

ANALISIS PENGOPERASIAN *TOWER CRANE* UNTUK PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR KOLOM

ANALYSIS OF THE *TOWER CRANE* OPERATION FOR THE CASTING WORK OF THE COLUMN STRUCTURE

Andi Asnur Pranata M. H.
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma
andiforjournal@gmail.com

Abstrak

Tower Crane merupakan jenis *excavator* yang diberi suatu *attachment* yang berupa *boom*, dengan bantuan kabel baja kemudian digerakkan dengan generator. Penggunaan *tower crane* ini umumnya pada pekerjaan pembangunan gedung bertingkat. Masalah yang biasa dihadapi dalam pengoperasian *tower crane* adalah biaya pengoperasian yang cukup mahal baik biaya sewa maupun biaya operasional. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisis pengoperasian *tower crane* untuk pekerjaan pengecoran struktur kolom. Pada penulisan ini, penulis akan mencoba menghitung durasi penggunaan *tower crane* berdasarkan spesifikasi *tower crane*, jarak *tower crane* dari sumber tujuan, jarak tempuh, dan waktu siklus. Dengan memperkirakan durasi tersebut, maka diharapkan dapat memperkirakan waktu pengoperasian *tower crane* secara keseluruhan. Untuk penelitian ini akan fokus pada pekerjaan pengecoran struktur kolom untuk satu lantai dan untuk satu tipe kolom, dikarenakan keterbatasan waktu pengamatan dilapangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung dilapang, untuk mendapatkan data spesifikasi *tower crane*, data gambar denah kolom, dan waktu siklus untuk mendapatkan besaran waktu yang dibutuhkan untuk mengikat dan melepas, serta informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Berdasarkan hasil pembahasan, didapatkan untuk kebutuhan durasi pengoperasian *tower crane* pada pekerjaan pengecoran untuk tipe kolom K1 sebanyak 58 kolom, dapat diselesaikan dalam waktu 672,33 menit. Namun waktu tersebut tidak termasuk apabila terjadi beberapa kendala dalam pengoperasian *tower crane* selama di lapangan, seperti kendala cuaca buruk, bencana alam, kerusakan dan lain-lain yang dapat terjadi pada saat pelaksanaan di lapangan.

Kata Kunci : *Tower Crane*, Kolom, Pengecoran, Waktu Siklus, Waktu Tempuh

Abstract

The tower crane is a type of excavator that has an attachment namely a boom, with the help of steel cables, and it is moved by a generator. Generally, tower cranes are used in multi-storey building constructions. The most commonly problems faced in the tower crane operations are the operating costs are quite expensive, both its rent and operational costs. The purpose of this research is to analyze the tower crane operations for casting works of column structures. In this research, the researcher will try to calculate the duration of the tower crane use based on the tower crane's specifications, the tower crane's distance from the destination location, the distance time and the cycle time. By considering that duration, it is expected to be able to estimate the whole operating times of the tower crane. This research will only focus on the casting work of the column structure for one floor and for one type of a column, due to the limited time for field observations. The method used in this research is doing a direct observation in the field to obtain data of the tower crane's specifications, data of the column blueprint, and data of the cycle times to obtain the amount of time required to tie and remove, and the related information to this

research. Based on the discussion results, it is found that the required duration of the tower crane operation on the casting work for the K1 column types which are 58 columns, could be completed in 672.33 minutes. However, that time did not include the time when there are some obstacles in the tower crane operations in the field, such as bad weather, natural disasters, some damages and others that can occur during its implementation in the field.

Keywords: Tower Crane, Column, Casting, Cycle Time, Travel Time

PENDAHULUAN

Tower Crane merupakan jenis *excavator* yang diberi suatu *attachment* yang berupa *boom*, dengan bantuan kabel baja kemudian digerakkan dengan generator. Alat ini dapat mengangkat/memindahkan material dari elevasi rendah ke elevasi yang lebih tinggi demikian juga sebaliknya. Pada saat tertentu alat ini digunakan untuk memindahkan material dari truk ke barak kerja. Penggunaan *tower crane* ini umumnya pada pekerjaan pembangunan gedung bertingkat, namun pada proyek lainnya tidak tertutup kemungkinan untuk menggunakan *tower crane*. Penggunaan alat ini sangat dominan pada pekerjaan struktur, hal ini disebabkan material yang di angkat relatif berat dibanding dengan material *finishing* atau material mekanikal dan elektrikal.

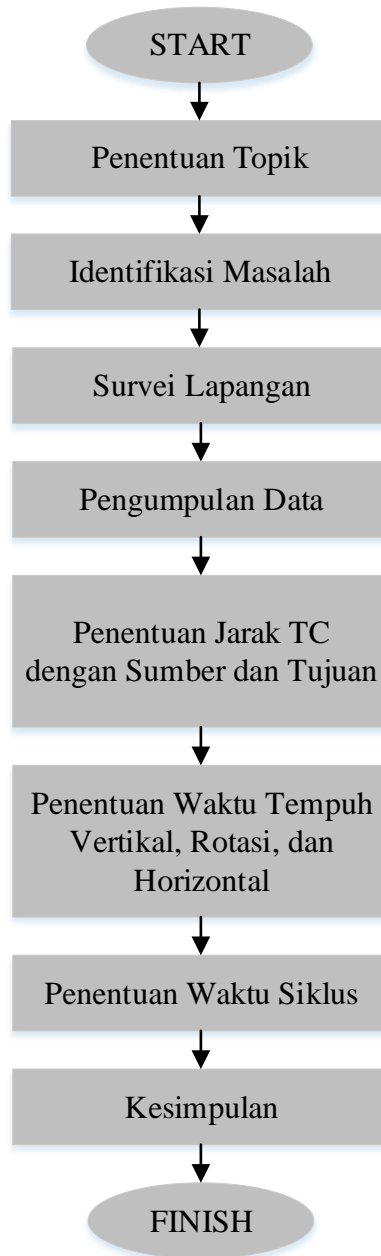
Masalah yang biasa dihadapi oleh kontraktor dalam pengoperasian *tower crane* adalah biaya pengoperasiannya yang cukup mahal baik biaya sewa maupun biaya operasional, dan juga efektivitas pengoperasian *tower crane* terhadap kinerja proyek. Hal ini dapat menyebabkan pemborosan biaya pada pengoperasian *tower crane* dan juga keterlambatan jalannya suatu proyek, maka perlu suatu perencanaan mengenai efektivitas pengoperasian *tower crane*.

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisis

pengoperasian *tower crane* untuk pekerjaan pengecoran struktur kolom. Pada penulisan ini, penulis akan mencoba menghitung durasi penggunaan *tower crane* berdasarkan spesifikasi *tower crane*, jarak *tower crane* dari sumber tujuan, jarak tempuh, dan waktu siklus. Dengan memperkirakan durasi pengoperasian *tower crane*, maka diharapkan dapat memperkirakan waktu pengoperasian *tower crane* secara keseluruhan. Untuk cara perhitungan setiap masing-masing item pekerjaan akan berbeda dan keterbatasan waktu pengamatan dilapangan, maka untuk penelitian ini akan fokus pada pengoperasian *tower crane* pada pekerjaan pengecoran struktur kolom untuk satu lantai dan untuk satu tipe kolom.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung dilapang, untuk mendapatkan data spesifikasi *tower crane*, data gambar denah kolom, dan waktu siklus untuk mendapatkan besaran waktu yang dibutuhkan untuk mengikat dan melepas, serta informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Untuk diagram alir atau tahapan dalam melakukan penelitian ini, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas *Tower Crane*

Secara umum produktivitas adalah produksi atau hasil kerja (*output*) dibagi dengan satuan kerja sumber daya manusia atau alat (*input*).

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

Produktivitas alat adalah hasil kerja dari sebuah alat persatuan waktu. Satuan produktivitas *tower crane* tergantung pada pekerjaan yang dilakukan. Produktivitas *tower crane* sangat dipengaruhi oleh siklus waktu. Waktu siklus adalah waktu tempuh yang diperlukan *tower crane* untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan bertikal

(*hoist*), horizontal (*trolley*), dan berputar (*swing*), dimana ketiga gerakan utama ini terdiri dari enam tahapan pekerjaan, yaitu mengikat, mengangkat, memutar, menurunkan, dan melepaskan sampai kembali lagi menuju lokasi awal. Waktu siklus meliputi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu variabel (*variable time*). Waktu tetap meliputi waktu mengikat dan melepas yang tergantung pada jenis material yang diangkat, untuk setiap pekerjaan memiliki waktu tetap yang berbeda, misalnya waktu untuk mengikat tulangan berbeda dengan waktu untuk mengikat bekisting. Waktu variabel tulangan pada jarak tempuh *tower crane* yaitu waktu tempuh vertikal tergantung tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung sudut putar, dan waktu tempuh horizontal tergantung pada jarak titik tujuan dari sumber.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tower Crane

Faktor – faktor yang mempengaruhi produktivitas alat *tower crane*, antara lain:

- a. Kondisi Alat
Produktivitas *tower crane* sangat dipengaruhi oleh umur alatnya. Apabila umur alat *tower crane* tersebut telah melebihi umurnya, maka produktivitasnya akan lebih rendah dari *tower crane* yang umurnya lebih baru. Agar *tower crane* tetap dalam kondisi yang baik, maka perlu dilakukan perawatan/pemeriksaan yaitu minimal sebulan sekali.
- b. Kondisi Lapangan
Kondisi lapangan juga merupakan salah satu yang sangat mempengaruhi produktivitas *tower crane*. Kondisi lapangan yang tidak baik akan menurunkan produktivitas suatu *tower crane*.
- c. Kondisi Manajemen
Kondisi manajemen juga akan sangat berpengaruh pada produktivitas *tower crane*. Apabila kondisi manajemen

dalam suatu proyek berjalan dengan baik dan teratur sesuai dengan perencanaan yang baik maka akan meningkatkan produktivitas *tower crane* selama proyek berlangsung. Namun apabila kondisi manajemen dalam suatu proyek tidak berjalan dengan baik dan teratur sesuai dengan perencanaan yang baik, maka akan menurunkan produktivitas *tower crane* selama proyek berlangsung.

- d. Kemampuan Operator
Kemampuan operator merupakan hal yang sangat penting terhadap pengoperasian *tower crane* agar pengoperasian *tower crane* berjalan dengan aman dan ekonomis, maka operator *tower crane* harus memiliki keahlian dalam mengoperasikan dan mengetahui mekanisme kerja *tower crane*. Pemilihan operator *tower crane* juga dipilih berdasarkan persyaratan-persyaratan yang berlaku dan operator *tower crane* juga harus memiliki Surat Izin Operator atau yang biasa lebih dikenal dengan sebutan SIO. Operator yang telah memiliki Surat Izin Operator (SIO) merupakan operator yang telah memiliki kemampuan yang teruji berdasarkan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Selama pengoperasian *tower crane* berlangsung, operator tidak diperbolehkan merokok, makan, membaca ataupun hal-hal yang dapat mengganggu konsentrasi operator selama pengoperasian *tower crane* berlangsung, sebab operator harus konsentrasi dengan baik agar dapat berkomunikasi dengan baik dengan mandor/pengarah yang berada di lapangan.

Perhitungan Waktu Pengoperasian Tower Crane

Untuk perhitungan waktu pengoperasian *tower crane* akan membutuhkan data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, manual *tower crane* yang digunakan, wawancara pada bagian yang bertanggung jawab dalam penggunaan alat berat, dan mencari literatur mengenai perhitungan waktu pengoperasian *tower crane*.

a. Spesifikasi *Tower Crane*

Tower crane yang digunakan pada studi kasus ini adalah merk Topkit FO/23B. Untuk spesifikasi dari *tower crane* merk Topkit FO/23B pada Tabel 1

b. Jarak *Tower Crane* dari Sumber ke Tujuan

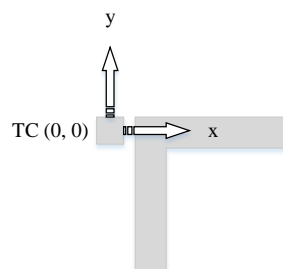
Penempatan *tower crane* pada proyek studi kasus ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Koordinat sumber pengangkatan campuran beton untuk pengecoran kolom dapat dilihat pada Gambar 4

Tabel 1. Spesifikasi *Tower Crane* merk Topkit FO/23B

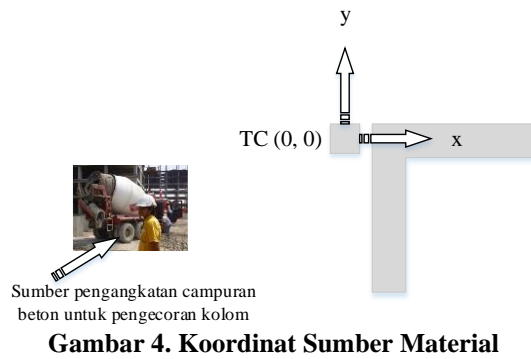
Jenis Tower Crane	Panjang jib (m)	Kec. Trolley (m/min)		Kec. Hoist (m/min)		Kec. Slewing (rpm)	
		Tercepat	Terlambat	Tercepat	Terlambat	Tercepat	Terlambat
TOPKIT FO/23B	50	57	20	80	40	0,7	0,7



Gambar 2. *Tower Crane* merk Topkit FO/23B



Gambar 3. Titik Pusat Koordinat



Koordinat tujuan disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan, yaitu koordinat pengecoran kolom. Dimensi kolom digunakan untuk menghitung volume dan berat campuran beton. Pada pekerjaan pengecoran, data tersebut akan digunakan untuk mengetahui berapa kali *tower crane*

akan mengangkat campuran beton untuk menyelesaikan setiap jenis kolom.

Ukuran *bucket* yang digunakan adalah 1 m³ dengan volume yang terisi sebanyak 0,8 m³. Untuk data kolom berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kolom

Tipe	Ukuran		Luas (m ²)	Jumlah (buah)
	b	h		
K1	0,40	0,80	0,32	58
K2	0,45	0,45	0,20	20

1) Jarak *Tower Crane* ke Sumber (D1)

Contoh perhitungan titik sumber:

X1 = Koordinat arah x dari TC ke Sumber = 23.500 mm

Y1 = Koordinat arah y dari TC ke Sumber = 12.240 mm

$$D1 = \sqrt{23.500^2 + 12.240^2} = 26.497 \text{ mm} = 2.650 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh Vertikal Angkat} &= \text{Total Angkut} \times \frac{\text{Jarak Tempuh Vertikal}}{\text{Kecepatan Hoist Terlambat}} \\ &= 135 \times \frac{4,80}{40} = 16,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

2) Jarak *Tower Crane* ke Tujuan (D2)

Contoh perhitungan titik tujuan K1 :

X2 = Koordinat arah x dari TC ke Tujuan = 18.300 mm

Y2 = Koordinat arah y dari TC ke Tujuan = 6.800 mm

$$D2 = \sqrt{38.300^2 + 6.800^2} = 38.899 \text{ mm} = 3.890 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh Vertikal Kembali} &= \text{Total Angkut} \times \frac{\text{Jarak Tempuh Vertikal}}{\text{Kecepatan Hoist Tercepat}} \\ &= 135 \times \frac{4,80}{80} = 8,1 \text{ menit} \end{aligned}$$

3) Luas Kolom

Perhitungan luas kolom :

Luas Kolom = K1 + K2

$$= (0,32 \times 58) + (0,20 \times 20)$$

$$= 18,56 + 4,00$$

$$= 22,56 \text{ m}^3$$

2) Jarak Tempuh Rotasi

Contoh perhitungan titik tujuan K1 :

$$\begin{aligned} D3 &= \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2} \\ &= \sqrt{(38.300 - 23.500)^2 + (6.800 - 12.240)^2} \\ &= 15,768 \text{ mm} = 1,577 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{D1^2 + D2^2 - D3^2}{2 \times D1 \times D2} \\ &= \frac{2.650^2 + 3.890^2 - 1.577^2}{2 \times 2.650 \times 3.890} \\ &= 0,954 \end{aligned}$$

c. Jarak Tempuh

1) Jarak Tempuh Vertikal

Contoh perhitungan titik tujuan K1 :

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Vertikal} &= \text{Ketinggian Lantai Tujuan} + \text{Tinggi Tambahan} \\ &= (0,00 - 0,00) + 4,80 \\ &= 4,80 \end{aligned} \quad \alpha = 1,26 \text{ radian}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh Rotasi Angkat} &= \frac{\alpha}{\text{Kecepatan Slewing Terlambat}} \times \text{Luas Kolom} \\ &= \frac{1,26}{0,7} \times 0,32 = 0,58 \text{ menit} \end{aligned}$$

Volume Total = Luas Kolom x Elevasi (L2 - L1)

$$= 22,56 \times (4,80 - 0,00)$$

$$= 108,29$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh Rotasi Kembali} &= \frac{\alpha}{\text{Kecepatan Slewing Tercepat}} \times \text{Luas Kolom} \\ &= \frac{1,26}{0,7} \times 0,32 = 0,58 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Total Angkut} = \frac{\text{Volume Total}}{\text{Kapasitas Bucket}}$$

$$= \frac{108,29}{0,8} = 135$$

3) Jarak Tempuh Horizontal

Contoh perhitungan titik tujuan K1 :

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Horizontal} &= |D1 - D2| \\ &= |2.650 - 3.890| \\ &= 1.240 \text{ cm} = 12.40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Horizontal Angkat} &= \frac{\text{Jarak Tempuh Horizontal}}{\text{Kecepatan Trolley Terlambat}} \times \text{Luas Kolom} \\ &= \frac{12,40}{20} \times 0,32 = 0,20 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Horizontal Kembali} &= \frac{\text{Jarak Tempuh Horizontal}}{\text{Kecepatan Trolley Tercepat}} \times \text{Luas Kolom} \\ &= \frac{12,40}{57} \times 0,32 = 0,07 \text{ menit} \end{aligned}$$

d. Waktu Siklus

Waktu siklus dihitung berdasarkan *Fixed Time* dan *Variable Time*. *Fixed Time* adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mengikat (T ikat) dan melepas (T lepas), yang didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan. *Variable Time* adalah waktu tempuh yang tergantung dari jarak sumber dan tujuan, terdiri dari waktu tempuh vertical, rotasi, dan horizontal. Untuk rata-rata waktu ikat dan lepas dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Rata-Rata Waktu Ikat dan Lepas

<i>Fixed Time</i>	Waktu Ikat (T Ikat)		Waktu Lepas (T Lepas)	
	menit	detik	menit	detik
Pengecoran Kolom	1	10	1	35

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus Angkat} &= \text{Waktu Vertikal Angkat} + \left[\left(\frac{\text{Total Waktu Rotasi Angkat}}{\text{Vol. Bucket}} \right) + \left(\frac{\text{Total Waktu Horizontal Angkat}}{\text{Vol. Bucket}} \right) \right] \times (\text{Elevasi L2} - \text{L1}) \\ &= 16,2 + \left[\left(\frac{33,64}{0,8} \right) + \left(\frac{11,60}{0,8} \right) \right] \times (4,88 - 0,00) \\ &= 292,16 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus Kembali} &= \text{Waktu Vertikal Kembali} + \left[\left(\frac{\text{Total Waktu Rotasi Kembali}}{\text{Vol. Bucket}} \right) + \left(\frac{\text{Total Waktu Horizontal Kembali}}{\text{Vol. Bucket}} \right) \right] \times (\text{Elevasi L2} - \text{L1}) \\ &= 8,1 + \left[\left(\frac{33,64}{0,8} \right) + \left(\frac{4,06}{0,8} \right) \right] \times (4,88 - 0,00) \\ &= 238,07 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus Total} &= \text{Waktu Siklus Angkat} + \text{Waktu Siklus Kembali} + [(T \text{ Ikat} + T \text{ Lepas}) \times \text{Total Angkut K1}] \\ &= 292,16 + 238,07 + [(1,10 + 1,35) \times 58] \\ &= 672,33 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan durasi penggunaan *tower crane* untuk pekerjaan pengecoran kolom K1, maka kita dapat menghitung pekerjaan pengecoran kolom K2 dengan cara yang sama.

Dari hasil perhitungan mengenai durasi pengoperasian *tower crane* untuk pekerjaan pengecoran kolom K1, maka dapat diperkirakan untuk durasi pengoperasian *tower crane* pada pekerjaan tersebut.

Namun hasil perhitungan tersebut tidak dapat dijadikan suatu kepastian yang tepat, hanya saja dapat dijadikan sebagai perhitungan kotor mengenai durasi untuk pekerjaan

pengecoran kolom K1 sebanyak 58 kolom yang dapat diselesaikan dalam waktu 672,33 menit. Hal tersebut juga tidak termasuk apabila terjadi kendala, seperti cuaca buruk, bencana alam, kerusakan, dan lain-lain yang dapat terjadi saat di lapangan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, didapatkan untuk kebutuhan durasi pengoperasian *tower crane* pada pekerjaan pengecoran untuk tipe kolom K1 dengan sebanyak 58 kolom, dapat diselesaikan dalam waktu 672,33 menit. Namun waktu tersebut

tidak termasuk apabila terjadi beberapa kendala dalam pengoperasian *tower crane* selama di lapangan, seperti kendala cuaca buruk, bencana alam, kerusakan dan lain-lain yang dapat terjadi pada saat pelaksanaan di lapangan.

Penulis memberikan saran, untuk penelitian berikutnya dapat melakukan penelitian pada keseluruhan pekerjaan yaitu pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, dan pekerjaan pengecoran untuk kolom, balok, dan plat secara menyeluruh. Selain itu, penulis juga berharap akan ada penelitian mengenai pengoperasian jenis-jenis *tower crane* lain dan untuk proyek yang lain di Indonesia.

DAFTAR PSUTAKA

- Gultom, F., 2001. Pengaruh Penerapan Manajemen Peralatan *Static Base Hammer Head* Terhadap Kinerja Waktu Pelaksanaan Proyek Kosntruksi Bangunan Bertingkat Di Jabotabek. Universitas Indonesia, Depok.
- Hartawan, Harry. 1999. Perencanaan dan Pengendalian Proyek. Jakarta: Penerbit ISTN.
- Jinlong Europe, 2009. *Tower Crane Concise Manual*. Euri – 0.1 – Eng, Europe UK & Ireland.
- Peurifoy, Robert, L., William B. Ledbetter, Clifford J. Shexnayder, Djoko Martono, 1988. Perencanaan Peralatan dan Metode Kosntruksi. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Rochmanhadi. 1989. Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Jakarta : YBPPU.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2002. Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Saga Hayyu. 2009. Perhitungan Pondasi Tower Crane. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 2003. Diktat Pemindahan Tanah Mekanis. Teknik Sipil Universitas Gunadarma, Depok.
- Zacky Ahmadi, 2009. Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Apartemen Kebagusan City. Universitas Gunadarma, Depok.