

Optimasi Tata Letak *Tower Crane* pada Proyek X

Fikhi Hamdani¹⁾, I Ketut Sucita²⁾

^{1),2)} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok, 16424. Email: fikhi.hamdani.ts17@mhs.w.pnj.ac.id, i.ketutsucita@sipil.pnj.ac.id

Abstrak

Tower crane adalah alat untuk memindah material dari satu tempat ke tempat lain baik dengan cara vertikal maupun horizontal. Perencanaan tata letak *tower crane* yang optimal dibutuhkan agar *tower crane* dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai perencanaan walaupun dengan ruang gerak yang terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan permodelan penempatan *tower crane* dari kondisi *eksisting* dan menentukan permodelan sehingga titik optimal *tower crane* dapat ditentukan. Analisis data berupa nilai konflik indeks, keseimbangan beban kerja dan produktivitas. Dengan melakukan sebanyak 3 permodelan skenario penempatan *tower crane* berdasarkan feasibel area yang didapatkan dari koordinat titik-titik supply dan demand. Dilanjutkan dengan perhitungan kecepatan vertikal *hook* yang selanjutnya akan dianalisa sehingga diperoleh nilai konflik indeks untuk skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 masing masing adalah 2240, 1984, 2240, dan diperoleh nilai produktivitas yang tertinggi yaitu sebesar 32.81 pada skenario 1. Skenario 1 merupakan kondisi *eksisting* di lapangan dimana posisi *tower crane* berada pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya.

Kata Kunci : Keseimbangan Beban Kerja, Konflik Indeks, Produktivitas, Tata Letak, Tower Crane.

ABSTRACT

Tower crane is a tool for moving material from one place to another both vertically and horizontally. An optimal *tower crane* layout planning is needed so that the *tower crane* can meet the needs of moving materials according to the plan due to limited space. The purpose of this study is to develop a *tower crane* placement model from existing conditions and determine the model so that the *tower crane* is at the optimal point. Data analysis is in the form of conflict index values, workload balance and productivity. By modeling 3 scenarios for the placement of *tower cranes* based on the feasible area obtained from the coordinates of the supply and demand points. Followed by the calculation of the vertical *hook* speed which will then be analyzed so that the index conflict values for scenario 1, scenario 2, and scenario 3 are 2240, 1984, 2240, respectively, and the highest productivity value is 32.81 in scenario 1. Scenario 1 is an existing condition in the field where the position of the *tower crane* is at the previously planned location.

Keywords : Index Conflict, Layout, Productivity, Tower Crane, Workload Balance.



Copyright © 2022 The Author(s)

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

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada kegiatan konstruksi, terdapat permasalahan yang berkaitan dengan manajemen konstruksi. Dimana terdapat aspek-aspek yang dapat mempengaruhi jalannya kegiatan konstruksi tersebut, salah satunya adalah manajemen tata letak fasilitas dalam suatu proyek (Dwinanda et al., 2020). Salah satu fasilitas yang digunakan pada kegiatan konstruksi khususnya bangunan

bertingkat adalah *tower crane*. Alat ini digunakan sebagai alat pemindah material dari

satu tempat ke tempat lain secara vertikal maupun horizontal. *Tower crane* biasa digunakan karena memiliki jangkauan yang luas dan juga ketinggian *Tower crane* dapat disesuaikan dengan ketinggian bangunan (Amalia, 2017).

Tower crane harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai perencanaan dikarenakan ruang gerak yang terbatas pada *tower crane*. Berikutnya proyek konstruksi dengan skala besar membuat *tower crane* bekerja lebih ekstra terutama ketika *tower crane* tunggal tidak bisa melayani keseluruhan pekerjaan pengangkatan, maka perlu digunakan

lebih dari satu *tower crane*, atau disebut juga *group tower crane*. Namun dengan adanya lebih dari satu *tower crane* bukan berarti semua masalah pekerjaan pengangkatan bisa teratasi, sebab pada proyek dengan lahan yang kurang luas, semakin banyak *tower crane* menyebabkan tumpang tindih antar *tower crane*. Dari permasalahan tersebut maka perlu adanya pengoptimalan lokasi untuk *group tower crane* (Septiawan & Nurcahyo, 2017)

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan skenario alternatif dari posisi *tower crane*, dari skenario tersebut didapat nilai keseimbangan beban kerja dan produktivitasnya. Dapat menentukan konflik yang terjadi dari setiap skenario dan menentukan permodelan mana yang paling efisien.

2. METODE

Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data primer yang berupa waktu bongkar muat material dan data sekunder berupa gambar rencana *site layout*, data rencana spesifikasi *tower crane*, kebutuhan material, dan jadwal proyek. Data primer didapat dengan mengamati proses bongkar muat yang dilakukan di lapangan yang dicatat menggunakan alat ukur waktu. Sedangkan data sekunder didapatkan langsung dari kontraktor dengan tujuan penelitian. Dari data-data tersebut, akan diamati data dimensi dari *site layout* serta fasilitas-fasilitas yang ada di dalamnya, hingga bisa didapatkan nilai konflik indeks, keseimbangan beban kerja, produktivitas, dan jadwal proyek.

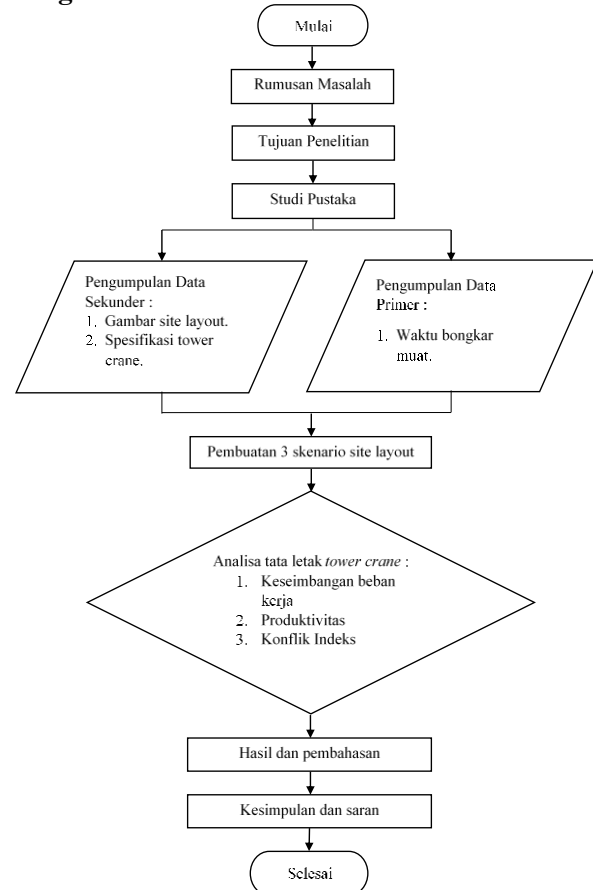
Analisis Data

Berikut urutan tahapan pengolahan data:

1. Dari data gambar yang ada dibuat satu titik dengan koordinat (0.0) sebagai acuan untuk menentukan koordinat titik *supply*, *demand*, dan *tower crane*.
2. Menentukan koordinat titik-titik *supply* yang ada dan menentukan beberapa titik *demand* yang jaraknya memungkinkan paling jauh dari *tower crane*.
3. Membuat 3 skenario untuk menentukan letak optimal *tower crane* dimana 1 skenario merupakan kondisi *tower crane* yang ada dilapangan (*existing*), sedangkan

dua lainnya merupakan modifikasi. Pembuatan skenario menggunakan pendekatan *feasible area* agar *tower crane* dapat menjangkau titik *supply* dan *demand* yang diharapkan. Pemodelan skenario 2 dan 3 dilakukan dengan memindahkan *tower crane* dari kondisi eksistingnya tetapi tetap berada pada *feasible area*

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Periksa radius minimum dari perletakan *tower crane* pada setiap skenario, apakah spesifikasinya dapat menyesuaikan lapangan atau tidak.
5. Hitung kecepatan *vertikal hook* dengan melengkapi data kecepatan yang didapat dari informasi spesifikasi *tower crane* dan jarak antar titik *supply*, titik *demand*, dan posisi *tower crane*.
6. Analisa nilai keseimbangan beban kerja dengan menggabungkan data primer dengan hasil perhitungan *vertikal hook*. Dari nilai keseimbangan beban kerja dapat diambil waktu siklus rata-rata dari setiap *tower crane* yang kemudian dapat

digunakan untuk mencari nilai produktivitas.

7. Nilai produktivitas dapat dicari dengan menggunakan satuan waktu siklus kerja *tower crane* dan jumlah keseluruhan material yang diangkut menggunakan *tower crane*.
8. Nilai konflik indeks dapat dihitung dengan mencari titik-titik konflik dari setiap perpindahan *tower crane* dari titik *supply* ke titik *demand* menggunakan rumus (2.4).
9. Setelah nilai konflik indeks, keseimbangan beban kerja, dan produktivitas dianalisa, data-data tersebut dibandingkan untuk membuktikan bahwa analisa dengan parameter tersebut merupakan potensi dalam merencanakan letak *tower crane*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Pengangkutan Material

Tabel 1. Waktu Pengangkutan Material

Material	Waktu Drop (detik)	Waktu Angkut (detik)
Tulangan	124	21
Bekisting	32	27
Beton	120	90
Dinding Precast	364	127

Spesifikasi Tower Crane

Tower crane yang digunakan berjenis QTZ160 dengan detail sebagai berikut :

Panjang Boom	: 60 m
Berat Angkut Maksimal	: 2.2 ton
Kecepatan Memutar	: 0.7 rpm
Kecepatan Vertikal	: 90 m/min
Kecepatan Horizontal	: 63 m/min

Koordinat Titik Demand Dan Supply

Tabel 2. Koordinat Titik Demand Dan Supply

AREA TC 1					
Titik S	xs	ys	Titik D	xd	yd
1	113,7	100,1	1	124,8	154,3
2	104,8	94,9	2	152,7	72
3	164,4	52,9	3	117,4	68,8
AREA TC 2					
Titik S	xs	ys	Titik D	xd	yd
1	164,4	52,9	1	129,9	63,5
2	113	18,4	2	172,6	9,2
3	104,8	18,4	3	116,5	9,2
			4	141,8	-13,6

AREA TC 3					
Titik S	xs	ys	Titik D	xd	yd
1	25,4	125,6	1	82,3	38,2
2	18,9	81,9	2	28	68,2
3	94,5	74,6			
4	86,2	50,1			
AREA TC 4					
Titik S	xs	ys	Titik D	xd	yd
1	86,2	50,1	1	82,3	62,9
2	18,3	37,8	2	28	62,9
3	94,8	25,1	3	61,5	-11,4
4	9,3	21,2			

Jarak Titik Demand dan Titik Supply

Tabel 3. Jarak Titik Demand dan Titik Supply

AREA	R min (m)	
	(L max/2)+0.50	(L max/2)*1,10
TC 1	54,92912823	59,87204105
TC 2	35,61769497	38,62946447
TC 3	52,64491826	57,35941008
TC 4	42,53537201	46,23890921

Berdasarkan perhitungan radius minimum tersebut, radius diambil dengan nilai yang paling besar yaitu 59,8 m pada TC 1, 38.6 m pada TC 2, 57,4 m pada TC 3 dan 46,2 m pada TC 4. Pada kasus ini, spesifikasi *tower crane* telah ditentukan terlebih dahulu sehingga radius minimum hanya dilakukan untuk pengecekan terhadap spesifikasi *tower crane* yang telah ditentukan. Dengan *jib crane* sepanjang 60 m maka *tower crane* dapat digunakan.

Keseimbangan Beban Kerja

Tabel 4. Keseimbangan Beban Kerja.

	s			
	TC 1	TC 2	TC 3	TC 4
Skenar io 1	178,295 4188	219,933 5893	147,018 9622	159,981 2881
Skenar io 2	198,597 3474	219,933 5893	147,018 9622	147,407 6857
Skenar io 3	198,597 3474	240,672 7314	154,489 6845	147,407 6857

Produktivitas

Tabel 5. Produktivitas

Skenario 1	Produktivitas
TC 1	8,32438119
TC 2	8,112183886
TC 3	8,34746526
TC 4	8,022614538
Skenario 2	Produktivitas
TC 1	7,985626819
TC 2	8,112183886
TC 3	8,34746526
TC 4	8,279634697
Skenario 3	Produktivitas
TC 1	7,985626819
TC 2	7,8529148
TC 3	8,197126341
TC 4	8,279634697

Konflik Indeks

Tabel 6. Konflik Indeks

	Nilai Konflik
Skenario 1	2240
Skenario 2	1984
Skenario 3	2240

Dalam menentukan skenario tata letak tower crane dibutuhkan data posisi-posisi supply dan beberap titik demand yang posisinya memungkinkan paling jauh. Setelah data tersebut didapat maka dapat dilakukan pencarian feasible area dimana posisi-posisi yang paling memungkinkan untuk diletakan tower crane. Setelah feasible area didapat maka dapat dibuat beberapa skenario posisi tower crane, dengan melakukan pergeseran posisi tower crane pada area yang ada.

Keseimbangan beban kerja yaitu nilai perbandingan antara selisih kuadrat waktu rata-rata pengangkutan dari semua crane dan waktu total pengangkutan dengan jarak angkut antara titik supply dan titik demand.

Berdasarkan beberapa skenario yang telah ditentukan, nilai keseimbangan beban kerja tower crane pada skenario 1 memiliki waktu terbaik diantara 2 skenario lainnya. Untuk nilai produktivitas, skenario 1 merupakan skenario dengan tower crane paling produktif. Berdasarkan hasil tersebut didapat informasi

bahwa semakin baik nilai keseimbangan beban kerja maka tingkat produktivitas juga semakin baik.

Konflik indeks yaitu nilai banyaknya kemungkinan terjadinya tabrakan antar tower crane. Nilai konflik indeks dipengaruhi oleh perletakan antar tower crane yang berdekatan dan juga tingkat intensif arus material.

Dari posisi-posisi tower crane yang telah ditentukan pada setiap skenario, pada skenario 1 terjadi sebanyak 2240 konflik antar setiap tower crane, pada skenario 2 terjadi 1984 konflik dan pada skenario 3 terjadi 2240 konflik. Skenario 2 memiliki nilai konflik paling sedikit, ini dikarenakan penempatan keempat tower crane pada skenario ini lebih berjauhan dibanding dengan skenario lainnya maka konflik yang terjadi lebih sedikit.

Berdasarkan nilai keseimbangan beban kerja, nilai produktivitas, dan nilai konflik indeks pada setiap skenario, didapat skenario paling optimum dengan melakukan pemeringkatan berdasarkan nilai-nilai tersebut.

Tabel 7. Poin pemeringkatan dari setiap skenario

	s (jam)	Produktivitas	NC	Total
Skenario 1	3	3	2	8
Skenario 2	2	2	3	7
Skenario 3	1	1	2	4

Dengan melakukan pemeringkatan dimana untuk nilai keseimbangan beban kerja dan konflik indeks, nilai terkecil diberikan poin 3 hingga yang terbesar 1 poin, dan untuk nilai produktifitas nilai terbesar diberikan poin 3 hingga terkecil 1 poin, maka didapat skenario paling optimum dengan total poin 8 yaitu pada skenario 1.

4. SIMPULAN

Dari feasible area yang didapat berdasarkan jarak titik demand dan supply maka dapat ditentukan skenario-skenario kemungkinan posisi tower crane. Dari beberapa skenario yang telah dibuat, didapatkan hasil keseimbangan beban kerja pada skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 masing-masing 705.23, 712.96, 741.17, dan nilai produktivitas masing-masing sebesar 32.81, 32.72, 32.32, didapat nilai konflik antar tower crane pada skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 masing-masing

sebesar 2240, 1984, dan 2240. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi penggunaan tower crane yaitu posisi supply dan demand. Posisi supply dan demand dapat mempengaruhi posisi tower crane berdasarkan feasible area. Berdasarkan pemeringkatan nilai-nilai keseimbangan beban kerja, produktifitas, dan konflik indeks, dapat disimpulkan skenario 1 adalah skenario paling optimum.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, A. M., Utamima, A., & Wang, K. J., 2015, 'A Comparative Study of GA, PSO and ACO for Solving Construction Site Layout Optimization', *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 19 no. 3, hh. 520-527.
- Amalia, S. D., 2017, 'Analisis Produktivitas Tower Crane pada Proyek Pembangunan Gedung Tunjungan Plaza 6 Surabaya', *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/17).
- Arifudin, R., 2012, 'Optimasi Penjadwalan Proyek Dengan Penyeimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi CPM Dan Algoritma', *Genetika. Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 2 no.4, hh. 1-14.
- Darmawan, M. S. D., 2016, 'Produktivitas Mobile Crane pada Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus Gedung Parkir "B" Proyek Pembangunan Training Centre & Hotel DPBCA, Sentul City, Kab. Bogor)', *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, Vol. 1 no. 1.
- Fadhlan, D., Wiguna, I. P. A., & Rohman, M. A., 2021, 'Optimasi Penataan Site Layout pada Proyek Grand Dharmahusada Surabaya dengan Metode Logika Fuzzy AHP', *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 9 no. 2, hh. D250-D256.
- Kaveh, A., Khanzadi, M., Alipour, M., & Moghaddam, M. R., 2016, 'Construction Site Layout Planning Problem Using Two New Meta-Heuristic Algorithms', *Iranian journal of science and technology, transactions of civil engineering*, Vol. 40 no. 4, hh. 263-275.
- LA ODE MUH, Y. A. M. I. N., 2016, 'Desain Software Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dengan Program Visual Basic 6.0'. *KURVA S JURNAL MAHASISWA*, Vol. 1 no. 1, hh. 100-111.
- Mawdesley, M. J., Al-Jibouri, S. H., & Yang, H., 2002, 'Genetic Algorithms for Construction Site Layout in Project Planning', *Journal of construction engineering and management*, Vol. 128 no. 5, hh. 418-426.
- Pagassang, J., 2018, 'Analisis Optimasi Penempatan dan Pengadaan Tower Crane pada Proyek Highrise Building', *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, Vol. 2 no. 1, hh. 116-128.
- Putera, I. G. A. A., 2010, 'Proses Model Penjadwalan Proyek Dengan Algoritme Genetika', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Putra, I. P., & NURCAHYO, C. B., 2017, 'Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Tower Crane dan Mobile Crane pada Proyek Pembangunan RSUD Syarifah Ambami Rato Ebu Bangkalan'.
- Rostiyanti, Msc, Susy Fatena, Ir., 2002, 'Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi', Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Saputra, M., 2019, 'Analisis Produktivitas Tower Crane pada Proyek Pembangunan Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan (Doctoral dissertation, University Of Muhammadiyah Malang)'.
- Sebt, M. H., Parvaresh Karan, E., & Delavar, M. R., 2008, 'Potential Application of GIS to Layout of Construction Temporary Facilitie', *International Journal of Civil Engineering*, Vol. 6 no.4, hh. 235-292.
- Septiawan, A. P., & Nurcahyo, C. B., 2017, 'Optimasi Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya', *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6 no. 1, hh. 39-C43.
- Syarief, M. R., Hasyim, M. H., & Unas, S. E., 2015, 'Optimasi Site Layout Menggunakan Multi-objectives Function (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung B Ptiik Universitas Brawijaya Malang', *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, Vol. 1 no. 3, hh. 986.
- Tahir, A., 2017, 'Otomatisasi Pengisian Tangki Air Dengan Visualisasi Menggunakan Pemrograman Visual Basic' *Jurnal Processor*, Vol. 10 no. 1, hh. 330-338.
- Zhang, P., Harris F. C., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., 1999. 'Location Optimization for A Group of Tower cranes'. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 125 no. 2, hh. 115-122.