

Analisis Perbandingan Efisiensi Produktivitas Tower Crane Proyek Pembangunan Apartemen Di Surabaya Barat

Comparative Analysis of Tower Crane Productivity Efficiency Apartment Construction Project in West Surabaya

Rini Pebri Utari^{1,2}, Inthan Noer Afrida¹

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang

²Email Korespondensi: rinipebriutari@umm.ac.id

Abstract

The Westown View Apartment construction project in Wiyung West Surabaya has a plan of 2 buildings with 45 floors each, so the project requires Tower Crane heavy equipment to facilitate field work. Factors that can affect the work of Tower Crane are management factors, field conditions, tool conditions, and operator capabilities. The positioning of Tower Crane heavy equipment and the selection of Tower Crane type are also important in this regard. This research analysis method is by comparing specifications, Cycle Time, Productivity and Operating Costs. The analyzed types are Tower Crane Potain MC 205 B, Potain MC 175 B and Zoomlion TC 6520-10 E. Based on the theoretical calculation results, Cycle Time was obtained on Potain MC 205 B for 25.57 months, on Potain MC 175 B for 26.33 months, and on Zoomlion TC 6520-10 E for 24.53 months. The productivity value obtained by Potain MC 205 B is 120.57 m³ / hour, on Potain MC 175 B is 118.11 m³ / hour, and on Zoomlion TC 6520-10 E is 128.88 m³ / hour. In terms of comparison, the overall Operating Cost of Potain MC 205 B is Rp. 5,597,075,310, Potain MC 175 B is Rp. 5,669,201,140, and Zoomlion TC 6520-10 E is Rp. 5,398,389,240.

Keywords: Cycle Time, Operational Costs, Productivity, Tower Crane.

Abstrak

Proyek pembangunan Apartemen Westown View di Wiyung Surabaya Barat memiliki perencanaan 2 gedung dengan masing-masing 45 lantai, sehingga proyek membutuhkan alat berat Tower Crane untuk mempermudah pekerjaan lapangan. Faktor yang dapat mempengaruhi kerja Tower Crane ialah faktor manajemen, kondisi lapangan, kondisi alat, dan kemampuan operator. Penentuan letak posisi alat berat Tower Crane dan pemilihan tipe Tower Crane juga menjadi hal penting dalam hal ini. Metode analisis penelitian ini dengan melakukan perbandingan spesifikasi, Cycle Time, Produktivitas dan Biaya Operasional. Tipe yang dianalisis Tower Crane Potain MC 205 B, Potain MC 175 B dan Zoomlion TC 6520-10 E. Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis diperoleh Cycle Time pada Potain MC 205 B selama 25,57 bulan, pada Potain MC 175 B selama 26,33 bulan, dan pada Zoomlion TC 6520-10 E selama 24,53 bulan. Adapun nilai Produktivitas yang diperoleh Potain MC 205 B sebesar 120,57 m³/jam, pada Potain MC 175 B sebesar 118,11 m³/jam, dan pada Zoomlion TC 6520-10 E sebesar 128,88 m³/jam. Dari sisi perbandingan Biaya Operasional keseluruhan Potain MC 205 B didapat Rp. 5.597.075.310, pada Potain MC 175 B Rp. 5.669.201.140, dan Zoomlion TC 6520-10 E didapat Rp. 5.398.389.240.

Kata kunci: Biaya Operasional, Cycle Time, Produktivitas, Tower Crane



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

PENDAHULUAN

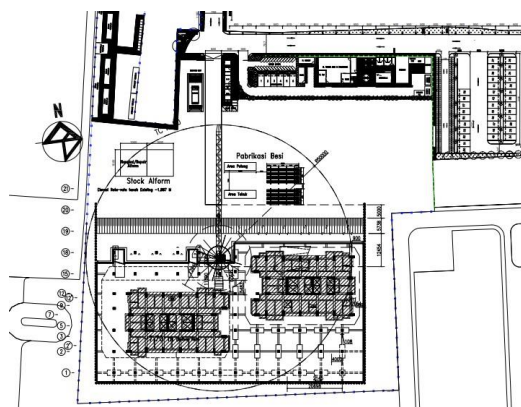
Perkembangan pada dunia konstruksi semakin hari akan semakin maju, selalu ada revisi dan perbaikan demi kelancaran dan kemudahan pekerjaan. Kontraktor pada suatu proyek yang akan memilih alat berat pada proyeknya, dimana pemilihan tersebut merupakan faktor yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Pemilihan alat berat yang akan dipergunakan harus sesuai dengan kebutuhan proyek tersebut. Alat berat menjadi komponen penting didalam proyek, terutama pada proyek-proyek dengan skala yang besar. Kesalahan dalam pemilihan alat berat yang digunakan di proyek dapat mengakibatkan proyek tertunda, terjadi keterlambatan proyek, dan pembengkakan biaya proyek.

Proyek pembangunan Apartment Westown View di Wiyung Surabaya Barat memiliki perencanaan 2 gedung dengan masing-masing 45 lantai. Dimana termasuk proyek besar yang memiliki lahan yang cukup luas untuk perletakan material memungkinkan lebih dari satu area. Pada analisa kondisi di lapangan memungkinkan untuk melihat produktivitas pengangkutan material dengan menggunakan Tower Crane.

Tower Crane (TC) memegang peranan penting pada keberlangsungannya tiap pekerjaan pada proyek konstruksi gedung bertingkat (high rise building). Tower Crane merupakan alat berat yang biasa digunakan pada proyek pembangunan gedung bertingkat. Alat berat ini digunakan sebagai alat pengangkut material (material handling equipment) secara horizontal maupun vertikal dari satu tempat ke tempat yang lain. Tower Crane dapat disesuaikan tingginya dengan ketinggian gedung dan dapat menjangkau wilayah yang luas. Sehingga hal ini dapat menunjang pekerjaan dan kelancaran pekerjaan konstruksi pembangunan gedung yang tengah berlangsung dilapangan.

Permasalahan yang sering terjadi dilapangan pada penggunaan Tower Crane ialah menurunnya tingkat produktivitas yang tidak sesuai dengan biaya operasional sehingga membuat proyek tersendat dan biaya membengkak. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efisiensi produktivitas alat berat Tower Crane yang digunakan oleh kontraktor proyek. Pemilihan tipe dan merek alat berat sangat mempengaruhi efisiensinya. Pada setiap penggunaan alat berat disuatu proyek membutuhkan biaya operasional yang cukup besar. Sehingga kontraktor perencana harus menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi biaya membengkak yaitu lamanya waktu pemakaian alat atau produktivitas di lapangannya.

Pada proyek ini kontraktor menggunakan Tower Crane dengan type Potain MC 205 B jib 50. Adapun alternative pembanding yang disarankan penulis untuk tipe Tower Crane yang sekiranya lebih layak digunakan pada proyek ini adalah type Potain MC 175 B, dan Zoomlion TC 6520-10E. Penelitian dilakukan dengan perhitungan secara teoritis yang dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu faktor kondisi alat berat, kondisi lapangan, manajemen keuangan, dan kemampuan produktivitas alat. Penempatan alat ini harus mampu dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam proses pelaksanaan proyek tersebut.

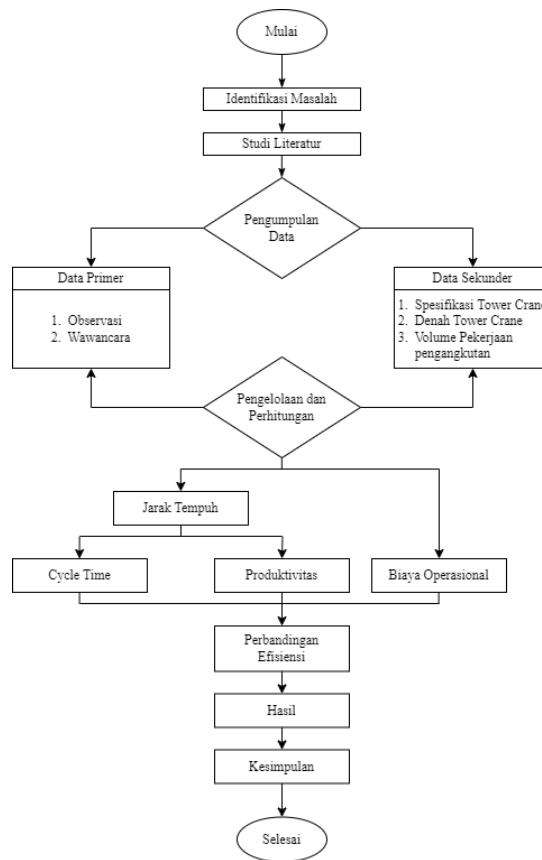


Gambar 1. Denah lokasi Tower Crane

METODE PENELITIAN

Apartment Westown View Surabaya ini direncanakan ada 2 tower. Dimulai dari pembangunan phase 1 tower La Chiva dan tower Sandbridge yang saat ini sedang dalam masa pembangunan dan direncanakan akan selesai pada akhir tahun 2028. Apartment Westown View Surabaya berdiri diatas lahan seluas 2.7 Ha berlokasi tepat di Jl. Raya Wiyung, Surabaya Barat yang merupakan jalan boulevard (double way). Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dilapangan (observasi) dengan metode pengamatan secara langsung di proyek Apartment Westown View pada pekerjaan pengangkutan pekerjaan struktur yang menggunakan tower crane type Potain MC 175 B, Potain MC 205 B, dan Zoomlion TC 6520-10E. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berupa data yang masih mentah atau belum diproses. Kemudian data asli (primer) dilakukan perhitungan secara teoritis menggunakan data spesifikasi tower crane tipe lain. Data tersebut kemudian akan diolah hingga bisa

menjadi hasil yang bersifat informasi. Penelitian ini ditulis untuk membandingkan efisiensi suatu produktivitas pada tower crane berdasarkan penggunaannya di suatu proyek. Efisiensi tower crane berdasarkan efektivitas waktu, produktivitas dan biaya operasional.



Gambar 2. Digram Alir

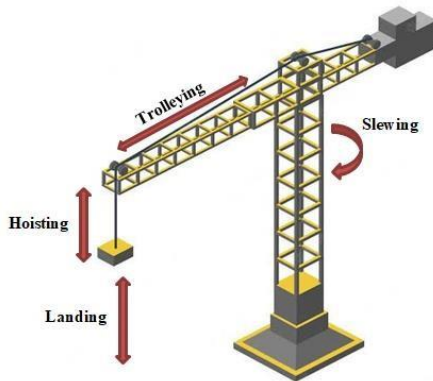
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Titik Koordinat

Tabel 1. Titik Koordinat				Tabel 2. Titik Koordinat La-Chiva			
No	Titik	X (mm)	Y (mm)	No.	Titik	X ₁ (mm)	Y ₁ (mm)
1	Tower Crane	53220	54570	1	Zona 1	47440	36970
2	Fabtikasi	69270	82600	2	Zona 2	27760	36970
3	Bekisting	26150	90360	3	Zona 3	47440	23980
4	Truck Mixer	51180	72150	4	Zona 4	27760	23980

Tabel 3. Titik Koordinat Sandbridge				Tabel 4. Data Beban Pekerjaan Struktur			
No.	Titik	X ₁ (mm)	Y ₁ (mm)	No	Item Pekerjaan	Beban Total	Satuan
1	Zona 1	94840	50710	1	Pembesian	3291619,29	kg
2	Zona 2	75160	50710	2	Bekisting	842119,75	m ²
3	Zona 3	94840	37730	3	Pengecoran	7360,06	m ³
4	Zona 4	75160	37730				

Sistem Kerja Tower Crane



Gambar 3. Sistem Kerja TC

Sumber: Sistem Kerja Tower Crane

Keterangan:

- Hoisting : Bergerak mengangkat beban
- Slewing : Bergerak memutar lengan
- Trolleying: Bergerak horizontal pada jib
- Landing : Bergerak menurunkan beban

PERHITUNGAN JARAK TEMPUH

Perhitungan Jarak Tempuh Tower La-Chiva Pembesian (Lantai 1 Zona 1)

- Koordinat Tower Crane = (53,22; 54,57)
- Koordinat Fabrikasi = (69,27; 82,60)
- Koordinat Rencana = (47,44; 36,97)
- Tinggi = +0,300

- Jarak Fabrication terhadap Tower

$$\text{Crane } D1 = \sqrt{(Y_{TC} - Y_F)^2 + (X_F - X_{TC})^2}$$

$$\begin{aligned} D1 &= \sqrt{(785,68) + (257,60)} \\ &= \sqrt{1043,28} \\ &= 32,30 \text{ m} \leq R = 50 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak Planning terhadap Tower

$$\text{Crane } D2 = \sqrt{(Y_{TC} - Y_P)^2 + (X_P - X_{TC})^2}$$

$$\begin{aligned} D2 &= \sqrt{(309,76) + (33,41)} \\ &= \sqrt{343,17} \\ &= 18,52 \text{ m} \leq R = 50 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak Trolley (Jarak Fabrication terhadap TC ke Planning terhadap TC) $Dt = |D2 - D1|$

$$\begin{aligned} Dt &= |18,52 - 32,30| \\ &= 13,78 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak Slewing (Jarak Fabrication ke

$$\text{Planning) } D3 = \sqrt{(Y_F - Y_P)^2 + (X_F - X_P)^2}$$

$$\begin{aligned} D3 &= \sqrt{(2082,09) + (476,55)} \\ &= \sqrt{2558,64} \\ &= 50,58 \text{ m} \end{aligned}$$

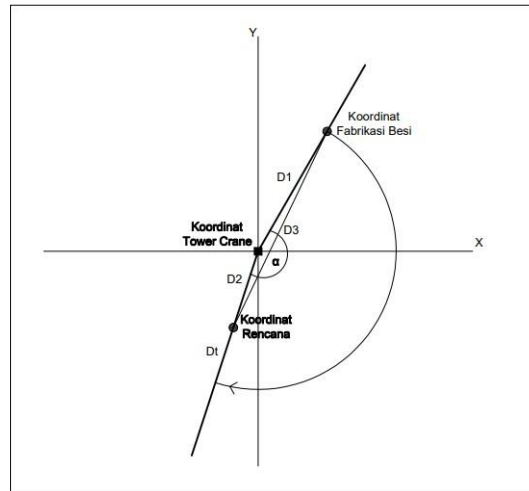
• Sudut Slewing

$$\cos \alpha = \frac{(D1)^2 + (D2)^2 - (D3)^2}{(2 \times D1 \times D2)}$$

$$\cos \alpha = \frac{(32,30)^2 + (18,52)^2 - (50,58)^2}{(2 \times 32,30 \times 18,52)}$$

$$\cos \alpha = -0,98$$

$$\alpha = 168,39^\circ$$



Gambar 4. Denah Jarak Tempuh

Tabel 5. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Pembesian Tower La-Chiva

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut		
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)	
(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
1	32,30	18,52	13,78	50,58	-0,98	168,39	
Lt 1-45	2	32,30	30,95	1,35	61,69	-0,90	154,45
	3	32,30	31,13	1,17	62,55	-0,94	160,90
	4	32,30	39,80	7,50	71,83	-0,98	170,02

Tabel 6. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Pembesian Tower Sandbridge

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut		
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)	
(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
1	32,30	41,80	9,50	40,88	0,41	65,50	
Lt 1-45	2	32,30	22,28	10,02	32,43	0,34	70,18
	3	32,30	44,90	12,60	51,64	0,14	82,23
	4	32,30	27,66	4,64	45,25	-0,13	97,71

Tabel 7. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Bekisting Tower La-Chiva

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut	
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)

(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
Lt 1-45	1	44,87	18,52	26,35	57,48	-0,57	124,72
	2	44,87	30,95	13,92	53,41	-0,04	87,55
	3	44,87	31,13	13,74	69,71	-0,67	132,20
	4	44,87	39,80	5,08	66,40	-0,23	103,13

Tabel 8. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Bekisting Tower Sandbridge

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut		
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)	
(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
Lt 1-45	1	44,87	41,80	3,08	79,31	-0,67	132,40
	2	44,87	22,28	22,60	63,04	-0,73	137,08
	3	44,87	44,90	0,02	86,53	-0,86	149,13
	4	44,87	27,66	17,22	71,92	-0,96	164,61

Tabel 9. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Pengecoran Tower La-Chiva

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut		
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)	
(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
Lt 1-45	1	17,70	18,52	0,83	35,38	-0,91	155,20
	2	17,70	30,95	13,25	42,26	-0,47	118,04
	3	17,70	31,13	13,43	48,31	-0,95	162,68
	4	17,70	39,80	22,10	53,56	-0,69	133,61

Tabel 10. Hasil perhitungan Jarak Tempuh Pengecoran Tower La-Chiva

Titik Koordinat	Jarak (m)				Sudut		
	Fab-TC	Ren-TC	Troll	Fab-Ren	Cos	Derajat (°)	
(a)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
Lt 1-45	1	17,70	18,52	0,83	35,38	-0,91	155,20
	2	17,70	30,95	13,25	42,26	-0,47	118,04
	3	17,70	31,13	13,43	48,31	-0,95	162,68
	4	17,70	39,80	22,10	53,56	-0,69	133,61

SPESIFIKASI TOWER CRANE

Faktor Koreksi Kondisi

Faktor koreksi kondisi lapangan diasumsikan sebagai berikut :

- Faktor koreksi kondisi kerja tata laksana baik dengan nilai 0,75
- Faktor koreksi kondisi kerja operator baik dengan nilai 0,75
- Maka, faktor koreksi total
= 0,75 x 0,75 = 0,563

Tower Crane Type 1 POTAIN MC 205 B

Tabel 11. Data Beban tipe Potain MC 205 B

<i>Potain MC 205 B</i>					
Lengan (m)	27	37	40	45	50
Kapasitas (ton)	5,6	4,3	3,9	3,4	3,0

Tabel 12. Data Mechanisms Potain MC 205 B

Kecepatan	Waktu Angkat	Waktu Kembali	Satuan
Hoisting	44	88	m/menit
Slewing	0,8	0,8	rpm
Trolleying	30	58	m/menit
Landing	44	88	m/menit

Waktu Angkat :

- Kecepatan Hoisting = $44 \text{ m/min} \times 0,563 = 24,77 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,8 \text{ rpm} \sim 288 \times 0,563 = 162,14 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $30 \text{ m/min} \times 0,563 = 16,89 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $44 \text{ m/min} \times 0,563 = 24,77 \text{ m/min}$

Waktu Kembali :

- Kecepatan Hoisting = $88 \text{ m/min} \times 0,563 = 49,55 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,8 \text{ rpm} \sim 288 \times 0,563 = 162,14 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $58 \text{ m/min} \times 0,563 = 32,65 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $88 \text{ m/min} \times 0,563 = 49,55 \text{ m/min}$

Tower Crane Type 1 POTAIN MC 205

Tabel 13. Data Beban Potain MC 175 B

<i>Potain MC 205 B</i>					
Lengan (m)	30	37	40	45	50
Kapasitas (ton)	4,5	3,9	3,5	3,1	2,7

Tabel 14. Data Mechanisms Potain MC 175 B

Kecepatan	Waktu Angkat	Waktu Kembali	Satuan
Hoisting	40	80	m/menit
Slewing	0,8	0,8	rpm
Trolleying	30	58	m/menit
Landing	40	80	m/menit

Waktu Angkat :

- Kecepatan Hoisting = $40 \text{ m/min} \times 0,563 = 22,52 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,8 \text{ rpm} \sim 288 \times 0,563 = 162,14 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $30 \text{ m/min} \times 0,563 = 16,89 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $40 \text{ m/min} \times 0,563 = 22,52 \text{ m/min}$

Waktu Kembali :

- Kecepatan Hoisting = $80 \text{ m/min} \times 0,563 = 45,04 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,8 \text{ rpm} \sim 288 \times 0,563 = 162,14 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $58 \text{ m/min} \times 0,563 = 32,65 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $80 \text{ m/min} \times 0,563 = 45,04 \text{ m/min}$

Tower Crane Type 3 ZOOMLION TC 6520-10 E

Tabel 15. Data Beban Zoomlion TC 6520-10 E
Potain MC 205 B

Lengan (m)	30	35	40	45	50
Kapasitas (ton)	6,91	5,75	5	4,5	3,6

Tabel 16. Data Mechanisms Zoomlion TC 6520-10 E

Kecepatan	Waktu Angkat	Waktu Kembali	Satuan
Hoisting	40	80	m/menit
Slewing	0,8	0,8	rpm
Trolleying	30	58	m/menit
Landing	40	80	m/menit

Waktu Angkat :

- Kecepatan Hoisting = $50 \text{ m/min} \times 0,563 = 28,15 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,7 \text{ rpm} \sim 252 \times 0,563 = 141,88 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $55 \text{ m/min} \times 0,563 = 30,96 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $55 \text{ m/min} \times 0,563 = 28,15 \text{ m/min}$

Waktu Kembali :

- Kecepatan Hoisting = $100 \text{ m/min} \times 0,563 = 56,30 \text{ m/min}$
- Kecepatan Slewing = $0,7 \text{ rpm} \sim 252 \times 0,563 = 141,88 \text{ }^\circ/\text{min}$
- Kecepatan Trolleying = $58 \text{ m/min} \times 0,563 = 32,65 \text{ m/min}$
- Kecepatan Landing = $100 \text{ m/min} \times 0,563 = 56,30 \text{ m/min}$

Asumsi waktu muat dan bongkar:

Tabel 17. Data waktu muat dan bongkar

No	Item Pekerjaan	Muat	Bongkar
1	Pembesian	3,00	2,00
2	Bekisting	3,00	2,00
3	Pengecoran	7,00	5,00

Perhitungan Cycle Time

Perhitungan Waktu Tempuh Load (Tower La-Chiva Lantai 2 zona 1)

- Hoisting (mekanisme angkat)
 - Kecepatan (v) = 24,77 m/min
 - Tinggi (h) = 4,00 m
 - Tinggi Ekstra = 4 m
 - Waktu = $Dh/Vh = ((4+4))/24,77 = 0,174 \text{ menit}$
- Slewing (mekanisme putar)
 - Kecepatan (v) = 0,8rpm = 162,14 $^\circ/\text{menit}$
 - Sudut (α) = 168,39 $^\circ$
 - Waktu = $\alpha/Vr = 168,39/162,14 = 1,038 \text{ menit}$

- Trolley (mekanisme jalan trolley)
Kecepatan (v) = 16,89m/min
Jarak Trolley (Dt) = 13,78 m
Waktu = Dt/Vt
= $13,78/16,89 = 0,816$ menit
- Landing (mekanisme turun)
Kecepatan (v) = 24,77m/min
Jarak Landing = 4 meter
Waktu = Dv/Vv
= $4/24,77 = 0,161$
- Total Waktu = Hoisting + Slewing + Trolleying+ Landing
= $0,174 + 1,038 + 0,816 + 0,161$
= 2,338 menit

PERHITUNGAN WAKTU TEMPUH UNLOAD (TOWER LA-CHIVA LANTAI 2 ZONA 1)

- Hoisting (mekanisme angkat)
Kecepatan (v) = 49,54m/min
Jarak Hoisting (Dh) = 4 m
Waktu = Dh/Vh
= $4/49,54 = 0,081$ menit
- Slewing (mekanisme putar)
Kecepatan (v) = 0,8rpm
= 162,14 °/min
Sudut (α) = 168,39°
Waktu = α/Vr
= $168,39/162,14 = 1,038$ menit
- Trolley (mekanisme jalan trolley)
Kecepatan (v) = 32,65m/min
Jarak Trolley (Dt) = 13,78 m
Waktu = Dt/Vt
= $13,78/32,65 = 0,422$ menit
- Landing (mekanisme turun)
Kecepatan (v) = 49,54m/min
Tinggi (h) = 4,00 m
Tinggi Ekstra = 4 m
Waktu = Dh/Vh
= $((4+4))/49,55 = 0,161$ menit
- Total Waktu = Hoisting + Slewing + Trolleying + Landing
= $0,081 + 1,038 + 0,422 + 0,161$
= 1,703 menit

Perhitungan Total Waktu Siklus Pembesian

(Tower La-Chiva Lantai zona 1)

$$\begin{aligned} \text{Total waktu siklus} &= \text{waktu load} + \text{waktu angkat} + \text{waktu bongkar} + \text{waktu unload} \\ &= 3,000 + 2,338 + 2,000 + 1,703 \\ &= 9,041 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan rumus diatas didapat Rekapitulasi Cycle Time sebagai berikut:

Tabel 18. Rekapitulasi Cycle Time Item Pekerjaan Per-menit
Durasi Per- Item (menit)

No.	Item Pekerjaan	Durasi Per- Item (menit)		
		Potain MD205B	Potain MC175B	Zoomlion TC6520-10 E
1	Pembesian La-Chiva	35014,44	36341,40	33819,15

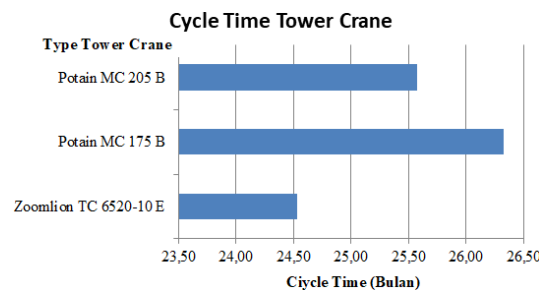
2	Pembesian Sandbridge	32850,37	33624,42	31041,51
3	Bekisting La-Chiva	45991,90	45991,90	41710,20
4	Bekisting Sandbridge	44530,89	46189,58	42490,50
5	Pengecoran La-Chiva	105139,81	108388,34	102434,92
6	Pengecoran Sandbridge	104651,54	108553,59	101789,80
Total		368178,95	379089,24	353286,08

Tabel 19. Persentase Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Persentase %		
		Potain MD205B	Potain MC175B	Zoomlion TC6520-10 E
1	Pembesian La-Chiva	18,81	19,05	19,00
2	Pembesian Sandbridge	18,05	17,85	17,71
3	Bekisting La-Chiva	24,71	24,11	23,44
4	Bekisting Sandbridge	24,46	24,52	24,24
5	Pengecoran La-Chiva	56,48	56,83	57,56
6	Pengecoran Sandbridge	57,49	57,63	58,06

Tabel 20. Perbandingan Durasi Pekerjaan

Durasi Per-Tipe			
Potain MD205B	Potain MC175B	Zoomlion TC6520-10 E	Satuan
18,81	19,05	19,00	Menit
18,05	17,85	17,71	Jam
24,71	24,11	23,44	Hari
24,46	24,52	24,24	Bulan



Gambar 5. Histogram Perbandingan Cycle Time Tower Crane (bulan)

Perhitungan Produktivitas

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

Dari perhitungan rumus diatas Rekapitulasi Produktivitas sebagai berikut:

Tabel 21. Produktivitas Potain MC 205 B

Item Pekerjaan	Produktivitas (m^3/jam)		
	m^3	jam	m^3/jam
(a)	(b)	(c)	(d)

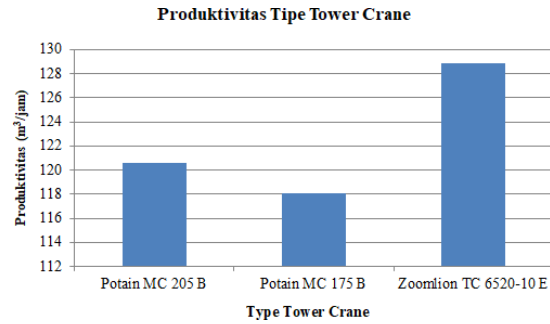
Pembesian La-Chiva	3291,62	583,57	5,64
Pembesian Sandbridge	3291,62	547,51	6,01
Bekisting La-Chiva	37895,39	766,53	49,44
Bekisting Sandbridge	37895,39	742,18	51,06
Pengecoran La-Chiva	7360,06	1752,33	4,20
Pengecoran Sandbridge	7360,06	1744,19	4,22
Rerata			120,57

Tabel 22. Produktivitas Potain MC 175 B

Item Pekerjaan	Produktivitas (m^3/jam)		
	m^3	jam	m^3/jam
(a)	(b)	(c)	(d)
Pembesian La-Chiva	3291,62	563,65	5,84
Pembesian Sandbridge	3291,62	517,36	6,36
Bekisting La-Chiva	37895,39	695,17	54,51
Bekisting Sandbridge	37895,39	708,17	53,51
Pengecoran La-Chiva	7360,06	1707,25	4,31
Pengecoran Sandbridge	7360,06	1696,50	4,34
Rerata			118,11

Tabel 23. Produktivitas Zoomlion TC 6520-10 E

Item Pekerjaan	Produktivitas (m^3/jam)		
	m^3	jam	m^3/jam
(a)	(b)	(c)	(d)
Pembesian La-Chiva	3291,62	605,69	5,43
Pembesian Sandbridge	3291,62	560,41	5,87
Bekisting La-Chiva	37895,39	766,53	49,44
Bekisting Sandbridge	37895,39	769,83	49,23
Pengecoran La-Chiva	7360,06	1806,47	4,07
Pengecoran Sandbridge	7360,06	1809,23	4,07
Rerata			128,88



Gambar 6. Histogram Perbandingan Produktivitas Tower Crane

Perhitungan Biaya Operasional

Tabel 24. Data Biaya Sewa Tower Crane

No.	Tipe Tower Crane	Biaya	Satuan
1	Potain MC 205 B	Rp. 66.625.000	/Bulan
2	Potain MC 175 B	Rp. 61.500.000	/Bulan
3	Zoomlion TC 6520-10 E	Rp. 71.750.000	/Bulan

Tabel 25. Data Biaya Existing Tower Crane

Item	Biaya	Satuan
Gaji Operator (2 orang)	Rp. 22.500.000	Bulan
Erection (s)	Rp. 37.000.000	Unit
Dismantling	Rp. 37.000.000	Unit
Sewa Section	Rp. 2.700.000	Unit/Bulan
Sewa Collar	Rp. 2.700.000	Unit/Bulan
Pasang Collar/Sabuk per Pcs	Rp. 2.700.000	Unit/Bulan
Jack Up Section	Rp. 2.700.000	Unit/Bulan
Jack Down Section	Rp. 2.700.000	Unit/Bulan
Mobilisasi Mast Section	Rp. 4.500.000	Unit
Demobilisasi Mast Section	Rp. 4.500.000	Unit
Harga Bio Solar	Rp. 6.800	Liter
Harga Pelumas	Rp. 32.000	Liter
Sewa Genset	Rp. 50.000.000	Bulan

Berdasarkan perhitungan data diatas didapat Rekapitulasi Biaya Operasional sebagai berikut:

Tower Crane POTAIN MC 205 B

Tabel 26. Perhitungan Biaya Potain MC 175 B

No	Item Pekerjaan	Harga (Rp)	Jumlah	Kuantiti	Total Biaya
1	Gaji Operator	11.250.000	2 Orang	25,57 bln	575.325.000
2	Sewa Alat	66.625.000	1 Unit	25,57 bln	1.703.601.000
3	Erection dan Dismantling	74.000.000	1 Unit	1 Unit	74.000.000
4	Mobilisasi dan Demobilisasi	9.000.000	1 Unit	1 Unit	9.000.000
5	BiayaKepemilikan+Sewa Genset	124.963.277	1 Unit	25,57 bln	3.195.311.000
6	Bahan Bakar	6.800	135 Ltr	25,57 bln	23.473.260
7	Pelumas	32.000	20 Ltr	25,57 bln	16.364.800
TOTAL					5.597.075.310

Tower Crane POTAIN MC 175 B

Tabel 27. Perhitungan Biaya Potain MC 175 B

No	Item Pekerjaan	Harga (Rp)	Jumlah	Kuantiti	Total Biaya
1	Gaji Operator	11.250.000	2 Orang	26,33 bln	592.425.000
2	Sewa Alat	61.500.000	1 Unit	26,33 bln	1.619.285.000
3	Erection dan Dismantling	74.000.000	1 Unit	1 Unit	74.000.000
4	Mobilisasi dan Demobilisasi	9.000.000	1 Unit	1 Unit	9.000.000
5	Biaya Kepemilikan ± Sewa Genset	126.618.268	1 Unit	25,57 bln	3.333.859.000
6	Bahan Bakar	6.800	135 Ltr	26,33 bln	23.473.260
7	Pelumas	32.000	20 Ltr	26,33 bln	16.364.800
Total					5.669.601.140

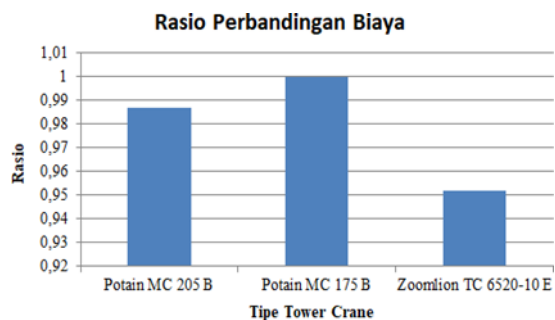
Tower Crane ZOOMLION TC 6520-10 E

Tabel 28. Perhitungan Biaya Zoomlion TC 6520-10 E

No	Item Pekerjaan	Harga (Rp)	Jumlah	Kuantiti	Total Biaya
1	Gaji Operator	11.250.000	2 Orang	24,53 bln	551.925.000
2	Sewa Alat	71.750.000	1 Unit	24,53 bln	1.760.027.000
3	Erection dan Dismantling	74.000.000	1 Unit	1 Unit	74.000.000
4	Mobilisasi dan Demobilisasi	9.000.000	1 Unit	1 Unit	9.000.000
5	Biaya Kepemilikan ± Sewa Genset	120.822.992	1 Unit	24,53 bln	2.965.788.000
6	Bahan Bakar	6.800	135 Ltr	24,53 bln	22.518.540
7	Pelumas	32.000	20 Ltr	24,53 bln	15.699.200
Total					5.398.389.240

Tabel 29. Rasio Perbandingan Biaya

Item Pekerjaan	Harga	Rasio
Potain MC 205 B	Rp. 5.597.075.310	0,987
Potain MC 175 B	Rp. 5.669.201.140	1,000
Zoomlion TC 6520-10 E	Rp. 5.398.389.240	0,952



Gambar 7. Histogram Rasio Perbandingan Biaya

Sehingga hasil Rekapitulasi Perbandingan Efisiensi Tower Crane sebagai berikut:

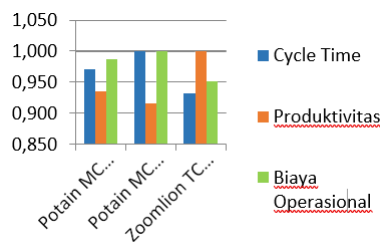
Tabel 30. Hasil Perbandingan Tipe Tower Crane

Type TC	Spesifikasi		CT (bln)	Prod m ³ /jam	B. Opr
	Panj. Jib (m)	Kap. Max (ton)			
Potain MC 205 B	50	3	25,57	120,57	Rp. 5.597.075.310
Potain MC 175 B	50	2,7	26,33	118,11	Rp. 5.669.201.140
Zoomlion TC 6520-10 E	50	3,6	24,53	128,88	Rp. 5.398.389.240

Tabel 30. menjelaskan dari ketiga tipe Tower Crane yang dimiliki oleh PT. Presisi memiliki panjang Jib yang sama yaitu 50 meter dengan kapasitas yang berbeda, dimana kapasitas terendah yaitu Potain MC 175 B sebesar 2,7 ton, lalu Potain MC 205 B sebesar 3 ton, dan kapasitas tertinggi yaitu Zoomlion TC 6520-10 E sebesar 3,6 ton. Nilai Cycle Time tertinggi yaitu Potain MC 175 B selama 26,33 bulan, Potain MC 205 B selama 25,57 bulan, dan Zoomlion TC 6520-10 E selama 24,53. Nilai Produktivitas terendah yaitu Potain MC 175 B sebesar 118,11 m³/jam, Potain MC 205 B sebesar 120,57 m³/jam, dan tertinggi yaitu Zoomlion TC 6520-10 E sebesar 128,88 m³/jam. Biaya operasional yang dibutuhkan pada tipe Potain MC 205 B sebesar Rp. 5.597.075.310, Potain MC 175 B sebesar Rp. 5.669.201.140, dan Zoomlion TC 6520-10 E sebesar Rp. 5.398.389.240.

Tabel 30. Hasil Perbandingan Rasio

No.	Type TC	Rasio		
		Cycle Time	Produktivitas	Biaya
1	Potain MC 205 B	0,971	0,936	0,987
2	Potain MC 175 B	1,000	0,916	1,000
3	Zoomlion TC 6520-10 E	0,932	1,000	0,952



Gambar 8. Histogram Hasil Perbandingan Tipe Tower Crane

Gambar 8. menjelaskan bahwa hasil Cycle Time terendah dimiliki tipe Zoomlion TC 6520-10 E dibandingkan tipe Potain MC 205 B dan Potain MC 175 B. Nilai Produktivitas tertinggi juga dimiliki tipe Zoomlion TC 6520-10 E dibandingkan tipe Potain MC 205 B dan Potain MC 175 B. Serta total Biaya Operasional yang terendah juga dimiliki oleh tipe Zoomlion TC 6520-10 E dibandingkan tipe Potain MC 205 B dan Potain MC 175 B.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisis perhitungan yang dilakukan pada salah satu penelitian alat berat Tower Crane yang dimiliki PT. Presisi pada di Proyek Apartment Westown View dapat disimpulkan Tipe Zoomlion TC 6520-10 E lebih efisien dipakai di proyek Apartment Westown

View, karena Zoomlion TC 6520-10 E memiliki kinerja alat yang baik serta dapat menyelesaikan pekerjaan lapangan dengan lebih cepat, hal ini juga dapat berpengaruh pada besarnya biaya operasional alat yang mana Zoomlion TC 6520-10 E memerlukan biaya yang lebih rendah dari tipe Potain MC 205 B dan Potain MC 175 B

Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan penelitian data yang dilakukan alat berat Tower Crane yang dimiliki PT. Presisi pada Proyek Apartment Westown View penulis menyarankan.

1. Pemilihan merek dan tipe tower crane ditiap proyek harus disesuaikan dengan kebutuhan lapangan dan biaya operasionalnya sehingga tidak terjadi pembengkakan biaya (cost overrun).
2. Memperhatikan rencana kerja tower crane ditiap harinya sehingga tower crane tidak diam, agar biaya operasional tidak melebihi dari rencana anggaran biaya yang sudah ditentukan.
3. Untuk penelitian selanjutnya perbandingan bisa ditambahkan perletakan tower crane pada perencanaan pembangunan gedung agar mendapatkan posisi yang lebih baik dalam pelaksanaan ditiap pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, S. D. dan Purwadi, D. 2017. *Analisis Produktivitas Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Gedung Tunjunagn Plaza 6 Surabaya*. Surabaya. Jurnal Teknik Sipil UNESA.
- Ahmad, Iqafdi. A. 2012. *Analisa Produktivitas Dan Biaya Operasional Tower Crane Pada Proyek Puncak Central Business District Surabaya*. Surabaya. Jurnal Teknik Sipil UNESA.
- Angelina Eva. 2019. *Analisis Penggunaan Tower Crane Berdasarkan Efektivitas Waktu, Produktivitas Dan Biaya Operasional Pada Proyek The Support To Development Of The Islamic Higher Edukasi*. Teknik Sipil. Politeknik Negeri Medan. Sumatra Utara. (skripsi).
- Anggaruci, Bima. B.Y. 2016. *Evaluasi Penempatan Tower Crane Pada Pembangunan Jember Icon*. Jember. Jurnal Teknik Sipil Universitas Jember.
- Crane Market. Spesifikasi Tower Crane. <https://cranemarket.com/specs>.
- Dipohusodo, Istimawan. 1995. *Manajemen Proyek Dan Konstruksi* Jilid 1. Yogyakarta. Kanisius.
- Ervianto. 2009. *Pengukuran Produktivitas Kelompok Pekerja Bangunan Dalam Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Gedung Bertingkat Di Surakarta)*. Yogyakarta. Jurnal Teknik Sipil Universitas Atmajaya.
- Jamato, Hari., Muhamad Aswanto., & Trijeti. 2015. *Perbandingan Penggunaan Tower Crane Dengan Mobile Crane Ditinjau Dari Efisiensi Waktu Dan Biaya Sebagai Alat Angkat Utama Pada Pembangunan Gedung*. Jakarta. Jurnal Teknik Sipil UMJ.
- Janizar, Syapril., Eko Rizky .S. 2021 *Analisis Penempatan Dan Penentuan Jumlah Tower Crane (TC)*. Garut. Jurnal Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti.
- Pranata, Andi A. 2020. *Analisis Pengoperasian Tower Crane Untuk Pekerjaan Pengecoran Struktur Kolom*. Malang. Jurnal Teknik Sipil Universitas Gunadarma.
- Pranata, A.P., Adi, T.J.W., & Putri, Y.E., 2012. *Perbandingan Produktivitas Static Tower Crane dan Mobile Crane dengan Modifikasi Posisi Titik Supply*. Surabaya. Jurnal Teknik Sipil ITS.
- PT. PP, Tim. 2018. *Manajemen Kontruksi Dan Manajemen Kontrak Modul 1*. Bandung. Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Pemukiman, Dan Infrastruktur Wilayah.
- Putra, Adia Ega. 2020. *Efisiensi Produksi Waktu Dan Biaya Alat Berat Tower Crane (Studi kasus pada Proyek Apartemen Yudhistira Tower)*. Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (skripsi).
- Pangestu, Riszki. A. 2021. *Analisis Penggunaan Tower Crane Untuk Pekerjaan Struktur Pada Proyek One Signature Gallery Surabaya*. Malang. Jurnal Teknik Sipil POLINEMA.

- Putra, Ilham Prakasa. 2017. *Perbandingan Biaya Dan Waktu Pemakaian Tower Crane Dan Mobile Crane Pada Proyek Pembangunan RSUD Syarifah Ambami Rato Ebu Bangkalan*. Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. (skripsi).
- Ridha, Muhammad., 2011. *Perbandingan Biaya Dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane Dan Mobile Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*. Surabaya. Jurnal Teknik Sipil ITS.
- Rochamanhadi, (1985), *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat – Alat Berat*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, S, F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi 2*. Jakarta. PT Rineka Cipta.
- Soeharto, Imam. 1997. *Manajemen Proyek Edisi kedua (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Jakarta. Erlangga.\
- Wicaksono, Ryan. 2018. *Pemilihan Free Standing Crane Berdasarkan Biaya Alat (Selection Of Free Standing Crane Based On Cranes Cost)*. Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (skripsi).
- Yurianingrum, Firmiazi. 2016. *Optimalisasi Penempatan Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Tunjungan Plaza 5 Surabaya*. Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. (skripsi).

