

PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS *LUFFING CRANE* DENGAN *HAMMER HEAD CRANE* PADA PROYEK *HIGH RISE BUILDING* STUDI KASUS: MENARA ASTRA PROJECT, JAKARTA

Putri Lokita Purnama Citra, Glorio Sihkawekas, Arif Hidayat^{*)}, Rudi Yuniarto^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi berpengaruh pada meningkatnya pembangunan high rise building di kota besar khususnya Jakarta. Dalam pelaksanaannya, pembangunan high rise building memerlukan bantuan alat berat salah satunya adalah tower crane. Tower crane yang banyak digunakan adalah jenis horisontal jib yaitu hammer head crane. Namun dengan semakin meningkatnya pembangunan high rise building, ruang gerak dari hammer head crane menjadi terbatas, sehingga dibutuhkan tower crane jenis lain yang dapat bekerja secara optimal pada ruang gerak yang terbatas yaitu tower crane jenis luffing jib crane. Sebagai pertimbangan dalam menetapkan pemilihan jenis tower crane yang akan digunakan, diperlukan analisis produktivitas alat untuk membandingkan efisiensi dari hammer head crane dengan luffing crane. Dalam tugas akhir ini dilakukan kajian produktivitas alat pada pekerjaan kolom, balok dan plat. Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, didapat produktivitas dari hammer head crane 13% lebih tinggi pada pekerjaan kolom dan 65% lebih tinggi pada pekerjaan balok dan plat lantai dibandingkan dengan luffing crane. Dengan catatan pada proses perpindahan horisontal, luffing crane lebih efektif daripada hammer head crane. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada kondisi dimana hammer head crane masih dapat digunakan meskipun dengan ruang gerak yang terbatas, produktivitasnya masih lebih tinggi daripada luffing crane yang beroperasi pada kondisi yang sama. Sedangkan luffing crane digunakan pada lokasi dimana hammer head crane sama sekali tidak dapat beroperasi.

kata kunci : produktivitas, high rise building, hammer head crane, luffing crane

ABSTRACT

The economic growth has contributed to the increasing number of high rise building construction mostly in big city especially Jakarta. In practice, the construction of high rise building project is aided by heavy equipment that is hammer head crane which is known as one of tower crane type. However, with the increasing number of high rise building construction, the hammer head crane space that usually be used in high rise building project is limited, hence, another type of tower crane called luffing crane that can be working optimally in the limited space is needed as the alternative for hammer head crane. For the consideration in choosing the type of which tower crane that should be used in the project, it requires the productivity analysis that is related to the equipment efficiency for

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

each column, slab and beam works. From the research that has been conducted, it shows that the hammer head crane productivity is 13% higher for column work and 65% higher for slab and beam works than luffing crane's. With a note that in horizontal movement, luffing crane is excel more than hammer head crane. So overall, it can be concluded that in a condition where hammer head crane still can be operated in a limited space, its productivity is still higher than luffing crane productivity that operated in the same condition and surrounded. While luffing crane is used if hammer head crane is utterly can not be operated.

keywords: *productivity, high rise building, hammer head crane, luffing crane*

PENDAHULUAN

Perencanaan pembangunan gedung bertingkat tidak terlepas dari pemilihan peralatan konstruksi yang nantinya akan menunjang proses pekerjaan di lapangan, untuk itu diperlukan ketepatan dan kecermatan selama proses perencanaan. Salah satu peralatan yang paling dominan digunakan dalam proses pekerjaan konstruksi bangunan bertingkat adalah *tower crane*. Jenis *tower crane* yang umum digunakan pada gedung bertingkat adalah *Hammer Head Crane*. Namun dengan meningkatnya pembangunan gedung di kota-kota besar khususnya Jakarta membuat ruang gerak untuk *Hammer Head Crane* ini menjadi sangat terbatas bahkan tidak memungkinkan untuk bergerak karena terhalang oleh gedung-gedung di sekitarnya yang terlebih dahulu dibangun. Sehingga dibutuhkan alat bantu untuk proyek *High Rise Building* yang mampu bekerja secara optimal pada ruang gerak yang sempit atau lahan yang terbatas untuk meminimalisir waktu produksi.

Berdasarkan kondisi di atas maka dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang timbul sebagai berikut:

1. Tingginya permintaan fasilitas penunjang perekonomian seperti perkantoran, rumah sakit, pusat perbelanjaan, maupun hunian serta fasilitas penunjang lainnya menyebabkan keterbatasan lahan di kota besar khususnya Jakarta.
2. Sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan, pembangunan high rise building pun semakin meningkat.
3. Keterbatasan lahan membatasi ruang gerak dari *Hammer Head Crane* sehingga dibutuhkan alat bantu untuk pembangunan *High Rise Building* yang dapat bekerja secara optimal pada ruang yang sempit atau lahan yang terbatas

Maksud dari penulisan tugas akhir ini antara lain adalah untuk membandingkan produktivitas *luffing crane* dengan *hammer head crane* pada pembangunan proyek *high rise building*.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Membandingkan waktu yang dibutuhkan antara *luffing crane* dengan *hammer head crane* pada proses pemindahan material.
2. Membandingkan produktivitas pekerjaan antara *luffing crane* dengan *hammer head crane*.

KARAKTERISTIK HORIZONTAL JIB DAN LUFFING JIB CRANE

Berdasarkan jenis *jib*-nya *tower crane* dibedakan menjadi *horizontal jib* dan *luffing jib crane* atau biasa disebut *luffing crane*. *Horizontal jib crane* merupakan *tower crane* yang memiliki *jib horizontal* dengan sudut 90° terhadap *mast section*. *Horizontal jib* terdiri dari *hammer head crane* dan *flat head crane* yang perbedaannya terletak pada keberadaan kantilever di atas *jib*. Sedangkan *luffing crane* merupakan *tower crane* yang memiliki *jib* yang dapat digerakan secara vertikal dengan sudut kemiringan antara 15° - 85° terhadap *mast section*.



a. Hammer head crane

b. Flat head crane

c. Luffing crane

Gambar 1. Jenis-Jenis Tower Crane

Karakteristik yang membedakan *horizontal jib* dalam hal ini *hammer head crane* dengan *luffing crane* adalah keberadaan troli pada *hammer head crane* yang dapat bergerak maju/mundur untuk melakukan perpindahan horizontal dan posisi *jib* tetap yaitu sebesar 90° terhadap *mast section*. Sedangkan pada *luffing crane*, troli dimanipulasi dengan pengaturan sudut angkat *jib* untuk melakukan perpindahan horizontal sehingga *jib* dapat digerakan dengan sudut 15° - 85° terhadap *mast section*.

PRODUKTIVITAS TOWER CRANE

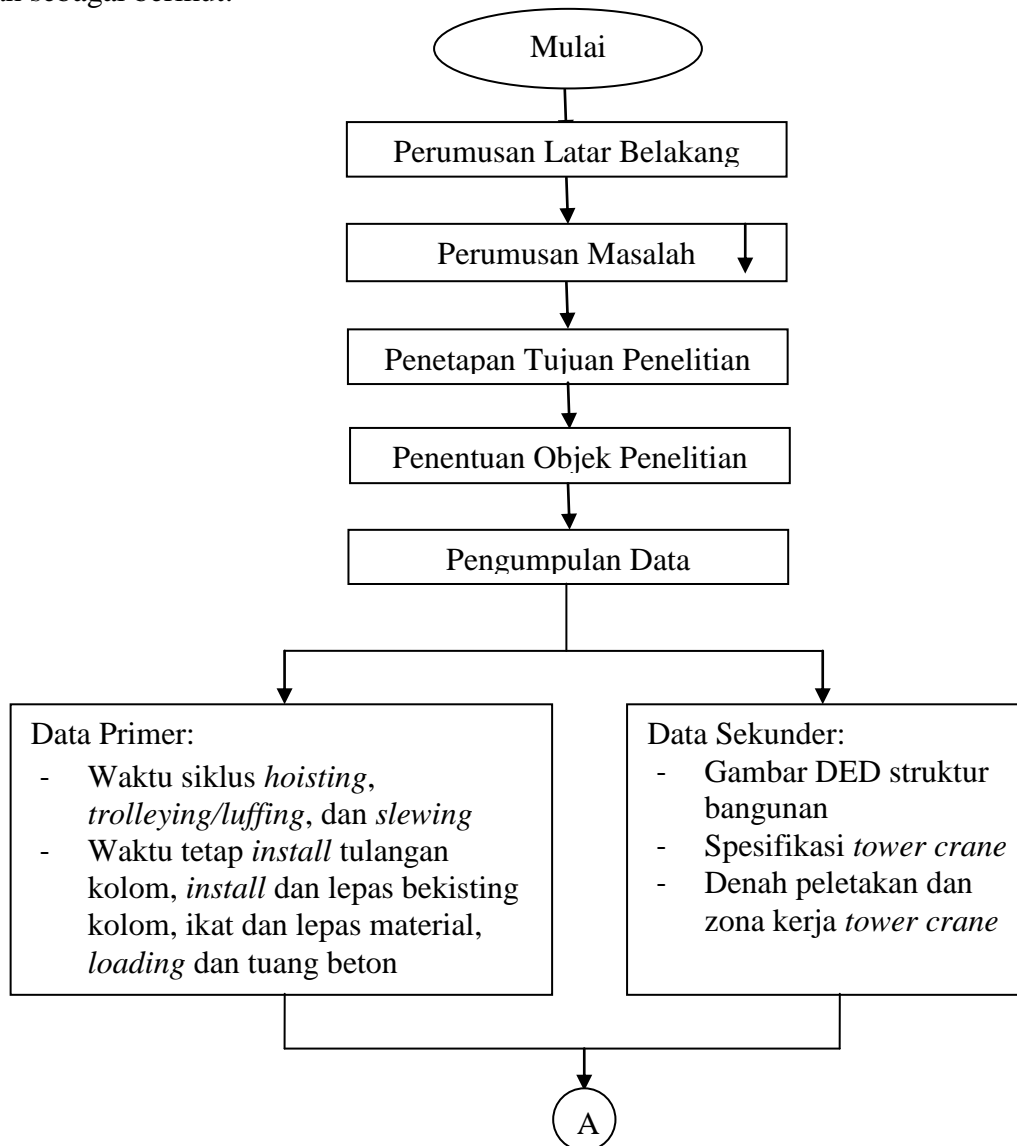
Satuan produktivitas *tower crane* tergantung pada pekerjaan yang dilakukan. Produktivitas sangat dipengaruhi oleh waktu siklus. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan tower crane untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan vertikal (*hoist*), horisontal (*trolley*), dan berputar (*slewing*), dimana ketiga gerakan utama ini terdiri dari enam tahapan pekerjaan yaitu mengikat material, mengangkat, memutar, menurunkan, dan melepas material sampai kembali lagi ke lokasi persediaan material. Waktu siklus meliputi waktu tetap (*fix time*), dan waktu variabel (*variable time*). Waktu tetap merupakan waktu mengikat dan melepas material yang tergantung pada jenis material yang diangkat, untuk setiap pekerjaan memiliki waktu yang berbeda misalnya waktu untuk mengikat tulangan berbeda dengan waktu untuk mengikat bekisting. Waktu variabel tergantung pada jarak tempuh *tower crane* yaitu waktu tempuh vertikal tergantung tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung pada sudut putar, dan waktu horisontal tergantung pada jarak titik tujuan dari sumber material.

FAKTOR-FAKTOR PENGARUH PRODUKTIVITAS

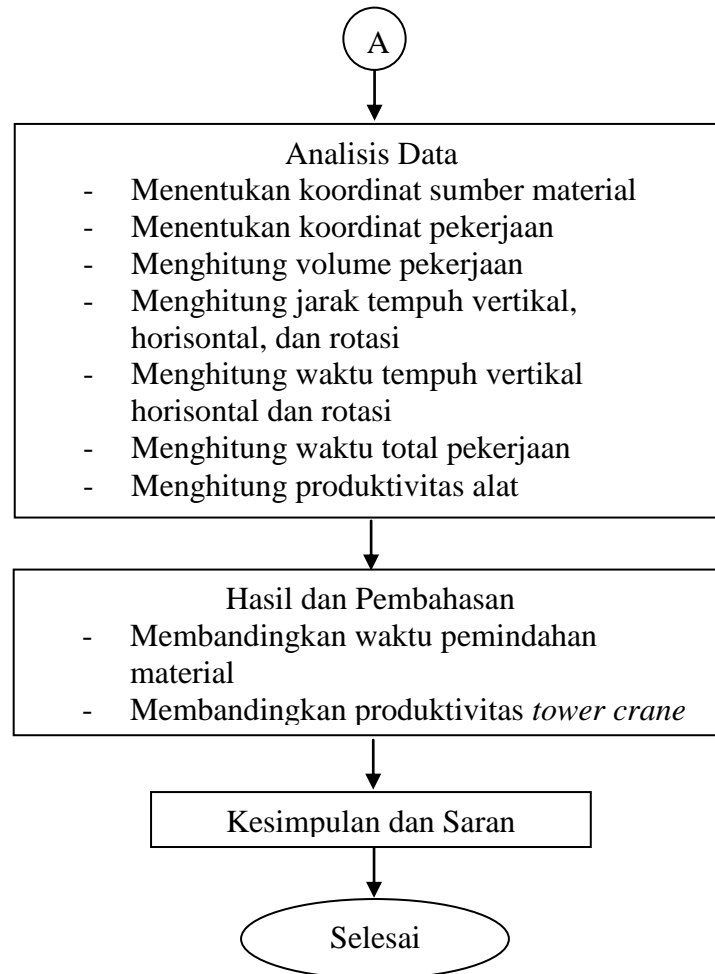
Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *tower crane* di antaranya adalah kondisi lapangan, kondisi alat, faktor manajemen dan kemampuan operator. Dalam penelitian ini kondisi alat serta kemampuan operator dianggap normal sehingga tidak mempengaruhi data yang diambil saat pengamatan di lapangan. Sedangkan kondisi lapangan yang berupa gedung-gedung tinggi di sekitar proyek, cuaca buruk, beban material yang di angkat, serta faktor manajemen yang meliputi tata letak *tower crane* dan penempatan material dianggap mempengaruhi data hasil pengamatan di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dalam tugas akhir ini bersifat eksploratif dan dengan taraf analitik serta menggunakan pendekatan kuantitatif. Diagram alir dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian (lanjutan)

Studi Kasus dan Objek Penelitian

Studi kasus dilakukan pada proyek *high rise building* yang menggunakan dua jenis *tower crane* yang berbeda pada satu lokasi yaitu Proyek Pembangunan Menara Astra Jakarta. Studi kasus tersebut dilakukan untuk memperoleh data primer dan data sekunder yang akan digunakan untuk analisis dan perhitungan. Objek penelitian yang diamati adalah pekerjaan struktur yang dibantu oleh *tower crane* yang meliputi pekerjaan pengangkatan tulangan, bekisting, serta pengecoran pada kolom dan pekerjaan pengangkatan tulangan dan bekisting pada plat dan balok. Wilayah pekerjaan struktur pada proyek Menara Astra Jakarta yang diamati di lapangan dibagi menjadi zona 1 dan zona 2, dimana masing-masing zona dibantu oleh satu *tower crane*. *Hammer head crane* untuk zona 1 dan *luffing crane* untuk zona 2. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh waktu siklus *hoisting*, *trolleying/luffing* dan *slewing* masing-masing alat untuk tiap pekerjaan pada zona-nya. Meskipun demikian, pada analisis perhitungan tiap *tower crane* diasumsikan melakukan pekerjaan pada kedua zona tersebut untuk kemudian dibandingkan produktivitasnya.

DATA HASIL PENGAMATAN

Dari hasil pengamatan langsung di lapangan didapat:

Tabel 1. Waktu Siklus *Hammer Head Crane*

Pekerjaan	Waktu Siklus		
	<i>Hoisting</i> (m/menit)	<i>Slewing</i> (derajat/menit)	<i>Trolleying</i> (m/menit)
Bekisting Kolom	15.835	154.191	27.383
Tulangan Kolom	14.910	157.692	25.658
Bekisting Plat dan Balok	12.774	157.281	25.275
Tulangan Plat dan Balok	14.958	150.298	25.193
Pengecoran Kolom	16.896	167.939	25.611
Rata-Rata	15.075	157.480	25.824

Keterangan: data diatas adalah hasil pengamatan dari hammer head crane di proyek pada pekerjaan di zona 1

Tabel 2. Waktu Siklus *Luffing Crane*

Pekerjaan	Waktu Siklus		
	<i>Hoisting</i> (m/menit)	<i>Slewing</i> (derajat/menit)	<i>Luffing</i> (derajat/menit)
Bekisting Kolom	12.767	111.689	59.091
Tulangan Kolom	12.138	115.263	65.894
Bekisting Plat dan Balok	11.649	109.668	64.760
Tulangan Plat dan Balok	11.020	113.174	73.197
Pengecoran Kolom	11.240	110.247	65.390
Rata-Rata	11.763	112.008	65.666

Keterangan: data diatas adalah hasil pengamatan dari luffing crane diproyek pada pekerjaan di zona 2

Tabel 3. Waktu Siklus *Luffing Crane*

Pekerjaan	Waktu Siklus					
	Pasang* (menit)	Bongkar* (menit)	Ikat (menit)	Lepas (menit)	<i>Loading</i> (menit)	<i>Pouring</i> (menit)
Bekisting Kolom	15	10	0.325	0.225	-	-
Tulangan Kolom	45	-	0.680	0.485	-	-
Bekisting Plat dan Balok	-	-	0.572	0.403	-	-
Tulangan Plat dan Balok	-	-	0.622	0.690	-	-
Pengecoran Kolom	-	-	-	-	1.882	4.878
Rata-Rata	-	-	0.550	0.451	1.882	4.878

Keterangan: waktu pasang dan bongkar bekisting diperoleh dari data sub-kontraktor bekisting dan waktu pasang tulangan kolom di peroleh dari data team leader tulangan

ANALISA DAN PERHITUNGAN

Penentuan Koordinat *Tower Crane*

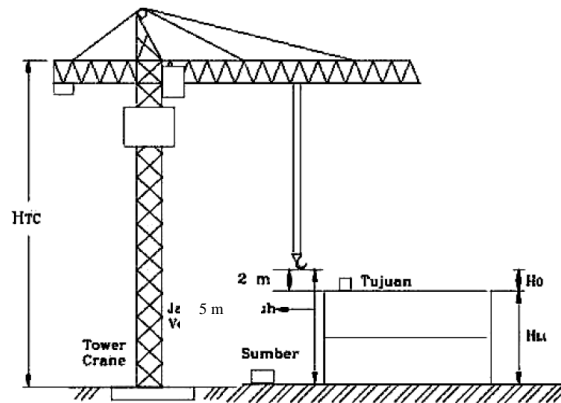
Untuk menentukan koordinat *tower crane* digunakan garis bantu dengan ukuran 1 x 1 meter yang mengacu pada kordinat X0;Y11 bangunan. Dari garis bantu tersebut maka

dapat diketahui koordinat *tower crane* dan koordinat tower crane tersebut di jadikan kordinat X0;Y0 untuk menentukan kordinat pekerjaan.

Perhitungan Jarak Tempuh

Jarak Tempuh Vertikal (Dv)

Jarak tempuh vertikal adalah jarak vertikal total yang ditempuh *hook* untuk memindahkan material dari sumber ke tujuan pekerjaan sampai kembali ke tempat semula. Untuk menghitung jarak tempuh vertikal dibutuhkan data elevasi sumber material, elvasi tujuan pekerjaan serta tinggi tambahan yang ditetapkan sebesar 5 meter.



Gambar 3. Jarak Tempuh Vertikal

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$Dv = Dva + Dvk$, dimana

$Dva = Dvk = Zlt + Ho$, sehingga

$Dv = 2 \times (Zlt + Ho)$ (1)

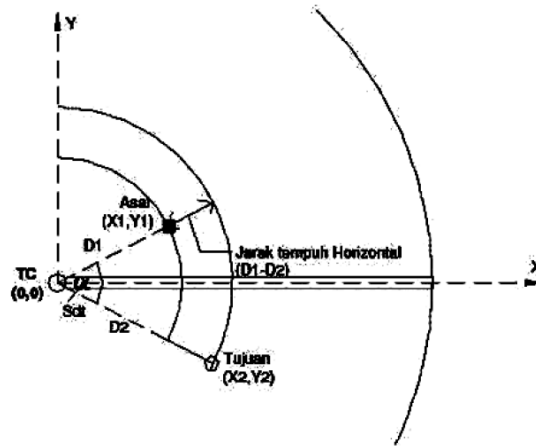
dimana:

- Dv = Jarak tempuh vertikal (meter)
- Dva = Jarak tempuh vertikal angkat (meter)
- Dvk = Jarak tempuh vertikal kembali (meter)
- Zlt = Elevasi tujuan pengakatan (m)
- Ho = Tinggi tambahan ditetapkan sebesar 5 meter

Jarak Tempuh Horisontal (Dh)

a. *Hammer Head Crane*

Pada *hammer head crane*, perpindahan horisontal dapat dicari dengan menghitung selisih jarak horisontal antara sumber material dengan lokasi tujuan pekerjaan.



Gambar 4. Jarak Tempuh Horizontal

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$Dh = Dha + Dhk$, dimana

$Dha = Dhk = |D1 - D2|$, sehingga

$$Dh = 2 \times |D1 - D2| \dots\dots\dots (2)$$

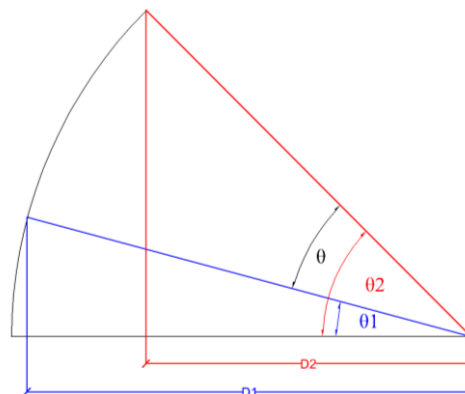
$$D1 = \sqrt{X1^2 + Y1^2} \quad D2 = \sqrt{X2^2 + Y2^2}$$

dimana:

- Dh = Jarak tempuh horizontal (meter)
- Dha = Jarak tempuh horizontal ambil (meter)
- Dhk = Jarak tempuh horizontal kembali (meter)
- $D1$ = Jarak sumber material terhadap TC (meter)
- $D2$ = Jarak tujuan pekerjaan terhadap TC (meter)
- $X1; Y1$ = Kordinat sumber material
- $X2; Y2$ = Kordinat tujuan pekerjaan

b. *Luffing Crane*

Pada *luffing crane*, perpindahan horisontal dapat dicari dengan menghitung selisih jarak horisontal antara sumber material dengan lokasi tujuan pekerjaan kemudian dari jarak tersebut di konversi menjadi sudut *luffing*.



Gambar 5. Sudut Tempuh *Luffing*

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\theta = 2 \times \theta_1 - \theta_2$$

$$\theta = 2x \left| \cos^{-1} \frac{D_1}{R} - \cos^{-1} \frac{D_2}{R} \right| \dots \dots \dots (3)$$

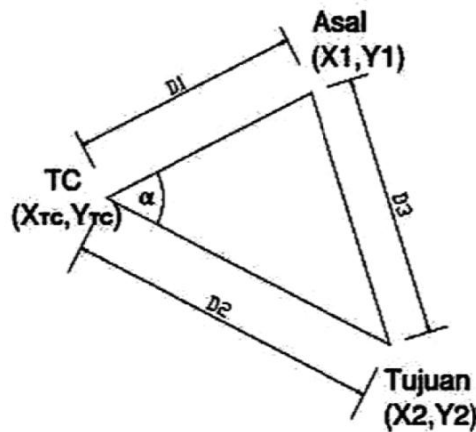
dimana:

θ = Sudut *luffing* (derajat)

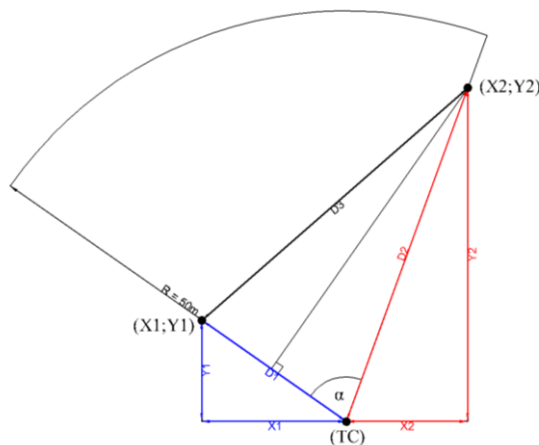
R = Radius *luffing crane* (50 meter)

Jarak Tempuh Rotasi (*Dr*)

Jarak tempuh rotasi adalah sudut yang dibentuk oleh *tower crane* saat memindahkan material dari sumber ke tujuan pekerjaan sampai kembali ke tempat semula. Untuk menghitung jarak tempuh rotasi dibutuhkan data koordinat sumber material dan koordinat tujuan pekerjaan. Dengan menggunakan koordinat tersebut maka dapat dihitung jarak dari sumber material terhadap tujuan pekerjaan (*D3*) yang nanti akan digunakan untuk menghitung sudut yang terbentuk.



Gambar 6. Jarak Antara Sumber Material terhadap Tujuan Pekerjaan *D3*



Gambar 7. Sudut yang Terbentuk Antara Sumber Material dengan Tujuan Pekerjaan

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D3 = \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2}$$

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

$$\alpha = 2 \times \cos^{-1} \alpha \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

D3 = Jarak sumber material terhadap tujuan pekerjaan

α = Sudut Rotasi

Perhitungan Waktu Tempuh

Waktu Tempuh Vertikal (Tv)

$$Tv = \frac{Dv}{VH} \dots \dots \dots (5)$$

dimana:

Tv = Waktu tempuh vertikal (min)

Dv = Jarak tempuh vertikal (meter)

V_H = Kecepatan hoisting *tower crane* (m/min)

Waktu Tempuh Horisontal (Th)

a. Hammer Head Crane

$$Th = \frac{Dh}{VT} \dots \dots \dots (6)$$

b. Luffing Crane

$$Th = \frac{\theta}{VL} \dots \dots \dots (7)$$

dimana:

Th = Waktu tempuh horisontal (min)

Dh = Jarak tempuh horisontal (meter)

V_T = Kecepatan *trolleying tower crane* (m/min)

θ = Sudut *luffing* (degree)

V_L = Kecepatan *luffing* (degree/min)

Waktu Tempuh Rotasi (Tr)

$$Tr = \frac{Dr}{VR} \dots \dots \dots (8)$$

dimana:

Tr = Waktu tempuh rotasi (min)

Dr = Jarak tempuh rotasi (degree)

V_R = Kecepatan *slewing tower crane* (degree/min)

Perhitungan Produktivitas Alat

Produktivitas alat pada pekerjaan kolom maupun pekerjaan plat dan balok dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{V_{\text{total}}}{T_{\text{total}}} \dots\dots\dots(9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan maka didapat kan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Kecepatan Alat dalam Pengangkatan Material pada Pekerjaan Kolom

	<i>Luffing Crane</i> Zoomlion L250-20	<i>Hammer Head Crane</i> Zoomlion TC7035B-16
Hoisting (jam)	1586.382	1232.546
Trolleying / Luffing (jam)	22.196	43.216
Slewing (jam)	96.829	63.797

Tabel 5. Perbandingan Kecepatan Alat dalam Pengangkatan Material pada Pekerjaan plat dan Balok

	<i>Luffing Crane</i> Zoomlion L250-20	<i>Hammer Head Crane</i> Zoomlion TC7035B-16
Hoisting (jam)	522.216	307.561
Trolleying / Luffing (jam)	6.188	9.335
Slewing (jam)	46.982	26.881

Tabel 6. Perbandingan Produktivitas Alat pada Pekerjaan Kolom serta Plat dan Balok

	<i>Luffing Crane</i> Zoomlion L250-20	<i>Hammer Head Crane</i> Zoomlion TC7035B-16
Pekerjaan Kolom (m ³ /jam)	1.721	1.954
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai (m ² /jam)	20.006	33.086

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas *hammer head crane* lebih baik 13.54% pada pekerjaan kolom dan 65.38% pada pekerjaan balok dan plat lantai dibandingkan dengan *luffing crane*. Pada kondisi dimana *hammer head crane* masih dapat beroperasi pada ruang gerak yang terbatas dan lingkup pekerjaan yang sama seperti *luffing crane*, waktu total pekerjaan dan produktivitas *hammer head crane* masih lebih baik daripada *luffing crane*. Khusus untuk perpindahan horisontal baik pada pekerjaan kolom maupun balok dan plat lantai, waktu *luffing* lebih singkat dibandingkan dengan waktu *trolleying*.

SARAN

Produktivitas *hammer head crane* masih lebih tinggi dibandingkan dengan *luffing crane* pada kondisi lokasi dengan hambatan yang sama sehingga *luffing crane* lebih efektif digunakan pada lokasi dimana *hammer head crane* tidak dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Emsley, Margaret Winisley, 2001. *A Model to Optimize Single Tower Crane Location Within A Construction Site*, Loughborough University Institutional Repository, Leicestershire.
- Gransberg, Douglas, dkk, 2006. *Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners*, CRC Press, Boca Raton.
- Gray, Colin and James Little, 1985. *Construction Management and Economics*, Routledge-Taylor and Francis Group, United Kingdom.
- Havers, John A. dan Frank W. Stubbs JR, 1971. *Handbook of Heavy Construction*, McGraw-Hill, New York.
- Moleong, Lexy J., 2005. *Metode Kualitatif*, PT. Remaja Rosda Karya, Bandung.
- Nunally, S.W., 1997. *Construction Methods dan Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- Peurifoy, Robert L., dkk, 2006. *Construction Planning, Equipment, and Methods*, McGraw-Hill, New York.
- Ritz, George J., 1993. *Total Construction Management*, McGraw-Hill, New York.
- Rochmanhadi, 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, YBPPU, Jakarta.
- Saphiro, Lawrence dan Jay P. Saphiro, 2010. *Crane and Derricks*, McGraw-Hill Education, Lynbrook.
- Skinner, Hilary, 2005 *Tower Crane Stability*.
- Vazirani, V. N. dan S.P. Chandola, 1996. *Concise Handbook of Civil Engineering*, S. Chand, 1996.