

## SURAT TUGAS

Nomor: 261-R/UNTAR/PENELITIAN/X/2023

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

1. **BASUKI ANONDHO, Dr.,Ir., M.T.**
2. **GERWYN PERSULESSY**

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : PENENTUAN LOKASI TOWER CRANE PADA PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS SIMULASI  
Nama Media : JMTS (Jurnal Mitra Teknik Sipil)  
Penerbit : Universitas Tarumanagara  
Volume/Tahun : Volume 3, Nomor 4, November 2020  
URL Repository :

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

11 Oktober 2023

**Rektor**



**Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN**

Print Security : d755e529a09ead4d711fbec39c3508ba

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

### Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

### Fakultas

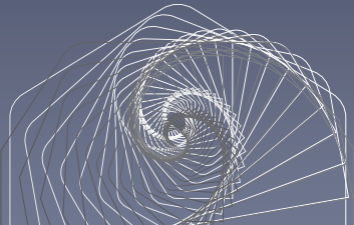
- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

# JMTS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

---

Volume 3 No. 4 November 2020



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

# SERTIFIKAT

Kementerian Riset dan Teknologi/  
Badan Riset dan Inovasi Nasional



Petikan dari Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/  
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Nomor 200/M/KPT/2020

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode III Tahun 2020  
Nama Jurnal Ilmiah  
JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

E-ISSN: 2622545X

Penerbit: Universitas Tarumanagara

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

**TERAKREDITASI PERINGKAT 4**

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu  
Volume 1 Nomor 1 Tahun 2018 sampai Volume 5 Nomor 2 Tahun 2022

Jakarta, 23 Desember 2020

Menteri Riset dan Teknologi/  
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Republik Indonesia,



Bambang P. S. Brodjonegoro



Home (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/index>)

/ Archives (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/issue/archive>)

/ Volume 3, Nomor 4, November 2020 (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/issue/view/388>)

/ Articles

# PENENTUAN LOKASI TOWER CRANE PADA PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS SIMULASI

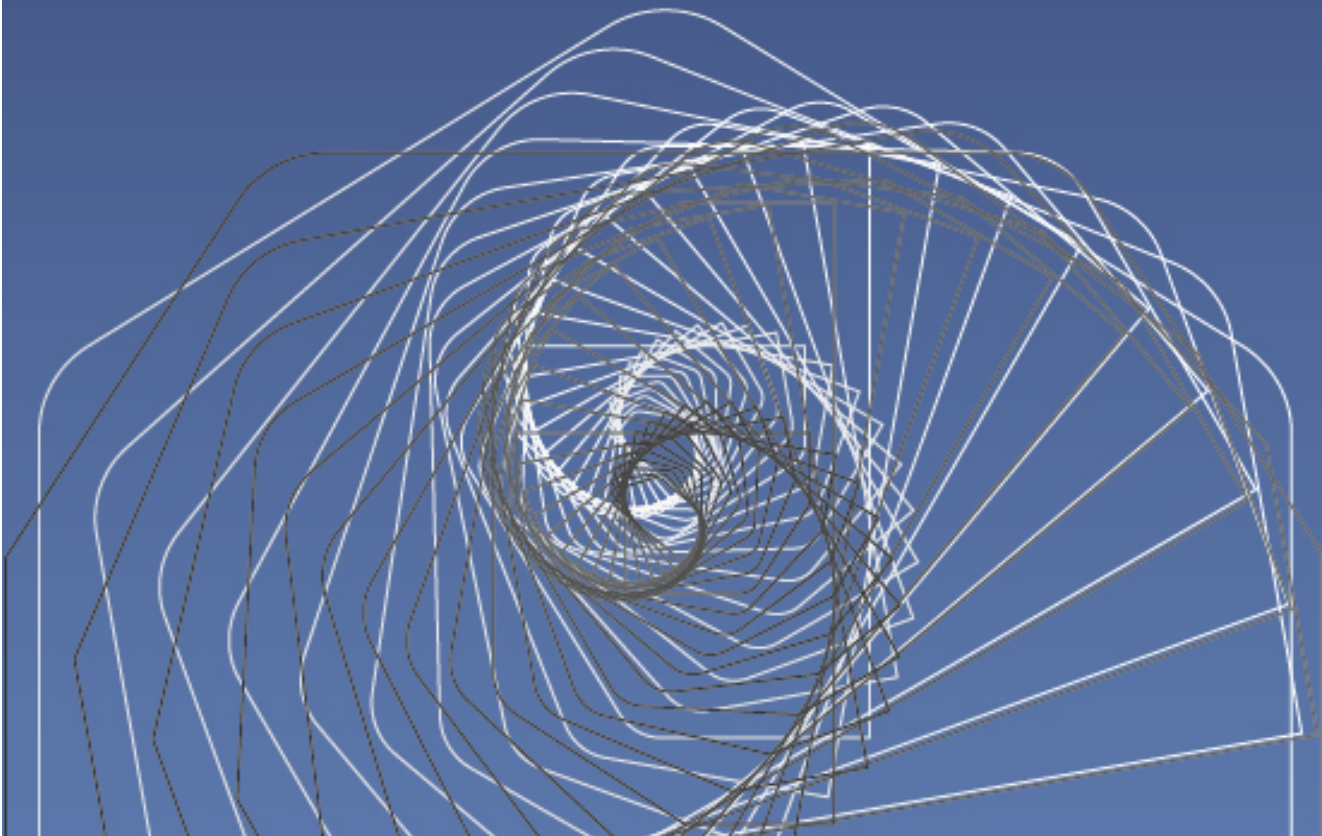
---

# JMETS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

---

Volume 3 No. 4 November 2020



e-ISSN : 2622-545X  
Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/issue/view/388>

PDF (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/article/view/8694/6557>)

**Published:** Nov 1, 2020

**DOI:** <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8694> (<https://doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8694>)

**Keywords:**

Model simulasi penentuan lokasi proyek konstruksi.

**Gerwyn Persulesy**

Universitas Tarumanagara

**Basuki Anondho**

Universitas Tarumanagara

Abstract

*Development of high-level building construction projects that require complex equipment that can be used in high-level construction, equipment used to help complete construction projects called heavy equipment. One of the heavy equipment used in high-rise buildings is a tower crane. The use and layout of tower cranes can speed up the schedule and save on project costs. Therefore many methods have been developed to determine the tower crane layout. This study will discuss determining the location of tower cranes by discussing simulations. The location will be determined based on the site map data which is processed in the form of a geometric arrangement and tower crane data specifications. Location determination is done by comparing the total travel time of several simulated locations according to several different speed criteria in a construction project. Speed criteria are divided into four times the jib speed and trolley speed. Location of the location with the total travel time will be taken as the final result. Different speed criteria will make the total travel time change.*

ABSTRAK

Perkembangan proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi yang semakin kompleks menyebabkan diperlukannya peralatan yang dapat mempermudah pembangunan gedung bertingkat, peralatan yang digunakan untuk membantu menyelesaikan tugas konstruksi disebut alat berat. Salah satu peralatan berat yang digunakan pada gedung bertingkat tinggi adalah *tower crane*. Penggunaan dan tata letak *tower crane* yang baik dapat mempercepat jadwal dan menghemat biaya proyek. Oleh karena itu banyak dikembangkan metode-metode untuk menentukan tata letak *tower crane*. Penelitian ini akan membahas penetapan letak lokasi *tower crane* dengan pendekatan simulasi. Letak lokasi akan ditetapkan berdasarkan data *site map* yang diolah dalam bentuk *geometric layout* dan data spesifikasi *tower crane*. Penetapan lokasi dilakukan dengan cara membandingkan *total travel time* dari beberapa lokasi yang disimulasi sesuai dengan beberapa kriteria kecepatan yang berbeda-beda pada suatu proyek konstruksi. Kriteria kecepatan terbagi menjadi empat berdasarkan besarnya kecepatan *jib* dan kecepatan *trolley*. Letak lokasi dengan *total travel time* terkecil akan diambil sebagai hasil akhir. Kriteria-kriteria kecepatan yang berbeda disimulasi akan membuat *total travel time* berubah.

ISSUE

Volume 3, Nomor 4, November 2020 (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/issue/view/388>)

SECTION

Articles

This work is licensed under Jurnal Mitra Teknik Sipil (JMETS) Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

## References

Justin K. W. Yeoh and David K. H. Chua. "Optimizing Crane Selection and Location for Multistage Construction Using a Four-Dimensional Set Cover Approach." *Journal of Construction Engineering and Management* (2017).

Malak Al Hattab, Emile Zankoul, Farook R. Hamzeh. "Near-Real-Time Optimization of Overlapping Tower Crane Operations: A Model and Case Study." *Journal of Computing in Civil Engineering* 31.4 (2017).

AbouRizk, Simaan. "Role of Simulation in Construction Engineering and Management." *Journal of Construction Engineering and Management* 136.10 (2010).

Avianto, Teten. *Tutorial Powersim*. WADE Group. Jakarta (2006).

Mohammed Adel Abdelmegid, Khaled Mohamed Shawki, Hesham Abdel-Khalek. "GA Optimization Model for Solving Tower Crane Location Problem in Construction Sites." *Alexandria Engineering Journal* 54, 519-526 (2015).

M Sankariah; E Rambabu; C. Eswara Reddy. "Utilization of Tower Crane in Construction of Multi-Storeyed Buildings." *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 624-631 (2013).

P. Zhang, F.C. Harris and P.O. Olomolaiye. "A Computer-Based Model for Optimizing the Location of a Single Tower Crane." *Building Research and Information* 24.2. (1996)

## Template



([https://docs.google.com/document/d/16nJETn1M6uW1QXWPQkUyiAlaf7L\\_mvD/edit?usp=share\\_link&oid=103492805044203521041&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/16nJETn1M6uW1QXWPQkUyiAlaf7L_mvD/edit?usp=share_link&oid=103492805044203521041&rtpof=true&sd=true))

## Tools

### Plagiarism Tool

 (<https://www.turnitin.com/>)

Reference Management Tool, download here

  
**MENDELEY**

(<https://www.mendeley.com/download-desktop/>)

Use APA Style, download here



([https://cs1.mendeley.com/styleInfo/?](https://cs1.mendeley.com/styleInfo/?styleId=http%3A%2F%2Fwww.zotero.org%2Fstyles%2Fapa)

[styleId=http%3A%2F%2Fwww.zotero.org%2Fstyles%2Fapa](http%3A%2F%2Fwww.zotero.org%2Fstyles%2Fapa))

#### Akreditasi



(/public/site/images/nissatajudin/Sertifikat\_Akreditasi\_JMTS\_(2018-2022)\_watermarked1.jpg)

#### Author Notice



(<https://drive.google.com/open?id=1XdAhhg7KcuUSO7NKQ56GB0HpOMk7Ok7U>)

#### **Ethical Statement**



(<https://drive.google.com/open?id=1tqcDtm6KTNF7wgOWQ6mPfWrekXH2IIR>)

#### **Authorship Agreement**



(<https://drive.google.com/open?id=1NjckZ9W-msvxIY1JGMr8QNMWZn9HZnqR>)

#### **Copyright Transfer**

**Our Journal is Indexed by:**





(<https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=bTcRkJ0AAAAJ>)



(<http://garuda.ristekdikti.go.id/journal/view/16934#!>)



(<https://search.crossref.org/?q=2622-545x>)



([https://app.dimensions.ai/discover/publication?](https://app.dimensions.ai/discover/publication?search_text=10.24912%2Fjmits&search_type=kws&search_field=doi)

[search\\_text=10.24912%2Fjmits&search\\_type=kws&search\\_field=doi](https://app.dimensions.ai/discover/publication?search_text=10.24912%2Fjmits&search_type=kws&search_field=doi))

=====



JMITS by <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmits> (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmits>) This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

=====

(<http://issn.pdiilipi.go.id/issn.cgi?daftar&1534217043&1&&>)

(<http://ft.untar.ac.id/fakultas/content/113>)

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Universitas Tarumanagara Kampus 1 Gedung L Lantai 5

Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440

Phone: 021-5672548 ext.331

=====

View My Stats (<https://statcounter.com/p12159614/?guest=1>)

# Platform & workflow by OJS / PKP

(<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmets/about/aboutThisPublishingSystem>)

## **JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil**

Volume 3, Nomor 4, November 2020

### **Daftar Isi**

PENGARUH PENERAPAN ERP TERHADAP WAKTU TEMPUH <i>FEEDER</i> DAN WAKTU TEMPUH PERJALANAN RUAS JALAN GATOT SUBROTO <i>Sherly Octaviani dan Najid</i>	951-958
PENGARUH ERP TERHADAP PERBAIKAN PELAYANAN WAKTU TUNGGU DAN WAKTU TEMPUH TRANSJAKARTA PADA RUAS JALAN SUDIRMAN-THAMRIN <i>Lorenzo Adiel Giovanni dan Najid</i>	959-968
PENGARUH <i>ELECTRONIC ROAD PRICING</i> TERHADAP KONDISI LALU LINTAS RUAS JALAN KUNINGAN <i>Fernando Nathaniel dan Najid</i>	969-978
KEBUTUHAN LAYANAN TRANSPORTASI UMUM BAGI PENGGUNA KURSI RODA DI JABODETABEK <i>Raymond Teng dan Leksmono Suryo Putranto</i>	979-988
KAJIAN MANFAAT GERBONG KHUSUS WANITA DI KRL <i>COMMUTER LINE</i> JABODETABEK <i>Nevin Nathanael dan Leksmono Suryo Putranto</i>	989-1002
ANALISIS PENGARUH LAYANAN PESAN MAKANAN <i>ONLINE</i> TERHADAP PERJALANAN BERBASIS RUMAH DAN BERBASIS TEMPAT AKTIVITAS <i>Vincentius dan Leksmono Suryo Putranto</i>	1003-1016
ANALISIS PENGARUH LAYANAN BELANJA <i>ONLINE</i> TERHADAP PERJALANAN BERBASIS RUMAH DAN TEMPAT AKTIVITAS DENGAN METODE SEM <i>James Salim dan Leksmono Suryo Putranto</i>	1017-1030
ANALISIS TINGKAT KETEPATAN WAKTU KRL <i>COMMUTER LINE</i> TANAH ABANG - RANGKASBITUNG (STUDI KASUS: STASIUN TANAH ABANG) <i>David Siwi, Dewi Lingasari, dan Hokbyan R.S. Angkat</i>	1031-1044
KARAKTERISTIK MEKANIS CAMPURAN LASTON ATAS DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH BUBUTAN BAJA <i>Nathanael dan Anissa Noor Tajudin</i>	1045-1058
EFEKTIVITAS <i>SECANT PILE</i> DENGAN MENGGUNAKAN BANTUAN BAMBU, <i>CRUSHED STONE</i> , KAYU, PASANGAN BATA, DAN <i>MORTAR</i> <i>Jason dan Alfred Jonathan Susilo</i>	1059-1066
ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MENGGUNAKAN PROGRAM MIDAS GTS NX <i>James Bastian Halim dan Chaidir Anwar Makarim</i>	1067-1076

STUDI PERBANDINGAN REGANGAN DI LAPISAN <i>SUBGRADE</i> AKIBAT BEBAN RODA KENDARAAN UNTUK JALAN RAYA KELAS I <i>Leonardo Lijuwardi dan Gregorius Sandjaja S</i>	1077-1090
STUDI PARAMETRIK JARAK PENGARUH PENURUNAN DAN PERGERAKAN LATERAL AKIBAT <i>VACUUM PRE-LOADING</i> PADA <i>DAMAGE AREA</i> SEKITAR <i>Mario Oktavianus Lay, Inda Sumarli, dan Ali Iskandar</i>	1091-1104
ANALISIS KAPASITAS LATERAL PADA FONDASI TIANG TUNGGAL DAN TIANG KELOMPOK PADA TANAH PASIR <i>Morrischo, Hendy Wijaya, dan Amelia Yuwono</i>	1105-1112
STUDI MANFAAT DAYA DUKUNG <i>BELLED PILE</i> DAN <i>MULTI-BELLED PILE</i> <i>Kevin Septiadi dan Aniek Prihatiningsih</i>	1113-1124
EFEKTIVITAS PENAMBAHAN CAIRAN ADITIF DALAM PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH ORGANIK <i>Ignatius Ega Renaldi dan Aniek Prihatiningsih</i>	1125-1136
ANALISIS ALTERNATIF PERBAIKAN TANAH LUNAK DAN SANGAT LUNAK PADA JALAN TOL <i>Christian Eka Putra dan Chaidir Anwar Makarim</i>	1137-1150
ANALISIS ALTERNATIF PERANCANGAN DESAIN DALAM PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH GAMBUT <i>Fendy Hartanto dan Chaidir Anwar Makarim</i>	1151-1156
STUDI LITERATUR KORELASI HASIL UJI BERDASARKAN <i>UJI PLATE BEARING</i> DAN <i>UJI DYNAMIC CONE PENETROMETER</i> <i>Steven Lius, Inda Sumarli, dan Ali Iskandar</i>	1157-1172
PENGARUH BEBAN BANGUNAN TINGGI PADA <i>RAFT PILE</i> TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN SEKITARNYA <i>Giovann dan Gregorius Sandjaja Sentosa</i>	1173-1184
PEMODELAN STUDI KASUS <i>VACUUM PRELOADING</i> UNTUK MEMPREDIKSI PENURUNAN BERDASARKAN DATA PENGAMATAN PADA TANAH REKLAMASI <i>Andi Sulistio, Inda Sumarli, dan Ali Iskandar</i>	1185-1196
MODELISASI NUMERIK ANALISIS GAYA LATERAL PADA <i>PILE CAP</i> DI TANAH KOHESIF <i>Darwin Halim, Amelia Yuwono, dan Hendy Wijaya</i>	1197-1208
ANALISIS PENGARUH BENTUK DAN LOKASI BUKAAN PADA BALOK TINGGI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA <i>Anthony Fariman dan Leo S. Tediato</i>	1209-1222
ANALISIS TEGANGAN PADA TEROWONGAN BAWAH TANAH DENGAN METODE ELEMEN HINGGA <i>Yessy dan Leo Tediato</i>	1223-1232

EVALUASI STRUKTUR GEDUNG <i>DUAL SYSTEM</i> DENGAN DINDING GESER BERSAYAP C MENGGUNAKAN <i>PUSHOVER ANALYSIS</i> <i>Albert, Daniel Christianto, dan Hadi Pranata</i>	1233-1244
ANALISIS PENGARUH KETEBALAN <i>WEB</i> TERHADAP KEAMANAN <i>BOX GIRDER</i> AKIBAT VARIASI SUDUT KELENGKUNGAN HORIZONTAL PADA JEMBATAN <i>Michael dan FX Supartono</i>	1245-1256
ANALISIS DEFORMASI DAN TEGANGAN PADA <i>BASCULE BRIDGE</i> AKIBAT PENGARUH SUDUT ANGKAT JEMBATAN <i>Dahniel dan FX Supartono</i>	1257-1270
ANALISIS RANGKAK SUSUT BETON TERHADAP TEGANGAN DAN LENDUTAN BERDASARKAN BEBERAPA PERATURAN PADA JEMBATAN PRATEGANG <i>Kevin Wijaya dan FX Supartono</i>	1271-1282
PERBANDINGAN ANALISIS <i>MULTI-TOWER</i> DENGAN MODEL PENDEKATAN TERPISAH DAN MODEL UTUH <i>Raynaldo, Daniel Christianto, dan Hadi Pranata</i>	1283-1294
IDENTIFIKASI FAKTOR PENGARUH DOMINAN KETERLAMBATAN PROYEK AKIBAT RANTAI PASOK PADA PENGADAAN PELAT BETON PRACETAK <i>Firena Bian dan Basuki Anondho</i>	1295-1304
<b>PENENTUAN LOKASI <i>TOWER CRANE</i> PADA PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS SIMULASI</b> <i>Gerwyn Persulesy dan Basuki Anondho</i>	1305-1312
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA BANGUNAN <i>HIGH RISE</i> DI REPUBLIK INDONESIA <i>Theodorus Alvin dan Mega Waty</i>	1313-1326
ANALISIS KOEFISIEN PEKERJAAN PEMBESIAN PADA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT <i>Eric Leonardy dan Jane Sekarsari</i>	1327-1334
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN WAKTU PADA PEKERJAAN BASEMENT GEDUNG BERTINGKAT <i>SEMI TOP-DOWN</i> <i>Joshua Wangsadiputra dan Jane Sekarsari</i>	1335-1348
PENGARUH <i>CHANGE ORDER</i> TERHADAP BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT <i>Hendy Eka Putra dan Hendrik Sulistio</i>	1349-1362
ANALISIS HUBUNGAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA TERHADAP TINGKAT KECELAKAAN PADA PROYEK <i>Andi Lay Wirawan dan Mega Waty</i>	1362-1372
PRODUKTIVITAS PEKERJA DALAM PEKERJAAN PLESTERAN DINDING BATA DENGAN METODE <i>CREW BALANCE CHART</i> <i>Indra Pratama Suharto dan Hendrik Sulistio</i>	1373-1382

ANALISIS KAPASITAS JARINGAN DRAINASE DENGAN APLIKASI HEC-RAS DI KELURAHAN KEDOYA UTARA <i>Mario, Arianti Sutandi, dan Vittorio Kurniawan</i>	1383-1396
ANALISIS PENYEBAB BANJIR KELURAHAN TANJUNG DUREN UTARA <i>Julian Sulistyono dan Wati Asriningsih Pranoto</i>	1397-1406

## PENENTUAN LOKASI *TOWER CRANE* PADA PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS SIMULASI

Gerwyn Persulesy<sup>1</sup> dan Basuki Anondho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*gerwyn.325160127@stu.untar.ac.id*

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*basukia@ft.untar.ac.id*

*Masuk: 21-07-2020, revisi: 31-07-2020, diterima untuk diterbitkan: 02-11-2020*

---

### ABSTRACT

*Development of high-level building construction projects that require complex equipment that can be used in high-level construction, equipment used to help complete construction projects called heavy equipment. One of the heavy equipment used in high-rise buildings is a tower crane. The use and layout of tower cranes can speed up the schedule and save on project costs. Therefore many methods have been developed to determine the tower crane layout. This study will discuss determining the location of tower cranes by discussing simulations. The location will be determined based on the site map data which is processed in the form of a geometric arrangement and tower crane data specifications. Location determination is done by comparing the total travel time of several simulated locations according to several different speed criteria in a construction project. Speed criteria are divided into four times the jib speed and trolley speed. Location of the location with the total travel time will be taken as the final result. Different speed criteria will make the total travel time change.*

*Keywords: Simulation model; location determination; construction project.*

### ABSTRAK

Perkembangan proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi yang semakin kompleks menyebabkan diperlukannya peralatan yang dapat mempermudah pembangunan gedung bertingkat, peralatan yang digunakan untuk membantu menyelesaikan tugas konstruksi disebut alat berat. Salah satu peralatan berat yang digunakan pada gedung bertingkat tinggi adalah *tower crane*. Penggunaan dan tata letak *tower crane* yang baik dapat mempercepat jadwal dan menghemat biaya proyek. Oleh karena itu banyak dikembangkan metode-metode untuk menentukan tata letak *tower crane*. Penelitian ini akan membahas penetapan letak lokasi *tower crane* dengan pendekatan simulasi. Letak lokasi akan ditetapkan berdasarkan data *site map* yang diolah dalam bentuk *geometric layout* dan data spesifikasi *tower crane*. Penetapan lokasi dilakukan dengan cara membandingkan *total travel time* dari beberapa lokasi yang disimulasi sesuai dengan beberapa kriteria kecepatan yang berbeda-beda pada suatu proyek konstruksi. Kriteria kecepatan terbagi menjadi empat berdasarkan besarnya kecepatan *jib* dan kecepatan *trolley*. Letak lokasi dengan *total travel time* terkecil akan diambil sebagai hasil akhir. Kriteria-kriteria kecepatan yang berbeda disimulasi akan membuat *total travel time* berubah.

**Kata kunci:** Model simulasi; penentuan lokasi; proyek konstruksi.

### 1. PENDAHULUAN

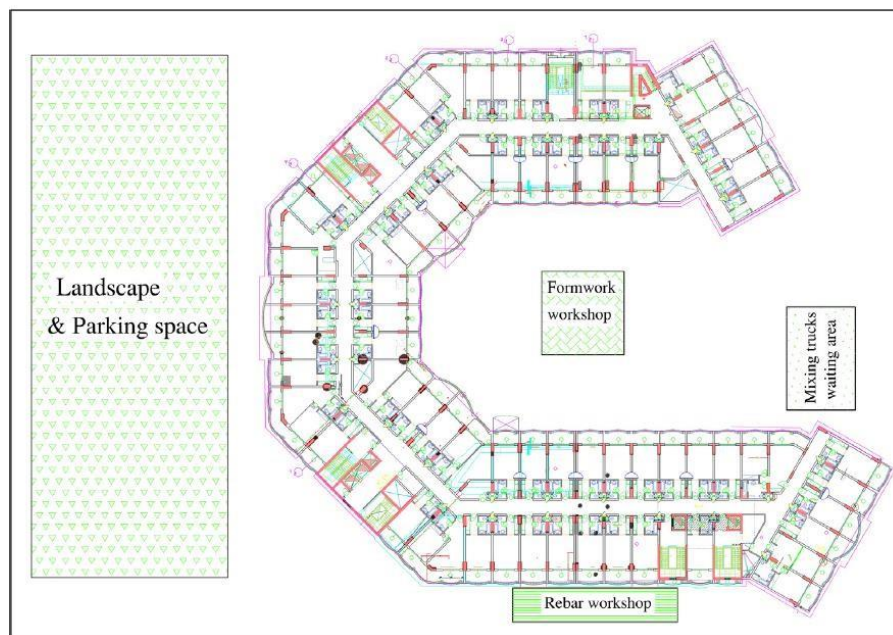
Perkembangan proyek pembangunan di Indonesia semakin pesat dan kompleks, membuat kita harus menyadari bagaimana kita menggunakan peralatan konstruksi. Peralatan konstruksi atau biasa disebut alat berat merupakan alat yang berguna untuk menyelesaikan tugas konstruksi (Sankairah et al, 2013). Salah satu peralatan yang paling sering kita lihat dan wajib digunakan untuk proyek konstruksi gedung bertingkat merupakan *tower crane*. *Tower crane* merupakan alat yang berguna memindahkan material baik secara horizontal dan vertikal. Lokasi *tower crane* sendiri memiliki peran penting dalam jadwal proyek, karena lokasi *tower crane* dapat menyebabkan perubahan jadwal seperti keterlambatan durasi proyek konstruksi yang juga akan mengakibatkan bengkaknya biaya (Hattab et al, 2017). Pemilihan lokasi *tower crane* yang baik juga bergantung pada beberapa parameter seperti kondisi lapangan, peraturan pemerintah, karakteristik *tie crane*, kapasitas, tinggi, jangkauan dan harga (Yeoh et al, 2017). Pengaplikasian simulasi sudah menghindarkan proyek dari banyak hal yang tidak diinginkan (AbouRizk et al, 2010), oleh karena itu simulasi akan digunakan untuk membantu memilih lokasi *tower crane*. Penentuan lokasi

*tower crane* yang dibahas merupakan penentuan lokasi *tower crane* tunggal pada suatu proyek konstruksi yang cukup bisa dijangkau satu *tower crane* saja. Lokasi *tower crane* akan ditentukan dengan data-data *tower crane* dan *site map* yang nanti akan diolah menjadi *geometric layout*. Data-data itu akan dibawa kedalam pemodelan simulasi akan dibuat berdasarkan model matematika milik Zhang et al(1996) pada aplikasi *powersim*. Simulasi akan dilakukan selama beberapa kali untuk beberapa posisi *tower crane*. Semakin banyak simulasi lokasi yang kita lakukan maka semakin akurat hasil yang kita dapat. Seluruh hasil simulasi akan berbentuk *total travel time*, hasil *total travel time* akan dibandingkan satu sama lain untuk dipilih lokasi *tower crane* mana yang akan dipakai.

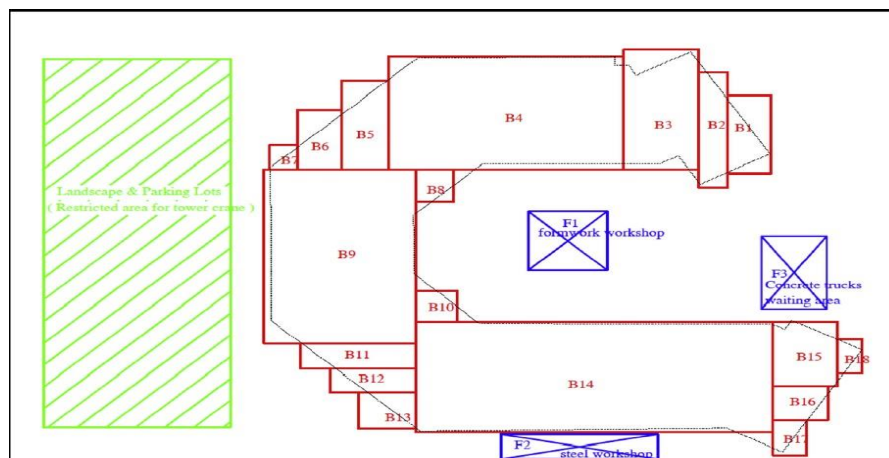
## 2. METODE PENELITIAN

### *Geometric layout*

*Geometric layout* menerjemahkan *site map* kedalam diagram kartesius untuk dicari titik tengah dari semua titik *supply* dan titik *demand*. Untuk menjadi titik perwakilan dari titik tersebut. Namun sebelum menghitung titik tengah kita harus terlebih dahulu mengidentifikasi titik *supply* dan *demand*. Cara untuk mengidentifikasi dapat dilihat seperti gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. *Site map* asli (Sumber: Abdelmegid et al, 2015)



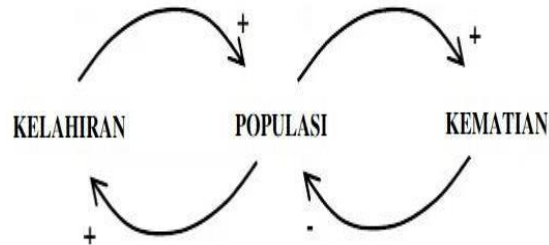
Gambar 2. *Geometric layout* (Sumber: Abdelmegid et al, 2015)



Dapat dilihat disini *site map* dibentuk menjadi kotak-kotak dengan warna berbeda. Merah untuk titik *demand* dan biru untuk titik *supply*.

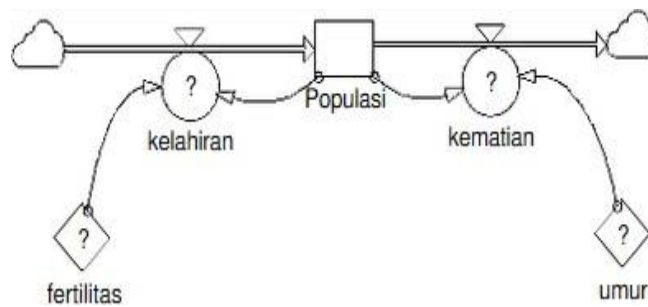
**Simulasi pada *powersim***

Model merupakan gambar dari dunia nyata. Berikut merupakan contoh formulasi model untuk mempermudah proses pemahaman. Formulasi model dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Contoh formulasi model. (Sumber: Avianto, 2006)

Dari gambar diatas, dapat kita lihat populasi meningkat karena kelahiran dan berkurang karena kematian. Gambar ini juga mendeskripsikan semakin besar jumlah kelahiran, semakin besar juga jumlah kematian. Proses berikutnya adalah pemodelan kedalam *powersim*. Proses pemodelan pada *powersim* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Setelah ditambahkan *constant*. (Sumber: Avianto, 2006)

**Model matematika**

Model matematika yang digunakan sebagai berikut.

$$\rho_i = \sqrt{(XD_i - x)^2 + (YD_i - y)^2} \tag{1}$$

$$\rho_j = \sqrt{(XS_j - x)^2 + (YS_j - y)^2} \tag{2}$$

$$l_{ij} = \sqrt{(XD_i - XS_j)^2 + (YD_i - YS_j)^2} \tag{3}$$

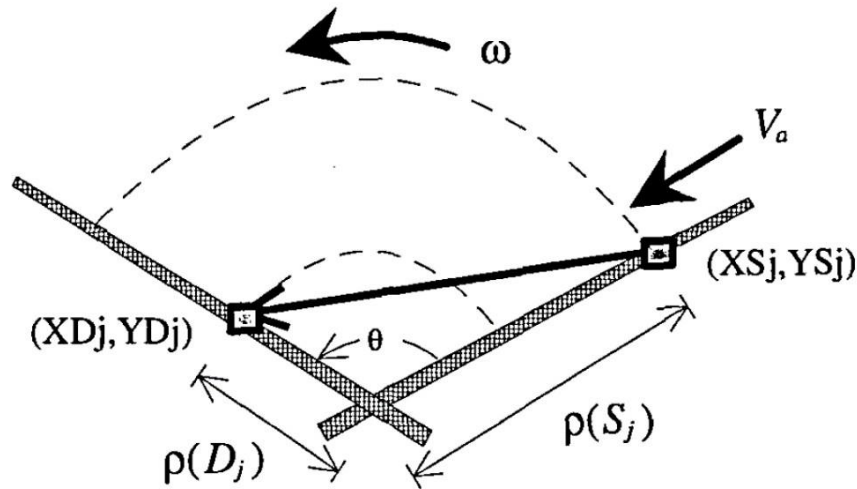
$$T\alpha = \frac{|\rho_i - \rho_j|}{V\alpha} \tag{4}$$

$$T\omega = \frac{1}{\omega} \times \text{Arc cos} \left( \frac{l^2 - (\rho_i^2 + \rho_j^2)}{2 \times \rho_i \times \rho_j} \right) \tag{5}$$

$$TM_{ij} = \max (T\alpha, T\omega) + \min (T\alpha, T\omega) \times \alpha \tag{6}$$

dengan  $x, y$  = tower crane location;  $x, y$  = tower crane location;  $x_{di}, y_{di}$  = demand location;  $x_{sj}, y_{sj}$  = supply location;  $\rho_i$  = Jarak antara crane dan demand;  $\rho_j$  = Jarak antara crane dan supply;  $T_a$  = trolley radial movement time (min);  $T_\omega$  = jib slewing movement time (min);  $V_a$  = trolley radial velocity (m/min);  $\omega$  = jib slewing velocity (r/min);  $\alpha$  = operation manner of crane hook ( between 0 to 1)

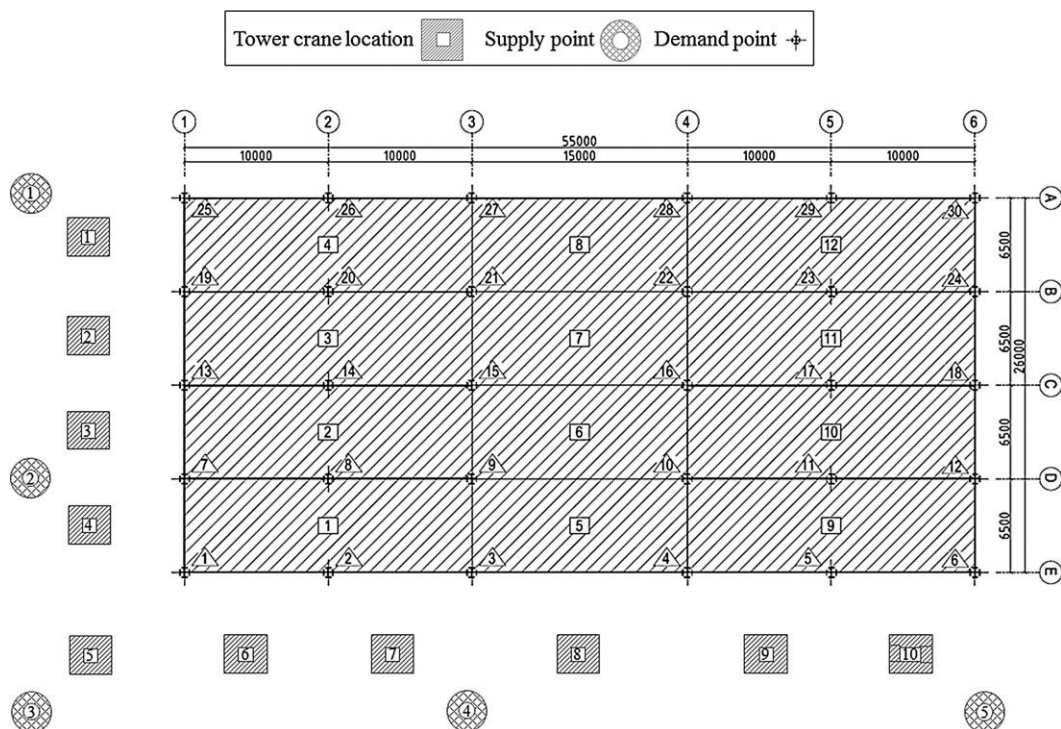
Gambar *Geometric coordinates* dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. *Geometric coordinates* (sumber: Zhang et al. 1996)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Site map* yang akan ditinjau merupakan *site map* yang didapat dari Nadoushani et al, 2016. *Site map* dapat dilihat pada gambar 6.



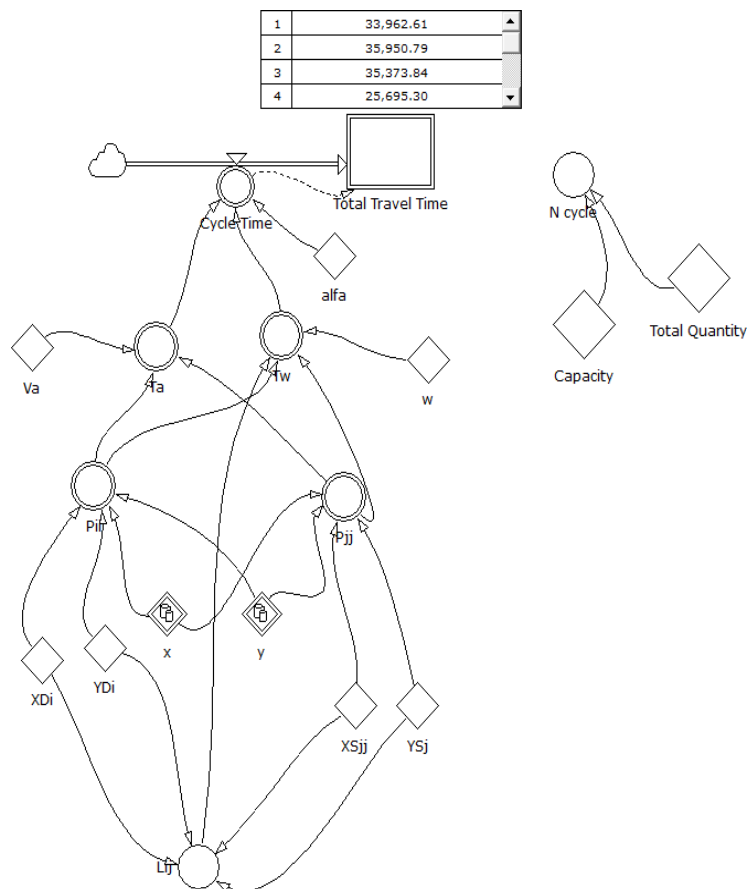
Gambar 6. *Site map*

Site map kemudian diolah dengan *geometric layout* untuk mendapatkan titik *supply* dan *demand*. Simulasi akan dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan kecepatan yang bervariasi. Seluruh lokasi yang diolah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel .1 *Geometric layout summary*

Crane Location		Supply		Demand	
x	y	x	y	x	y
45827	48773	59390	22900	82500	39000
45957	42967	59390	22900	82500	39000
45957	35880	59390	22900	82500	39000
45618	27125	59390	22900	82500	39000
45618	17444	59390	22900	82500	39000
57834	18071	59390	22900	82500	39000
69911	17863	59390	22900	82500	39000
82474	18045	59390	22900	82500	39000
96808	18045	59390	22900	82500	39000
106561	18045	59390	22900	82500	39000

Setelah itu hasil lokasi dapat di-*input* kedalam pemodelan simulasi yang sudah dibuat pada aplikasi *powersim* seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Pemodelan *Total travel time* pada program *powersim*

Pemodelan ini bertujuan membuat simulasi dari lokasi awal *tower crane* sampai pada *total travel time* dihitung, *total travel time* didapat dari dua variabel yaitu total repetisi dan *cycle time*. Diawali dengan *input* lokasi *supply*, *demand* dan lokasi *tower crane* yang akan disimulasi dengan *input* data-data *geometric layout* kita dapat menghitung *cycle time*, setelah itu dari *input* data kuantitas barang yang akan dipindahkan dan spesifikasi *tower crane* akan didapatkan total repetisi *tower crane* bergerak, dengan dua variabel tersebut maka *total travel time* maka *total travel time* dapat ditentukan dan dapat dibandingkan setelah disimulasi.

Pemodelan dilakukan berdasarkan model matematika yang dipakai. Pengujian dilakukan dengan 4 kriteria kecepatan. Berikut merupakan hasil simulasi dari 4 kriteria tersebut:

1.  $V_a$  dan  $\omega$  terlambat.

Hasil simulasi kriteria pertama dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi kriteria 1 dalam bentuk tabel

<i>Crane Location</i>		Total <i>Travel Time</i> (menit).	Total <i>Travel Time</i> (hari).
x	y		
45827	48773	203331,6641	141,2025445
45957	42967	215104,5367	149,3781505
45957	35880	211435,7555	146,8303858
45618	27125	153148,409	106,3530618
45618	17444	42378,51947	29,42952741
57834	18071	140633,2392	97,66197164
69911	17863	407342,5382	282,8767626
82474	18045	333045,6796	231,281722
96808	18045	207725,2338	144,2536346
106561	18045	152603,5955	105,9747191

2.  $V_a$  tercepat,  $\omega$  terlambat.

Hasil simulasi kriteria kedua dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi kriteria 2 dalam bentuk tabel

<i>Crane Location</i>		Total <i>Travel Time</i> (menit).	Total <i>Travel Time</i> (hari).
x	y		
45827	48773	202060,588	140,3198528
45957	42967	213270,7844	148,1047114
45957	35880	208818,6304	145,0129378
45618	27125	149608,6082	103,8948668
45618	17444	38320,29194	26,61131385
57834	18071	136666,7514	94,90746623
69911	17863	405461,1243	281,5702252
82474	18045	332662,629	231,0157146
96808	18045	205928,0961	143,0056223
106561	18045	150347,5606	104,4080282

3.  $V_a$  terlambat,  $\omega$  tercepat.

Hasil simulasi kriteria kedua dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil simulasi kriteria 3 dalam bentuk tabel

Crane Location		Total Travel Time (menit).	Total Travel Time (hari).
x	y		
45827	48773	68907,06684	47,85212975
45957	42967	73331,5142	50,92466264
45957	35880	72804,91868	50,5589713
45618	27125	54195,95929	37,63608284
45618	17444	17733,48651	12,31492119
57834	18071	50403,51331	35,0024398
69911	17863	137453,214	95,45362081
82474	18045	111355,716	77,33035836
96808	18045	70839,20028	49,19388909
106561	18045	52873,22944	36.71752045

4. Va dan  $\omega$  yang tercepat.

Hasil simulasi kriteria kedua dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil simulasi kriteria 4 dalam bentuk tabel.

Crane Location		Total Travel Time (menit).	Total Travel Time (hari).
x	y		
45827	48773	67635,9907	46,96943799
45957	42967	71497,76197	49,65122359
45957	35880	70187,79349	48,74152326
45618	27125	50656,15847	35,17788782
45618	17444	13675,25899	9,496707629
57834	18071	46437,02552	32,24793439
69911	17863	135571,8001	94,14708338
82474	18045	110972,6654	77,06435094
96808	18045	69042,06263	47,94587683
106561	18045	50617,19462	35,1508296

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Penggunaan model simulasi untuk menentukan lokasi *tower crane* sudah pernah dilakukan pada masa lalu dengan berbagai macam model matematika. Penentuan lokasi *tower crane* juga banyak dihitung dengan metode-metode

yang lain. Pada umumnya penentuan lokasi *tower crane* atau beberapa penelitian tentang optimasi lokasi *tower crane* dihitung berdasarkan waktu kerja proyek konstruksi.

Pemodelan simulasi ini menggunakan model matematika untuk menghitung *slewing movement time*, dan *trolley movement time* untuk memodelkan keseluruhan waktu *tower crane* bekerja selama satu proyek konstruksi. Kemudian pemodelan dilakukan sebanyak 10 kali untuk 10 lokasi *tower crane*.

Dari 10 lokasi *tower crane* yang disimulasi dalam berbagai kondisi kecepatan, posisi *tower crane* dengan *total travel time* terkecil didapat pada koordinat (45618, 17444) dan *total travel time* terbesar didapat pada koordinat (82474.18045). Dalam perhitungan juga, didapati bahwa pengaruh kecepatan *jib tower crane* lebih berpengaruh terhadap *total travel time* dari pada kecepatan *trolley tower crane*. Namun pengaruh kecepatan ini tidak mempengaruhi urutan *total travel time* tercepat, urutan ini dapat dilihat dari perbandingan hasil tabel. Urutan kecepatan *total travel time* tidak berubah walaupun *total travel time* berubah-ubah disetiap kriteria kecepatan.

## Saran

Penelitian ini memiliki kekurangan dan pembahasan yang kurang mendalam pada beberapa hal maka beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pemodelan simulasi ini hanya memperhitungkan *total travel time* dengan arah horizontal. Pengembangan selanjutnya dapat diperdalam dan dapat dimodelkan dengan arah vertikal juga.
2. Pemodelan ini hanya berlaku pada bangunan bertingkat yang membutuhkan satu *tower crane* saja. Pengembangan berikutnya dapat dimodelkan untuk beberapa *tower crane* sekaligus.
3. Penelitian ini hanya mensimulasi 10 lokasi *tower crane*. Untuk hasil yang lebih akurat, pemodelan simulasi dapat dilakukan untuk lebih banyak lokasi lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Justin K. W. Yeoh and David K. H. Chua. "Optimizing Crane Selection and Location for Multistage Construction Using a Four-Dimensional Set Cover Approach." *Journal of Construction Engineering and Management* (2017).
- Malak Al Hattab, Emile Zankoul, Farook R. Hamzeh. "Near-Real-Time Optimization of Overlapping Tower Crane Operations: A Model and Case Study." *Journal of Computing in Civil Engineering* 31.4 (2017).
- AbouRizk, Simaan. "Role of Simulation in Construction Engineering and Management." *Journal of Construction Engineering and Management* 136.10 (2010).
- Avianto, Teten. *Tutorial Powersim*. WADE Group. Jakarta (2006).
- Mohammed Adel Abdelmegid, Khaled Mohamed Shawki, Hesham Abdel-Khalek. "GA Optimization Model for Solving Tower Crane Location Problem in Construction Sites." *Alexandria Engineering Journal* 54, 519-526 (2015).
- M Sankariah; E Rambabu; C. Eswara Reddy. "Utilization of Tower Crane in Construction of Multi-Storeyed Buildings." *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 624-631 (2013).
- P. Zhang, F.C. Harris and P.O. Olomolaiye. "A Computer-Based Model for Optimizing the Location of a Single Tower Crane." *Building Research and Information* 24.2. (1996)