperkirakan produktivitas serta biaya yang di keluarkan.

Alat yang biasa digunakan untuk proyek bangunan bertingkat adalah *tower crane*. *Tower crane* digunakan untuk mengangkut dan memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain baik secara *vertical* maupun *horizontal*. *Tower crane* digunakan karena dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan dan juga memiliki jangkauan yang luas. Penempatan *tower crane* yang tepat karena berhubungan langsung dengan fasilitas dan sarana yang ada di lokasi proyek. Jika terdapat kekiliruan penempatan *tower crane* maka akan pengaruh terhadap penurunan produktivitas yang akan berdampak pada waktu dan biaya operasional.

Produktivitas memiliki bermacam-macam arti, masing-masing bidang pengetahuan memiliki pengertian yang berbeda, adapun berbagai macam pengertian produktivitas adalah sebagai berikut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan produktivitas sebagai "kemampuan untuk menghasilkan sesuatu" sedangkan menurut Kosmatka S.H. (1992) menyatakan bahwa produktivitas adalah rasio antara kegiatan (*output*) dan masukan (*input*).

Setiap penggunaan alat berat seperti *tower crane* memerlukan biaya operasional yang cukup besar. Salah satu faktor yang mempengaruhi biaya adalah lamanya waktu pemakaian alat tersebut, sehingga kontraktor harus merencanakan waktu dengan baik. Waktu dalam ilmu proyek sangatlah penting. Waktu merupakan salah satu batasan dalam suatu proyek konstruksi yang kaitannya dengan produktivitas dan volume pekerjaan yang telah dikerjakan per satuan waktu.

Oleh karena itu pemakaian *tower crane* diharapkan maka pelaksanaan proyek konstruksi pembangunan Puncak *Central Business District* Surabaya dapat tercapai dengan lebih mudah dan waktu yang relatif singkat dalam

pelaksanaan pekerjaannya. Sehingga untuk melakukan evaluasi terhadap produktivitas dengan mengambil *tower crane* sebagai objek penelitian. Proyek pembangunan Puncak *Central Business District* ini memiliki 3 tower dan 268 unit ruko. 3 *tower* sendiri memiliki ketinggian yang sama yaitu 55 lantai.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap produktivitas *tower crane* pada pembangunan Puncak *Central Business District* Surabaya yang menggunakan 3 (tiga) unit *tower crane* dalam pelaksanaan pekerjaannya.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Bagaimana produktivitas *tower crane* pada pekerjaan proyek *central business district* Surabaya ? 2. Berapa biaya operasional yang dikeluarkan dari penggunaan *tower crane* proyek puncak *central business district* Surabaya tersebut ? Penelitian ini memiliki tujuan untuk: 1. Menganalisis produktivitas *tower crane* pada pembangunan puncak *central business district* Surabaya. 2. Mengetahui berapa biaya operasional yang diperlukan dalam penggunaan *tower crane*.

Manfaat dari penelitian ini bila ditinjau dari segi peneliti adalah dapat memberikan tambahan wawasan dan pengalaman secara personal di bidang produktivitas *tower crane* pada suatu proyek konstruksi. Bila ditinjau dari segi akademis, dapat memberikan sumbangan pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya tentang analisis produktivitas dan biaya operasional *tower crane*. Sedangkan ditinjau dari segi praktisi, diharapkan hasil dari penelitian analisis produktivitas dan biaya operasional *tower crane* nantinya dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk menganalisis produktivitas dan biaya operasional *tower crane* sebagai peralatan pendukung pekerjaan konstruksi.

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Mengamati *tower crane* pada jam kerja normal yaitu pada pukul 08.00 – 12.00 WIB dan dilanjutkan kembali pada pukul 13.00 – 17.00 WIB dengan jeda waktu istirahat selama 1 jam. 2. Pengamatan dilakukan selama 20 hari setiap *tower crane*. 3. Harga yang digunakan untuk biaya operasional *tower crane* berdasarkan hasil survey di lapangan.

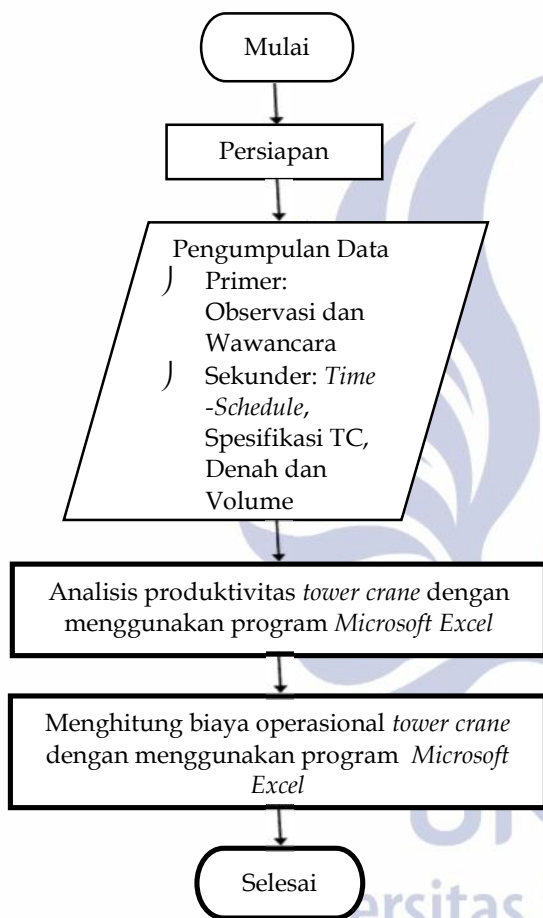
METODE

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif kuantitatif. Yang dimaksud dengan deskriptif adalah penelitian yang dimaksudkan untuk menyelidiki keadaan, kondisi atau hal lain-lain yang sudah disebutkan, yang hasilnya dipaparkan dalam bentuk laporan penelitian paling sederhana, dibandingkan dengan penelitian-penelitian yang lain,

karena dalam penelitian ini peneliti tidak melakukan apa-apa terhadap objek atau wilayah yang diteliti. Sedangkan penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut mengutamakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya.

Untuk menyusun penelitian ini terdapat beberapa langkah yang harus ditempuh. Adapaun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ke dalam *flowchart* atau diagram. Berikut ini adalah diagram alir (*flowchart*) penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian secara umum berada di kota Surabaya. Tepatnya di Jl. Keramat Kali, Kec. Wiyung, Surabaya. Pelaksanaan penelitian produktivitas tower crane dilakukan pengangkutan material dengan jam kerja normal yaitu 08.00 – 17.00 WIB dengan jeda waktu istirahat 1 jam pada pukul 12.00 – 13.00 WIB. Penelitian ini dilakukan selama 20 hari kerja setiap tower crane.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel terikat (*dependen variable*): Produktivitas *Tower Crane* (Y1), Biaya Operasional *Tower Crane* (Y2).
2. Variabel bebas (*independent variable*): Waktu Siklus (X₁), Volume Material (X₂), Biaya Bahan Bakar (X₃), Biaya Pelumas (X₄), Biaya Operator (X₅), Biaya Sewa *Tower Crane* (X₆), Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (X₇), Biaya *Erection* dan *Dismantle* (X₈), Biaya Pondasi, Angkur, Tie in dan Section (X₉), Biaya Asuransi (X₁₀).

D. Sumber Data dan Data Penelitian

1. Data primer penelitian ini yang didapatkan dari wawancara dan observasi langsung dengan pihak yang terlibat dengan pelaksanaan alat berat *tower crane* di proyek Puncak *Central Business District* Surabaya.
2. Data sekunder penelitian ini adalah *Master Schedule* proyek Puncak *Central Business District* Surabaya, Spesifikasi alat berat *Tower Crane*, Gambar kerja peletakan alat *Tower Crane*, Denah proyek Puncak *Central Business District* Surabaya, Data Operator, Perhitungan volume pekerjaan struktur, Data volume bucket pengecoran.

E. Sasaran Penelitian

Sasaran penelitian pada penelitian ini adalah produktivitas penggunaan *Tower Crane A* (TC A), *Tower Crane B* (TC B), *Tower Crane C* (TC C) yang mengerjakan pengangkutan di proyek Puncak *Central Business District* Surabaya.

F. Instrumen Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan jenis instrument *non- test* karena salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan *interview* atau wawancara, observasi dan dokumentasi. Adapaun alat yang dibutuhkan di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Alat tulis
2. *Stopwatch*
3. Tabel penelitian
4. Kamera

G. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data sekunder
2. Observasi (Pengamatan)
3. Wawancara
4. Dokumentasi

H. Teknik Analisa Data

1. Untuk mengetahui produktivitas tower crane pada proyek yang diamati yaitu mendata volume material yang diangkat *tower crane* dan total waktu siklus pada proses pengangkatan material oleh tower crane. Dari data tersebut yang akan dihitung untuk mengetahui produktivitas *tower crane* dengan satuan kg/jam.

2. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus didapatkan dari pergerakan *hoist*, *swelling*, *trolley*, dan *landing* yang dihitung sesuai teori yang dijelaskan di kajian pustaka diantara lain sebagai berikut:

- a. Waktu Tempuh Vertikal (T_v)

$$\text{Rumus } T_v = \frac{D_v}{V_v}$$

Keterangan:

T_v = Waktu tempuh vertikal (menit)

D_v = Jarak tempuh vertikal (m)

V_v = Kecepatan *Hoist* TC (m/menit)

- b. Waktu Tempuh Rotasi (T_r)

$$\text{Rumus } T_r = \frac{D_r}{V_r}$$

Keterangan:

T_r = Waktu tempuh rotasi (menit)

D_r = Jarak tempuh rotasi (menit)

V_r = Kecepatan *swing* TC (radian/menit)

- c. Waktu Tempuh Horisontal (T_h)

$$\text{Rumus } T_h = \frac{D_h}{V_h}$$

Keterangan:

T_h = Waktu tempuh horisontal (menit)

D_h = Jarak tempuh horisontal (m)

V_h = Kecepatan *Trolley* TC (m/menit)

- d. Waktu Siklus Total

Waktu siklus = Waktu angkat + Waktu pemansangan + Waktu bongkar + Waktu kembali

3. Perhitungan Produktivitas *Tower Crane*

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Keterangan:

Output = Volume material (kg)

Input = Waktu siklus (jam)

4. Biaya Operasional *Tower Crane*

Biaya operasional didapatkan dari harga yang berdasarkan dari survey di lapangan dan dihitung sesuai teori yang dijelaskan di kajian pustaka antara lain:

- a. Biaya bahan bakar

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \text{FOM} \times \text{FW} \times \text{PBB} \times \text{PK}$$

Dimana:

FOM : Faktor operasi mesin

FW : Faktor efisiensi waktu operasi

PBB : Kondisi standar pemakaian bahan bakar per *horsepower*

Bensin = 0.3 liter/*horsepower*/jam

Solar = 0.2 liter/*horsepower*/jam

PK : Standar mesin (KVA)

- b. Biaya Pelumas

$$G = \frac{(\text{DK} \times f)}{195.5 + C} \times t$$

Dimana:

G = Banyaknya minyak pelumas yang digunakan

Dk = Daya kuda standart mesin (KVA)

C = Kapasitas karter mesin (liter)

F = Faktor pengoperasian

- c. Biaya Operator

$$\text{Biaya Operator} = \frac{\text{Biaya Operator}}{\text{Jumlah jam kerja dalam 1 bulan}}$$

- d. Biaya Sewa *Tower Crane*

- e. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

- f. Biaya *Erection* dan *Dismantle*

- g. Biaya Pondasi + Angkur, Tie in dan Section

- h. Biaya Asuransi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Proyek

Proyek Puncak Central Business District Surabaya adalah sebuah proyek yang berlokasi di daerah Wiyung, Surabaya. Proyek ini merupakan proyek rancang bangun (*design & build*) yang diperkirakan menghabiskan waktu pengerjaan selama 960 hari. Proyek puncak CBD adalah proyek dari PT. Surya Bumimegah Sejahtera yang terdiri dari 3 *tower*, area komersial sebanyak 268 unit ruko dan luas area proyek 25.000 meter persegi. PT. Wika Gedung terpilih setelah melalui tahapan proses pelelangan.

B. Data Spesifikasi *Tower Crane* di Proyek *Central Business District* Surabaya

1. Spesifikasi *Tower Crane* A (TC A)

Merk / Tipe : Shenyang Sanyo 60/24

Tahun Pembuatan : 2013

Model / Nomor Seri : QTZ 6024/ 20130609-T10

Kapasitas Angkut : 2.400 kg, Pada Jib 60 Meter

Kecepatan Hoisting : 0-44-88 m/min

Kecepatan Travelling : 0-55 m/min

Kecepatan Slewing : 0,8 rpm

2. Spesifikasi *Tower Crane* B (TC B)

- Merk / Tipe : Shandong Dahan
60/24
- Tahun Pembuatan : 2015
- Kapasitas Angkut : 2.400 kg, Pada Jib 60
Meter
- Kecepatan *Hoisting* : 0-45-90 m/min
- Kecepatan *Travelling* : 0-63 m/min
- Kecepatan *Slewing* : 0,7 rpm
3. Spesifikasi Tower Crane C (TC C)
- Merk / Tipe : Shandong Dahan
60/24
- Tahun Pembuatan : 2015
- Kapasitas Angkut : 2.400 kg, Pada Jib
60 Meter
- Kecepatan *Hoisting* : 0-45-90 m/min
- Kecepatan *Travelling* : 0-63 m/min
- Kecepatan *Slewing* : 0,7 rpm

C. Perhitungan Produktivitas Tower Crane Pada Proyek Puncak Central Business District Surabaya

Dalam perhitungan produktivitas *tower crane* harus melakukan langkah-langkah adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Volume Pekerjaan Proyek yang Diangkat Tower Crane C

Material yang diangkat yaitu: beton segar, bekesting, besi tulangan, besi rangkaian kolom, besi rangkaian Shearwall (SW), scaffolding, suri-suri (steelwell), hollow, perancah, u-head, jack base, compressor, tie rod, wing nut, baja, hebel, korinplex, dan bekesting peri. Data rekapitulasi volume yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pengangkatan Material oleh *Tower Crane C*

No	Tanggal	Volume(kg)
1	29 September 2017	46540.39
2	4 Oktober 2017	37746.19
3	5 Oktober 2017	41192.79
4	6 Oktober 2017	34889.09
5	9 Oktober 2017	40770.82
6	10 Oktober 2017	43829.04
7	11 Oktober 2017	49025.91
8	12 Oktober 2017	40569.72
9	13 Oktober 2017	36927.76
10	2 Desember 2017	40569.72
11	6 Desember 2017	44269.65
12	9 Desember 2017	35888.32
13	11 Desember 2017	39489.36
14	13 Desember 2017	42868.47
15	15 Desember 2017	44176.00
16	16 Desember 2017	47062.02
17	20 Desember 2017	42719.85
18	23 Desember 2017	45842.10
19	27 Desember 2017	46447.57
20	29 Desember 2017	48074.03
Rata-rata		42444.94

Sumber:Olah Data Primer

Dari hasil penelitian pada Tower Crane C dapat diketahui bahwa volume pengangkatan material yang paling besar pada hari ketujuh tanggal 11 Oktober 2017 yaitu sebesar 49025,91 kg dan volume pengangkatan material yang paling kecil yaitu pada hari keempat sebesar 34889,09 kg. Sedangkan rata-rata volume pengangkatan material yaitu sebesar 42444,94 kg.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pengangkatan oleh *Tower Crane B*

No	Tanggal	Volume(kg)
1	8 Januari 2018	46268.64
2	9 Januari 2018	44408.98
3	10 Januari 2018	42064.05
4	12 Januari 2018	46019.67
5	14 Januari 2018	42461.87
6	16 Januari 2018	40982.02
7	21 Januari 2018	46654.14
8	22 Januari 2018	41749.53
9	24 Januari 2018	42148.83
10	28 Januari 2018	43065.31
11	29 Januari 2018	40147.63
12	30 Januari 2018	43506.13
13	1 Februari 2018	58354.77
14	3 Februari 2018	33815.98
15	4 Februari 2018	40049.46
16	5 Februari 2018	37253.53
17	7 Februari 2018	35381.88
18	8 Februari 2018	53041.69
19	10 Februari 2018	38302.29
20	12 Februari 2018	37166.50
Rata-rata		42642.15

Sumber: Olah Data Primer

Dari hasil penelitian pada Tower Crane B dapat diketahui bahwa volume pengangkatan material yang paling besar pada hari ketiga belas tanggal 1 Februari 2018 yaitu sebesar 58354,77 kg dan volume pengangkatan material yang paling kecil yaitu pada hari keempat belas sebesar 33815,98 kg. Sedangkan rata-rata volume pengangkatan material yaitu sebesar 42642,15 kg.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pengangkatan Material oleh *Tower Crane A*

No	Tanggal	Volume(kg)
1	1 November 2017	40945.55
2	3 November 2017	46667.32
3	4 November 2017	52323.27
4	5 November 2017	43057.69
5	9 November 2017	46441.33
6	11 November 2017	37385.25
7	12 November 2017	45567.46
8	14 November 2017	47552.71
9	16 November 2017	39131.41
10	18 November 2017	50040.24
11	20 November 2017	50981.29
12	22 November 2017	48272.76
13	24 November 2017	37573.89
14	26 November 2017	47120.47
15	28 November 2017	32482.01
16	30 November 2017	42539.11
17	4 Desember 2017	43372.37
18	7 Desember 2017	45193.09
19	8 Desember 2017	40593.76
20	12 November 2017	38266.55
Rata-rata		43775.38

Sumber: Olah Data Primer

2. Perhitungan Waktu Siklus Pelaksanaan Tower Crane

Adapun contoh perhitungan waktu siklus pengangkatan material pada untuk pekerjaan pemasangan kolom rakit 13 C pada lantai 29 adalah sebagai berikut:

Volume kolom = 379,41 kg
 Posisi Kolom = (10450,88 ; 4829,25)
 Posisi Tower Crane = (10430,00 ; 4810,00)
 Posisi Asal Kolom = (10446,15 ; 4827,681)

a. Jarak Asal Terhadap Tower Crane C (D₁)

$$D_1 = \sqrt{(y_{TC} - Z y_{AB})^2 + \Gamma (x_{AB} - Z x_{TC})^2}$$

$$D_1 = \sqrt{(4810,00 - 4827,68)^2 + (10446,15 - 10430,00)^2}$$

$$= 23,92 \text{ m}$$

b. Jarak Tujuan Terhadap Tower Crane C

$$D_2 = \sqrt{(y_{TC} - Z y_{TJ})^2 + \Gamma (x_{TJ} - Z x_{TC})^2}$$

$$D_2 = \sqrt{(4810,00 - 4829,25)^2 + (10450,88 - 10430,00)^2}$$

$$= 28,41 \text{ m}$$

c. Jarak Trolley (Dh)

$$d = |D_2 - D_1|$$

$$= |28,41 - 23,92|$$

$$= 4,492 \text{ m}$$

d. Sudut Slewing

$$D_3 = \sqrt{(y_{TJ} - Z y_{AB})^2 + \Gamma (x_{TJ} - Z x_{AB})^2}$$

$$D_3 = \sqrt{(4827,68 - 4829,25)^2 + (10450,30 - 1044,60)^2}$$

$$= 5,03 \text{ m}$$

$$\cos \zeta = \frac{D_1^2 + \Gamma D_2^2 - Z D_3^2}{2x D_1 x D_2}$$

$$\cos \zeta = \frac{23,92_1^2 + 28,41_2^2 - 5,03_3^2}{2x23,92_1x28,41_2}$$

$$\cos \zeta = 0,996$$

$$\zeta = 4,99^\circ$$

$$\zeta = 0,09 \text{ rad}$$

e. Perhitungan Waktu Pengangkatan

1) Hoisting (mekanisme angkat)

Kecepatan (v) = 45 m/menit
 Tinggi Tujuan = 85,00 m
 Tinggi asal = 85,00 m
 Tinggi penambahan = 4 m
 Jarak horizontal (d) = HTJ - HSB + H0
 = (85,00-85,00 + 4)m
 = 4 m

$$\text{Waktu} = Dv/Vv$$

$$= 4,00 \text{ m} : 45 \text{ m/menit}$$

$$= 0,09 \text{ menit}$$

2) Slewing (mekanisme putar)

Kecepatan (v) = 0,7 rpm

Sudut (ζ) = 0,42

Waktu = Dr/Vr

= sudut slewing : kecepatan slewing

= 0,09 rad : 0,7 rpm

= 0,12 menit

3) Trolley (mekanisme jalan trolley)

Kecepatan (v) = 63 m/menit

Jarak trolley = 4,492 m

Waktu = Dh/Vh

= jarak trolley : kecepatan trolley

= 4,492 m : 63 m/menit

= 0,07 menit

4) Landing (mekanisme jalan turun)

Kecepatan (v) = 45 m/menit

Jarak landing = 4 m

Waktu = Dv/Vv

= jarak landing : kecepatan landing

= 4 m : 45 m/menit

= 0,09 menit

Total waktu = hoisting + slewing + trolley + landing

Total waktu = 0,09 menit + 0,12 menit + 0,07 menit + 0,09 menit

= 0,37 menit

f. Perhitungan Waktu Kembali

1) Hoisting (mekanisme angkat)

Kecepatan (v) = 90 m/menit

Jarak hoist = 4 m

Waktu = Dv/Vv

= jarak hoist :

kecepatan hoist

= 4 m : 90 m/menit

= 0,04 menit

2) Slewing (mekanisme putar)

Kecepatan (v) = 0,7 rpm

Sudut (ζ) = 0,09 rad

Waktu = Dr/Vr

= sudut slewing :

kecepatan slewing

= 0,09 rad : 0,7 rpm

= 0,12 menit

3) Trolley (mekanisme jalan trolley)

Kecepatan (v) = 63 m/menit

Jarak trolley = 4,49 m

Waktu = Dh/Vh

= jarak trolley : kecepatan trolley

= 4,49 m : 63 m/menit

$$= 0,07 \text{ menit}$$

- 4) *Landing* (mekanisme jalan turun)
 Kecepatan (v) = 90 m/menit
 Tinggi Tujuan = 85,00 m
 Tinggi asal = 85,00 m
 Tinggi penambahan = 4 m
 Jarak *horizontal* (d) = $HTJ - HSB + H0$
 $= (85,00 - 85,00 + 4)$
 m
 $= 4 \text{ m}$

$$\text{Waktu} = Dh/Vh$$

$$= \text{Jarak horizontal} : \text{kecepatan landing}$$

$$= 4 \text{ m} : 90 \text{ m/menit}$$

$$= 0,04 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu} = \text{hoisting} + \text{slewing} + \text{trolley} + \text{landing}$$

$$\text{Total waktu} = 0,04 \text{ menit} + 0,07 \text{ menit} + 0,04 \text{ menit} + 0,04 \text{ menit}$$

$$= 0,28 \text{ menit}$$

- 5) Waktu Bongkar Muat
 Waktu bongkar = 1,18 menit (pengamatan di lapangan)
 Waktu muat = 2,00 menit (pengamatan di lapangan)
- 6) Perhitungan Waktu Siklus
 Waktu siklus = waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar
 $= 2,00 \text{ menit} + 0,37 \text{ menit} + 0,28 + 1,18 \text{ menit}$
 $= 3,84 \text{ menit}$

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Tower Crane C.

No	Tanggal	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Persentase Waktu Siklus Efektif %
1	29 September 2017	313.16	5.22	74.56
2	4 Oktober 2017	221.29	3.69	52.69
3	5 Oktober 2017	285.29	4.75	67.93
4	6 Oktober 2017	219.79	3.66	52.33
5	9 Oktober 2017	219.53	3.66	52.27
6	10 Oktober 2017	263.10	4.38	62.64
7	11 Oktober 2017	304.55	5.08	72.51
8	12 Oktober 2017	289.82	4.83	69.00
9	13 Oktober 2017	266.41	4.44	63.43
10	2 Desember 2017	256.01	4.27	60.95
11	6 Desember 2017	252.98	4.22	60.23
12	9 Desember 2017	243.42	4.06	57.96
13	11 Desember 2017	234.24	3.90	55.77
14	13 Desember 2017	299.35	4.99	71.27
15	15 Desember 2017	295.09	4.92	70.26
16	16 Desember 2017	259.31	4.32	61.74
17	20 Desember 2017	269.69	4.49	64.21
18	23 Desember 2017	279.12	4.65	66.46
19	27 Desember 2017	277.32	4.62	66.03
20	29 Desember 2017	269.13	4.49	64.08
Rata-rata			4.43	63.32

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi perhitungan waktu siklus pada hari pengamatan pertama mengalami waktu siklus

yang paling produktif yaitu sebesar 74,56% (313.16 menit atau 5,22 jam) dan waktu siklus yang paling rendah pada hari kelima yaitu sebesar 52,27% (219.53 menit atau 3,66 jam) dari total 7 jam waktu kerja efektif. Sedangkan rata-rata waktu siklus pada tower crane C yaitu sebesar 63,32%.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Tower Crane B.

No	Tanggal	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Persentase Waktu Siklus Efektif %
1	8 Januari 2018	324.71	5.41	77.31
2	9 Januari 2018	329.13	5.49	78.36
3	10 Januari 2018	257.67	4.29	61.35
4	12 Januari 2018	276.95	4.62	65.94
5	14 Januari 2018	258.89	4.31	61.64
6	16 Januari 2018	265.13	4.42	63.13
7	21 Januari 2018	320.26	5.34	76.25
8	22 Januari 2018	289.82	4.83	69.00
9	24 Januari 2018	247.14	4.12	58.84
10	28 Januari 2018	215.58	3.59	51.33
11	29 Januari 2018	251.44	4.19	59.87
12	30 Januari 2018	212.18	3.54	50.52
13	1 Februari 2018	352.93	5.88	84.03
14	3 Februari 2018	223.61	3.73	53.24
15	4 Februari 2018	212.38	3.54	50.57
16	5 Februari 2018	206.09	3.43	49.07
17	7 Februari 2018	241.36	4.02	57.47
18	8 Februari 2018	287.28	4.79	68.40
19	10 Februari 2018	215.69	3.59	51.36
20	12 Februari 2018	220.09	3.67	52.40
Rata-rata			4.34	62.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi perhitungan waktu siklus pada hari pengamatan ketiga belas mengalami waktu siklus yang paling produktif yaitu sebesar 84,03% (352,93 menit atau 5,88 jam) dan waktu siklus yang paling rendah pada hari keenam belas yaitu sebesar 49,07% (206,09 menit atau 3,43 jam) dari total 7 jam waktu kerja efektif. Sedangkan rata-rata waktu siklus pada tower crane B yaitu sebesar 62,00%.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Tower Crane A.

No	Tanggal	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Persentase Waktu Siklus Efektif %
1	1 November 2017	222.08	3.70	52.88
2	3 November 2017	271.73	4.53	64.70
3	4 November 2017	333.64	5.56	79.44
4	5 November 2017	245.78	4.10	58.52
5	9 November 2017	296.55	4.94	70.61
6	11 November 2017	220.50	3.67	52.50
7	12 November 2017	272.39	4.54	64.85
8	14 November 2017	272.51	4.54	64.88
9	16 November 2017	248.60	4.14	59.19
10	18 November 2017	275.49	4.59	65.59
11	20 November 2017	348.18	5.80	82.90
12	22 November 2017	329.27	5.49	78.40
13	24 November 2017	213.99	3.57	50.95
14	26 November 2017	244.90	4.08	58.31
15	28 November 2017	210.88	3.51	50.21
16	30 November 2017	232.30	3.87	55.31
17	4 Desember 2017	222.35	3.71	52.94
18	7 Desember 2017	218.81	3.65	52.10
19	8 Desember 2017	239.07	3.98	56.92
20	12 November 2017	264.43	4.41	62.96
Rata-rata			4.32	61.71

Sumber: Hasil Perhitungan.

Dari rekapitulasi perhitungan waktu siklus pada hari pengamatan mengalami waktu siklus yang paling

produktif yaitu sebesar 82,90% (348,18 menit atau 5,80 jam) dan waktu siklus yang paling rendah pada hari kelima yaitu sebesar 50,21% (210,88 menit atau 3,51 jam) dari total 7 jam waktu kerja efektif. Sedangkan rata-rata waktu siklus pada *tower crane A* yaitu sebesar 61,71%.

3. Perhitungan Produktivitas *Tower Crane*

Contoh perhitungan produktivitas harian pada tanggal 29 September 2017 oleh *tower crane C* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume harian} &= 46540,39 \text{ kg} \\ \text{Jumlah waktu siklus harian} &= 313,16 \text{ menit} \\ \text{Produktivitas TC harian} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\ &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Waktu siklus}} \\ &= \frac{46540,39 \text{ kg}}{313,16 \text{ menit}} \\ &= 148,62 \text{ kg/menit} \\ &= 8.917,03 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan analisis produktivitas *tower crane C* pada proyek CBD Surabaya.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas rata-rata} &= \frac{\text{Total Produktivitas}}{\text{N (hari)}} \\ &= \frac{192.409.73 \text{ kg/jam}}{20} \\ &= 9.620,49 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas *Tower Crane C*

No	Tanggal	Volume(kg)	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Produktivitas (kg/jam)
1	29 September 2017	46540.39	313.16	5.22	8917.03
2	4 Oktober 2017	37746.19	221.29	3.69	10234.37
3	5 Oktober 2017	41192.79	285.29	4.75	8663.47
4	6 Oktober 2017	34889.09	219.79	3.66	9524.42
5	9 Oktober 2017	40770.82	219.53	3.66	11143.08
6	10 Oktober 2017	43829.04	263.10	4.38	9995.34
7	11 Oktober 2017	49025.91	304.55	5.08	9658.61
8	12 Oktober 2017	40569.72	289.82	4.83	8399.08
9	13 Oktober 2017	36927.76	266.41	4.44	8316.72
10	2 Desember 2017	40569.72	256.01	4.27	9508.13
11	6 Desember 2017	44269.65	252.98	4.22	10499.50
12	9 Desember 2017	35888.32	243.42	4.06	8845.94
13	11 Desember 2017	39489.36	234.24	3.90	10115.20
14	13 Desember 2017	42868.47	299.35	4.99	8592.17
15	15 Desember 2017	44176.00	295.09	4.92	8982.14
16	16 Desember 2017	47062.02	259.31	4.32	10889.24
17	20 Desember 2017	42719.85	269.69	4.49	9504.35
18	23 Desember 2017	45842.10	279.12	4.65	9854.33
19	27 Desember 2017	46447.57	277.32	4.62	10049.11
20	29 Desember 2017	48074.03	269.13	4.49	10717.49
Total Produktivitas					192409.73

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil dari perhitungan analisis produktivitas *tower crane B* proyek puncak CBD

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas rata-rata} &= \frac{\text{Total Produktivitas}}{\text{N (hari)}} \\ &= \frac{198484,25 \text{ kg/jam}}{20} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{20}{20} \\ &= 9924,21 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas *Tower Crane B*

No	Tanggal	Volume(kg)	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Produktivitas (kg/jam)
1	8 Januari 2018	46268.64	338.23	5.64	8207.79
2	9 Januari 2018	44408.98	329.13	5.49	8095.81
3	10 Januari 2018	42064.05	257.67	4.29	9794.90
4	12 Januari 2018	46019.67	276.95	4.62	9970.13
5	14 Januari 2018	42461.87	258.89	4.31	9840.89
6	16 Januari 2018	40982.02	265.13	4.42	9274.34
7	21 Januari 2018	46654.14	320.26	5.34	8740.45
8	22 Januari 2018	41749.53	289.82	4.83	8643.33
9	24 Januari 2018	42148.83	247.14	4.12	10232.79
10	28 Januari 2018	43065.31	215.58	3.59	11985.85
11	29 Januari 2018	40147.63	251.44	4.19	9580.12
12	30 Januari 2018	43506.13	212.18	3.54	12302.47
13	1 Februari 2018	58354.77	352.93	5.88	9920.59
14	3 Februari 2018	33815.98	223.61	3.73	9073.60
15	4 Februari 2018	40049.46	212.38	3.54	11314.74
16	5 Februari 2018	37253.53	206.09	3.43	10845.81
17	7 Februari 2018	35381.88	241.36	4.02	8795.62
18	8 Februari 2018	53041.69	287.28	4.79	11078.14
19	10 Februari 2018	38302.29	215.69	3.59	10654.66
20	12 Februari 2018	37166.50	220.09	3.67	10132.23
Rata-rata					198484.25

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil dari perhitungan analisis produktivitas *tower crane A* pada proyek CBD Surabaya

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas rata-rata} &= \frac{\text{Total Produktivitas}}{\text{N (hari)}} \\ &= \frac{200022.43 \text{ kg/jam}}{20} \\ &= 1.001,12 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas *Tower Crane A*

No	Tanggal	Volume(kg)	Waktu siklus (menit)	Waktu siklus efektif (jam)	Produktivitas (kg/jam)
1	1 November 2017	40945.55	313.16	5.22	7845.07
2	3 November 2017	46667.32	221.29	3.69	12653.21
3	4 November 2017	52323.27	285.29	4.75	11004.38
4	5 November 2017	43057.69	219.79	3.66	11754.37
5	9 November 2017	46441.33	219.53	3.66	12692.89
6	11 November 2017	37385.25	263.10	4.38	8525.81
7	12 November 2017	45567.46	304.55	5.08	8977.26
8	14 November 2017	47552.71	289.82	4.83	9844.75
9	16 November 2017	39131.41	266.41	4.44	8813.02
10	18 November 2017	50040.24	256.01	4.27	11727.70
11	20 November 2017	50981.29	252.98	4.22	12091.31
12	22 November 2017	48272.76	243.42	4.06	11898.52
13	24 November 2017	37573.89	234.24	3.90	9624.55
14	26 November 2017	47120.47	299.35	4.99	9444.41
15	28 November 2017	32482.01	295.09	4.92	6604.45
16	30 November 2017	42539.11	259.31	4.32	9842.73
17	4 Desember 2017	43372.37	269.69	4.49	9649.53
18	7 Desember 2017	45193.09	279.12	4.65	9714.81
19	8 Desember 2017	40593.76	277.32	4.62	8782.62
20	12 November 2017	38266.55	269.13	4.49	8531.04
Rata-rata					200022.43

Sumber: Hasil Perhitungan

4. Perbandingan Produktivitas Tower Crane

Tabel 10. Perbandingan Produktivitas Tower Crane A, B, C

No	Prod TC A (kg/jam)	Prod TC B (kg/jam)	Prod TC C (kg/jam)
1	7845.07	8549.46	8917.03
2	12653.21	8095.81	10234.37
3	11004.38	9794.90	8663.47
4	11754.37	9970.13	9524.42
5	12692.89	9840.89	11143.08
6	8525.81	9274.34	9995.34
7	8977.26	8740.45	9658.61
8	9844.75	8643.33	8399.08
9	8813.02	10232.79	8316.72
10	11727.70	11985.85	9508.13
11	12091.31	9580.12	10499.50
12	11898.52	12302.47	8845.94
13	9624.55	9920.59	10115.20
14	9444.41	9073.60	8592.17
15	6604.45	11314.74	8982.14
16	9842.73	10845.81	10889.24
17	9649.53	8795.62	9504.35
18	9714.81	11078.14	9854.33
19	8782.62	10654.66	10049.11
20	8531.04	10132.23	10717.49
Rata-rata	10001.12	9941.30	9620.49

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 2. Grafik Perbandingan Produktivitas Tower Crane A, B, C

Berdasarkan tabel 10 di atas terlihat bahwa TC A memiliki rata-rata produktivitas yang paling besar dengan rata-rata sebesar 10001,12 kg/jam sedangkan TC B sebesar 9941,30 kg/jam, TC C sebesar 9620,49 kg/jam. Dilihat dari grafik 5.0 nilai produktivitas harian tower crane proyek Puncak Central Business District Surabaya memiliki produktivitas yang tidak stabil atau dinamis dikarenakan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai produktivitasnya.

D. Biaya Operasional Tower Crane pada Proyek Puncak CBD Surabaya.

1. Biaya Operasional Tower Crane C

a. Data Operasional peralatan

Tower crane Shandong dahan construction machinery co.,Ltd. Model QTZ 6024 dengan radius 60 m. Standar mesin 65 kW

b. Data Harga Sewa Peralatan

- 1) Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Surabaya)
= Rp.150.000.000,00 / unit
- 2) Harga sewa tower crane
= Rp. 70.000.000,00 / bulan
- 3) Harga pondasi tower crane + angkur + tie in dan section
= Rp.313.000.000,00/ unit
- 4) Harga erection dan dismantle
= Rp. 150.000.000,00 / unit
- 5) Biaya operator untuk 2 orang
= Rp. 20.000.000,00 / bulan
- 6) Biaya pelumas
= Rp. 44.000,00 / liter
- 7) Biaya bahan bakar (dex)
= Rp. 9.500,00/liter
- 8) Harga concrete bucket
= Rp. 24.000.000,00 / unit
- 9) Biaya Asuransi
= Rp.2.000,000

c. Perhitungan Biaya Produksi

1) Harga sewa tower crane

Dengan asumsi

1 hari = 7 jam (tanpa lembur)

1 bulan = 30 hari, maka 1 bulan

= 30 hari x 7 jam

= 210 jam

Harga sewa alat tower crane

= Rp. 70.000.000,00 / bulan

210 jam

= Rp. 333.333,33 / jam

Maka harga sewa peralatan adalah:

= Rp. 333.333,33/ jam

= Rp. 33.333,33 /jam (PPn 10 %)

= Rp. 366.666,67/ jam

d. Biaya operasional peralatan

1) Biaya bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar = FOM x FW x PBB x PK

Dimana:

FOM = Faktor operasi mesin = 0.8 (asumsi mesin bekerja optimal 80 %)

FW = Faktor waktu = 0.83 (dengan asumsi kerja 50 menit/jam

PBB = Pemakaian bahan bakar untuk

pemakaian solar = 0.2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan mesin = 65 kW

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar} &= 0.8 \times 0.83 \times \\ & \quad 0.2 \times 65 \\ &= 8.632 \text{ liter/jam} \\ &= \text{kebutuhan bahan} \times \text{harga bahan} \\ & \quad \text{bakar/ liter} \\ &= 8.632 \text{ liter/jam} \times \text{Rp.9.500,00} \\ &= \text{Rp. 82.004,00/jam} \end{aligned}$$

2) Biaya pelumas

$$g = \frac{DK \times I}{195.5} + \frac{C}{t}$$

Dimana:

g = banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = kekuatan minyak = 65 kW

F = faktor (0.8 x 0.83)

c = isi dari carter mesin = 200 liter

t = selang waktu pergantian = 42 jam

Maka:

$$g = \frac{65 \times 0.664}{195.5} + \frac{200}{42}$$

$$= 4.982 \text{ liter/jam}$$

Biaya pemakaian minyak pelumas:
 = 4.982 liter/jam x Rp. 44.000/liter
 = 219.208,00/jam

Maka harga operasional peralatan adalah
 = Rp. 82.004,00/ jam
 = Rp. 219.208,00/jam
 = Rp. 301.084,00/jam

e. Biaya operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 10.000.000,00/270 jam} \\ &= \text{Rp 47.619,05/ jam} \end{aligned}$$

Maka biaya *tower crane* perjam

Sewa peralatan = Rp. 366.666,67

Biaya operasional = Rp. 301.212,00

Biaya operator = $\frac{\text{Rp. 47.619,05}}{\text{Rp. 715.497,72/jam}}$ 2. Biaya Operasional *Tower Crane* B

a. Data Operasional peralatan

Tower crane Shandong dahan *construction machinery co.,Ltd.* Model QTZ 6024 dengan radius 60 m. Standar mesin 65 kW

b. Data Harga Sewa Peralatan

- 1) Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Surabaya)
= Rp.150.000.000,00 / unit
- 2) Harga sewa *tower crane*
= Rp. 70.000.000,00 / bulan
- 3) Harga pondasi *tower crane* + angkur + tie in dan section

$$= \text{Rp.313.000.000,00/ unit}$$

- 4) Harga *erection dan dismantle*
= Rp. 150.000.000,00 / unit
- 5) Biaya operator untuk 2 orang
= Rp. 20.000.000,00 / bulan
- 6) Biaya pelumas
= Rp. 44.000,00 / liter
- 7) Biaya bahan bakar (dex)
= Rp. 9.500,00/liter
- 8) Harga *concrete bucket*
= Rp. 24.000.000,000 / unit
- 9) Biaya Asuransi
= Rp.2.000,000

c. Perhitungan Biaya Produksi

1) Harga sewa *tower crane*

Dengan asumsi

1 hari = 7 jam (tanpa lembur)

1 bulan = 30 hari , maka 1 bulan

= 30 hari x 7 jam

= 210 jam

Harga sewa alat *tower crane*= $\frac{\text{Rp. 70.000.000,00 / bulan}}{210 \text{ jam}}$

$$= \text{Rp. 333.333,33 / jam}$$

Maka harga sewa peralatan adalah:

= Rp. 333.333,33/ jam

= Rp. 33.333,33 /jam (PPn 10 %)

= Rp. 366.666,67/ jam

d. Biaya operasional peralatan

1) Biaya bahan bakar

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \text{FOM} \times \text{FW} \times \text{PBB} \times \text{PK}$$

Dimana:

FOM = Faktor operasi mesin = 0.8 (asumsi mesin bekerja optimal 80 %)

FW = Faktor waktu = 0.83 (dengan asumsi kerja 50 menit/jam

PBB = Pemakaian bahan bakar untuk pemakaian solar = 0.2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan mesin = 65 kW

Maka:

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 0.8 \times 0.83 \times 0.2 \times 65$$

= 9.960 liter/jam

= kebutuhan bahan x harga bahan bakar/ liter

= 8.632 liter/jam x 9.500,00

= Rp. 82.004,00/jam

2) Biaya pelumas

$$g = \frac{DK \times I}{195.5} + \frac{C}{t}$$

Dimana:

g = banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = kekuatan minyak = 65 kW

F = faktor (0.8 x 0.83)

c = isi dari carter mesin = 200 liter

t = selang waktu pergantian = 42 jam

Maka:

$$g = \frac{65 \times 0.664}{195.5} + \frac{200}{42}$$

$$= 4.982 \text{ liter/jam}$$

Biaya pemakaian minyak pelumas:

$$= 4.982 \times \text{Rp. } 44.000/\text{liter}$$

$$= 219.208,00/\text{jam}$$

Maka harga operasional peralatan adalah

$$= \text{Rp. } 82.004,00/\text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 219.208,00/\text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 301.084,00/\text{jam}$$

e. Biaya operator

$$\text{Biaya operator} = \text{Rp. } 10.000.000,00/270 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 47.619,05/\text{jam}$$

Maka biaya *tower crane* perjam

$$\text{Sewa peralatan} = \text{Rp. } 366.666,67$$

$$\text{Biaya operasional} = \text{Rp. } 301.212,00$$

$$\text{Biaya operator} = \frac{\text{Rp. } 47.619,05}{+} \\ \text{Rp. } 715.497,72/\text{jam}$$

3. Biaya Operasional *Tower Crane A*

a. Data Operasional peralatan

Tower crane Shenyang Sanyo *Building machinery Co.,Ltd.* Model QTZ 6024 dengan radius 60 m. Standar mesin 75 kW

b. Data Harga Sewa Peralatan

1) Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Surabaya)

$$= \text{Rp. } 150.000.000,00 / \text{unit}$$

2) Harga sewa *tower crane*

$$= \text{Rp. } 70.000.000,00 / \text{bulan}$$

3) Harga pondasi *tower crane* + angkur + tie in dan section

$$= \text{Rp. } 313.000.000,00 / \text{unit}$$

4) Harga *erection dan dismantle*

$$= \text{Rp. } 150.000.000,00 / \text{unit}$$

5) Biaya operator untuk 2 orang

$$= \text{Rp. } 20.000.000,00 / \text{bulan}$$

6) Biaya pelumas

$$= \text{Rp. } 44.000,00 / \text{liter}$$

7) Biaya bahan bakar (dex)

$$= \text{Rp. } 9.500,00/\text{liter}$$

8) Harga *concrete bucket*

$$= \text{Rp. } 24.000.000,000 / \text{unit}$$

9) Biaya Asuransi

$$= \text{Rp. } 2.000,000$$

c. Perhitungan Biaya Produksi

1) Harga sewa *tower crane*

Dengan asumsi

$$1 \text{ hari} = 7 \text{ jam (tanpa lembur)}$$

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

$$= 30 \text{ hari} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 210 \text{ jam}$$

Harga sewa alat *tower crane*

$$= \frac{\text{Rp. } 70.000.000,00 / \text{bulan}}$$

$$210 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 333.333,33 / \text{jam}$$

Maka harga sewa peralatan adalah:

$$= \text{Rp. } 333.333,33 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 33.333,33 / \text{jam (PPn } 10 \%)$$

$$= \text{Rp. } 366.666,67 / \text{jam}$$

d. Biaya operasional peralatan

1) Biaya bahan bakar

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \text{FOM} \times \text{FW} \times \text{PBB} \times \text{PK}$$

Dimana:

FOM = Faktor operasi mesin = 0.8 (asumsi mesin bekerja optimal 80 %)

FW = Faktor waktu = 0.83 (dengan asumsi kerja 50 menit/jam)

PBB = Pemakaian bahan bakar untuk pemakaian solar = 0.2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan mesin = 75 kVA Maka:

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 0.8 \times 0.83 \times 0.2 \times 75$$

$$= 9.98 \text{ liter/jam}$$

$$= \text{kebutuhan bahan} \times \text{harga bahan}$$

$$\text{bakar/ liter}$$

$$= 9.98 \times \text{Rp. } 9.500,00$$

$$= \text{Rp. } 94.810,00/\text{jam}$$

2) Biaya pelumas

$$g = \frac{\text{DK} \times \text{f}}{195.5} + \frac{\text{c}}{\text{t}}$$

Dimana:

g = banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = kekuatan minyak = 75 kVA

F = faktor (0.8 x 0.83)

c = isi dari carter mesin = 200 liter

t = selang waktu pergantian = 42 jam

Maka:

$$g = \frac{65 \times 0.664}{195.5} + \frac{200}{42}$$

$$= 5.01 \text{ liter/jam}$$

Biaya pemakaian minyak pelumas:

= 5.01 liter/jam x Rp. 44.000/liter

= 220.440,00 /jam

Maka harga operasional peralatan adalah

= Rp. 82.004,00/ jam

= Rp. 219.208,00/jam

= Rp. 301.084,00/jam

e. Biaya operator

Biaya operator = Rp. 10.000.000,00/270 jam

= Rp 47.619,05/ jam

Maka biaya *tower crane* perjam

Sewa peralatan = Rp. 366.666,67

Biaya operasional = Rp. 315.060,00

Biaya operator = Rp. 47.619,05 +

Rp. 729.535,71/jam

4. Perbandingan Biaya Operasional *Tower Crane*

Tabel 11. Perbandingan Biaya Operasional *Tower Crane* CBD

Jenis Biaya	Tower Crane A	Tower Crane B	Tower Crane C
	(jam)	(jam)	(jam)
Biaya Sewa	Rp 366,666.67	Rp 366,666.67	Rp 366,666.67
Biaya Operator	Rp 47,619.05	Rp 47,619.05	Rp 47,619.05
Biaya Operasional	Rp 315,250.00	Rp 301,212.00	Rp 301,212.00
Total	Rp 729,535.71	Rp 715,497.71	Rp 715,497.71

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 3 Grafik Perbandingan Biaya Operasional *Tower Crane* CBD

Dapat dilihat dari tabel 4.11 diatas terlihat bahwa TC A memiliki biaya operasional yang paling tinggi sebesar Rp.729.535,71 perjam, TC B 715.497,71 dan TC C Rp. 715.497,71 dikarenakan perbedaan daya power *tower crane* A sebesar 75 kVA, *tower crane* B 65 kW dan *tower crane* C 65 kW.

Simpulan

Berdasarkan hasil dan analisa pada bab sebelumnya dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya produktivitas rata-rata *tower crane* pada proyek Puncak *Central Business District* Surabaya adalah TC A sebesar 10001,12 kg/ jam, TC B sebesar 9941,30 kg/jam, TC C sebesar 9620,49 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas rata-rata TC A lebih besar dibandingkan dengan rata-rata produktivitas *Tower crane* yang lain yang berada di proyek proyek Puncak *Central Business District* Surabaya sebab pada tower crane A atau TC A memiliki kesempatan untuk melakukan pengangkatan lebih banyak material yang diangkat pada lokasi penempatannya.
2. Biaya operasional *tower crane* pada proyek Puncak *Central Business District* Surabaya didapat berdasarkan perhitungan data lapangan dengan biaya operasional *tower crane* A sebesar Rp 729.535,71 perjam, *tower crane* B sebesar Rp. 715.497,71 dan *tower crane* C sebesar Rp.715.497,71

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kosmatka, S.H., Kerkhoff, Beatrix and Panarese, W.C. (1992). *Design and control of concrete mixtures* (3rd Edition). USA, Portland Cement Association.
- Soeharto, Imam. 1997. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.