

Optimasi Penempatan Tower Crane terhadap Waktu Siklus pada Proyek X

HENDRI MULIAWAN, AFRIZAL NURSIN

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia
Email: hendri.muliawan.ts17@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan dan mempunyai tujuan tertentu. Tujuan dari proyek konstruksi adalah mampu merealisasikan kegiatan proyek secara efektif dan efisien dengan batasan biaya, mutu dan waktu. Untuk mencapai tujuan tersebut, tentunya diperlukan keefektifan dari masing-masing komponen kegiatan di dalamnya. Salah satu kegiatan yang sangat berperan menjamin keberlangsungan proyek konstruksi adalah kinerja alat berat Tower Crane. Tower Crane akan efektif apabila penempatannya optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari posisi optimal agar Tower Crane dapat bekerja secara efektif dan efisien. Dengan melakukan pendekatan permodelan skenario penempatan Tower Crane, juga hasil wawancara dan studi literatur, maka akan memperoleh hasil yaitu dua titik optimal di masing-masing Tower Crane berdasarkan perbandingan waktu siklus dan produktivitas di posisi eksistingnya.

Kata kunci: *permodelan skenario, produktivitas, proyek konstruksi, tower crane, waktu siklus*

ABSTRACT

Construction activities are a series of activities that are interrelated and have a specific purpose. The purpose of a construction project is to be able to realize project activities effectively and efficiently within the constraints of cost, quality and time. To achieve this goal, of course, the effectiveness of each component of the activities in it is needed. One of the activities that play a very important role in ensuring the sustainability of construction projects is the performance of Tower Crane. Tower Crane will be effective if the placement is optimal. Therefore, this research aims to find out the optimal position so that the Tower Crane can work effectively and efficiently. By approaching the Tower Crane placement scenario modeling, also the results of interviews and literature studies, it will obtain the results of two optimal points in each Tower Crane based on the comparison of productivity in its existing position.

Keywords: *bottom ash, cement mortar, substitute for fine aggregate*

1. PENDAHULUAN

Secara umum suatu proyek dapat dikatakan sebagai suatu rangkaian kegiatan- kegiatan yang mempunyai saat awal dilaksanakan serta diselesaikan dalam jangka waktu tertentu untuk mencapai suatu tujuan. Setiap proyek konstruksi pada umumnya memiliki program pelaksanaan metode yang spesifik dan sistematis [10]. Kegiatan yang berpusat di dalam proyek termasuk dalam rancangan yang dinamis sehingga bisa berubah dari waktu ke waktu karena menyelaraskan dengan situasi lingkungan atau semua unsur proyek konstruksi yang terlibat dan dapat mempengaruhi [13]. Untuk mendukung terselesainya proyek dengan tepat waktu, dibutuhkan faktor-faktor pendukung yang sangat berpengaruh yaitu sumber daya manusia. Selain sumber daya manusia, hal yang sangat berpengaruh dalam ketepatan jadwal suatu proyek adalah faktor alat berat yang ada di dalam proyek tersebut. Alat berat adalah perlengkapan yang diciptakan/didesain untuk bisa melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila diolah oleh tenaga manusia, seperti: mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara mudah, cepat, hemat dan aman [6]. Tujuan alat-alat berat tersebut untuk meringankan dalam melakukan pekerjaan, sehingga hasil yang diharapkan bisa tercapai dengan lebih mudah dan dalam waktu yang relatif lebih singkat [9]. Untuk pekerjaan gedung bertingkat tinggi, masalah utama adalah transportasi vertikal (merupakan jantungnya kegiatan) [15].

Alat berat yang paling sering digunakan pada proyek gedung bertingkat adalah *Tower Crane* (TC). *Tower Crane* adalah alat yang digunakan untuk mengirimkan material secara vertikal dan horisontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas [12]. Penggunaan *Tower Crane* (TC) harus direncanakan sebaik mungkin karena dalam pengoperasian alat berat banyak hal dan faktor yang harus diperhatikan, mulai dari pengetahuan dan *skill operator*, ketentuan pengoperasian alat, faktor keselamatan kerja (K3), dan segi pemeliharaan dan *troubleshooting* [7]. Selain itu, permasalahan yang sering dihadapi dalam pemakaian alat *Tower Crane* adalah penurunan taraf produktivitas kerja alat yang disebabkan oleh faktor tata letak di lapangan [14]. Oleh sebab itu, letak atau posisi dari alat berat *Tower Crane* (TC) sangat penting dalam menunjang produktivitas dari *Tower Crane* (TC) itu sendiri. Produktivitas menjadi faktor penting dalam peningkatan usaha konstruksi [3]. Apabila produktivitas tinggi, maka pekerjaan akan dapat diselesaikan sesuai dengan target waktu yang sudah direncanakan sehingga proyek dapat dikatakan berhasil [4]. Mengingat lokasi permulaan *Tower Crane* yang belum diketahui merupakan lokasi yang efisien, jadi dilakukan pengolahan alternatif lokasi yang lain yang memungkinkan memperoleh lokasi yang efisien. Kesalahan pengambilan keputusan, bagaimanapun, cenderung mempunyai dampak negatif yang signifikan, yang akan menimbulkan biaya tambahan dan kemungkinan penundaan [5].

Berdasarkan permasalahan yang disebabkan oleh alat berat *Tower Crane* (TC) terkait faktor produktivitas *Tower Crane* dalam menunjang efisiensi waktu suatu proyek konstruksi, maka perlu dilakukan analisis mengenai permasalahan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang dapat mempengaruhi pemodelan penempatan *Tower Crane*, juga untuk mengembangkan pemodelan penempatan *Tower Crane* dari kondisi eksistingnya. Dari pemodelan yang telah dibuat, selanjutnya dapat ditentukan pemodelan yang dianggap paling efisien terhadap waktu siklus dalam penempatan *Tower Crane*.

Dari permasalahan di atas, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan yang ditinjau untuk menganalisis pemodelan *Tower Crane* adalah pekerjaan pengecoran kolom pada proyek X.

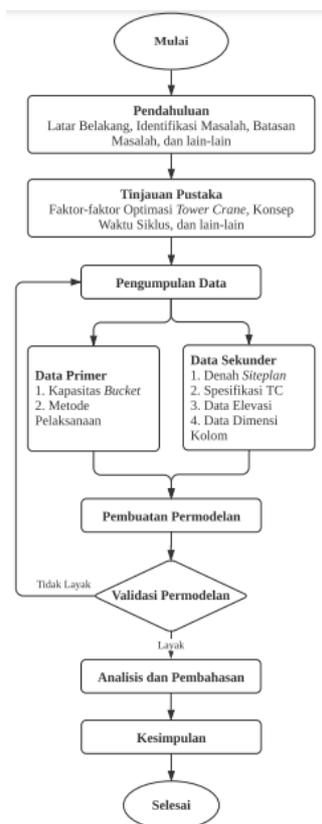
2. Pengamatan dilakukan pada satu zona pengecoran kolom di satu lantai proyek X.
3. Skenario permodelan yang dikembangkan berjumlah 3 buah.

2. METODE PENELITIAN

Konsep pengerjaan ini dilakukan untuk menganalisa posisi penempatan *Tower Crane* yang tepat dan sesuai untuk mendapatkan waktu siklus yang minimal. Penelitian ini mengacu pada proyek X yang dikerjakan oleh kontraktor PT. Y.

Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan. Langkah penyelesaian yang pertama kali yaitu tahap pengumpulan data. Data primer penelitian yaitu kapasitas *bucket* pengecoran dan metode pelaksanaan pengecoran, lalu data sekunder yaitu gambar denah siteplan proyek, spesifikasi *Tower Crane*, data elevasi lantai, dan data dimensi kolom. Metode pengumpulan data yaitu dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk data primer, dan meminjam data proyek yang telah mendapat persetujuan dari pihak proyek untuk data sekundernya.

Setelah data-data terkumpul, dilanjutkan dengan melakukan studi literatur dan wawancara untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi permodelan penempatan *Tower Crane*. Wawancara dilakukan secara langsung terhadap orang-orang yang berkompeten di lapangan dengan status manager bagian yang berjumlah sebanyak 3 orang. Setelah diperoleh faktor-faktor optimasi tersebut metode selanjutnya yaitu mengembangkan permodelan berdasarkan faktor optimasi tersebut kemudian memvalidasi dan menganalisisnya.



Gambar 1. Bagan alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Faktor Penempatan Permodelan *Tower Crane*

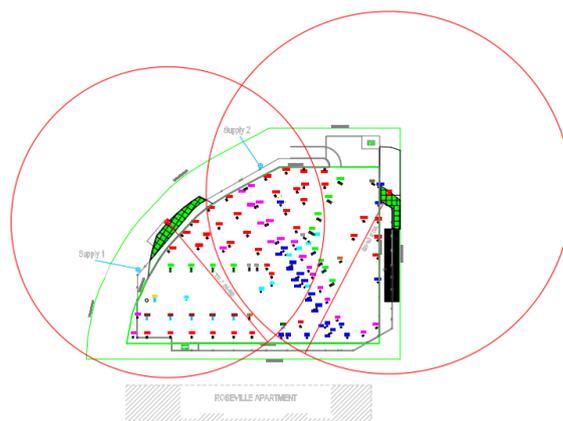
Faktor penempatan permodelan *Tower Crane* dianalisis berdasarkan dari hasil wawancara beberapa orang yang berkompeten dalam hal optimasi penempatan *Tower Crane* serta mempunyai pengalaman yang cukup lama di lapangan dan diperkuat dengan teori-teori hasil studi literatur.

Hasil dari wawancara tersebut menghasilkan beberapa faktor penting yang harus ditinjau saat mengoptimasi penempatan *Tower Crane* berikut:

1. Halangan sekitar terhadap radius *Tower Crane*, posisi *Tower Crane* diletakkan sejauh mungkin dari *Tower Crane* yang lain [15].
2. Posisi pondasi *Tower Crane* terhadap gedung dipastikan tidak bersinggungan batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya dan batasan-batasan dari sekelilingnya [11].
3. Posisi *Tower Crane* terhadap *Site Facilities* (akses bongkar muat, akses kerja, bangunan penunjang lain).
4. Pastikan posisi *Tower Crane* tidak mengganggu bangunan penunjang yang vital seperti *Power House*.
5. Pastikan ketersediaan alat.
6. Kemudahan atau aksesibilitas *Tower Crane* maksimal dalam pelaksanaan.
7. Pada *Tower Crane* dengan jenis *Tied in Crane* harus ditempatkan agar sabuk *Tower Crane* tidak membentang terlalu jauh dari gedung.

3.2 Analisis Hasil Pengembangan Permodelan

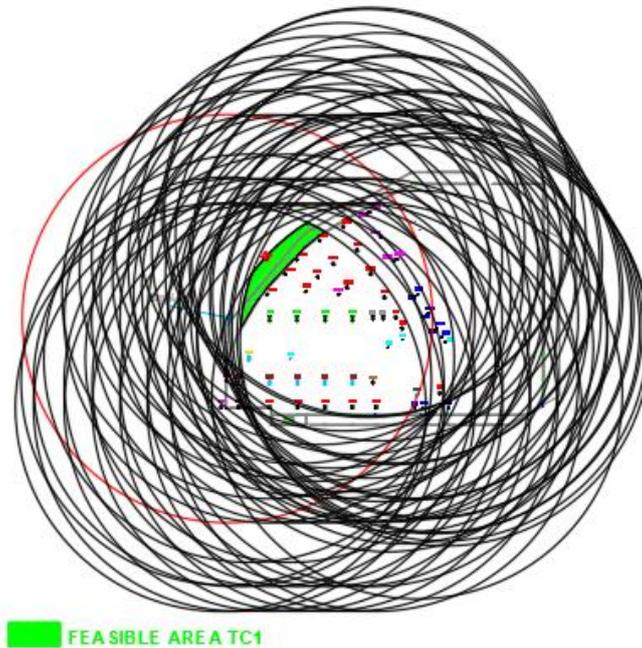
Permodelan yang akan dikembangkan merujuk pada 2 alternatif, yaitu panjang jib dan *Feasible Area* (area kerja yang layak). Panjang jib maksimum yang dapat dimodelkan disesuaikan dengan spesifikasi masing-masing *Tower Crane*. *Feasible Area* sangat bergantung dari pengelompokan pekerjaan dengan nilai konflik yang paling kecil. **Gambar 2** memperlihatkan kondisi eksisting dengan radius TC1 60 m dan radius TC2 70 m, serta kedua *Tower Crane* masih berada di luar *Feasible Area*.



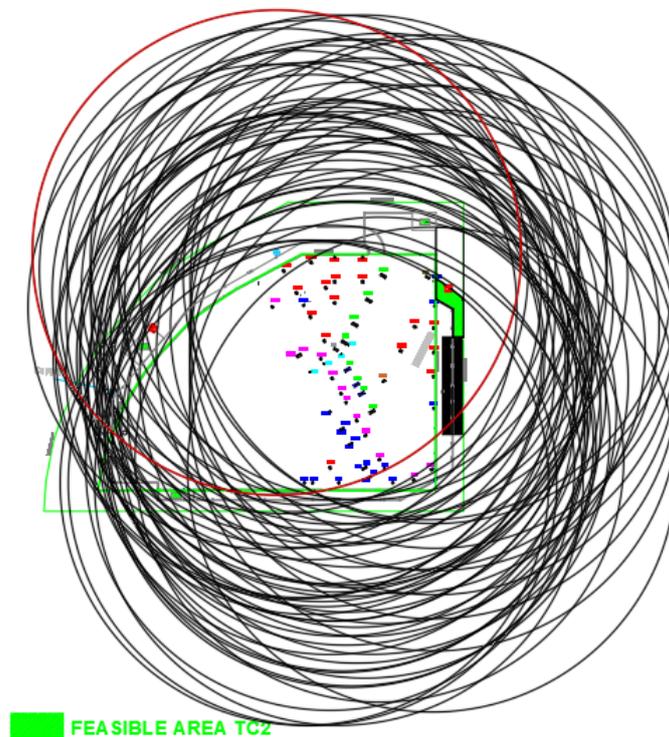
Gambar 2. Kondisi eksisting penempatan tower crane

Pengelompokan pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Tower Crane* yang didapat yaitu 58 pasangan pekerjaan dengan area kerja TC1 sebanyak 57 pekerjaan dan area kerja TC2 sebanyak 58 pekerjaan. Jumlah nilai konflik yang didapat adalah nol yang berarti pengelompokan dinilai sudah paling optimum. Pengelompokan pekerjaan ini nantinya akan

digunakan saat menentukan area kerja yang layak (*Feasible Area*) dari masing-masing *Tower Crane* yang terlihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

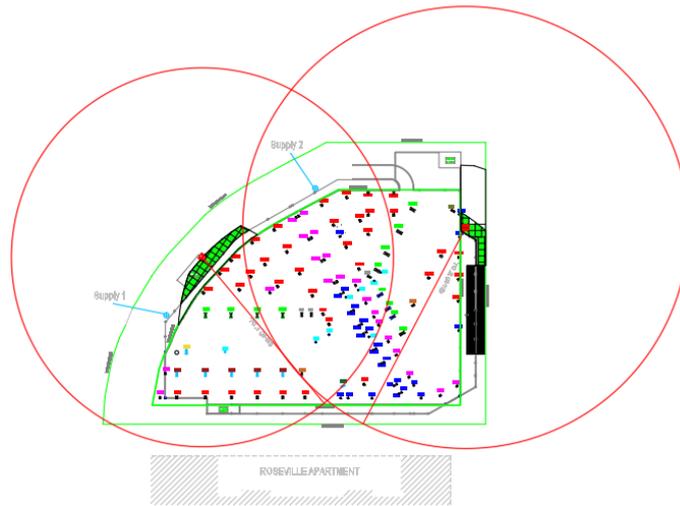


Gambar 3. Feasible Area TC1

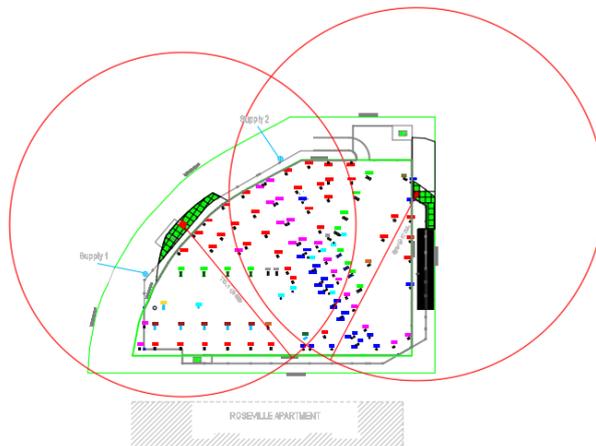


Gambar 4. Feasible Area TC2

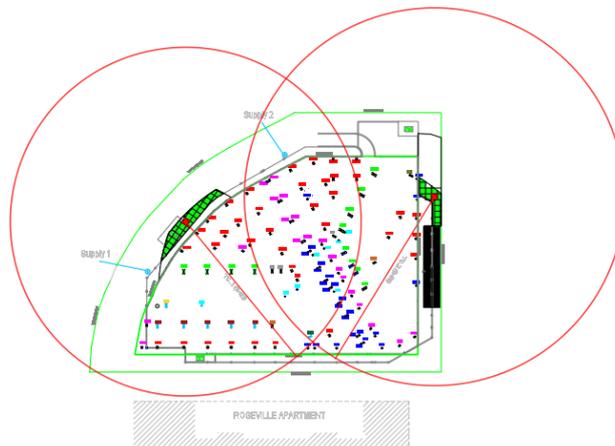
Skenario permodelan yang dibuat telah divalidasi oleh beberapa orang yang berkompeten dalam hal optimasi penempatan *Tower Crane* serta mempunyai pengalaman yang cukup lama di lapangan. Hasil pengembangan ketiga skenario permodelan terlihat pada **Gambar 5**, **Gambar 6**, dan **Gambar 7**, serta **Tabel 1**.



Gambar 5. Permodelan skenario 1



Gambar 6. Permodelan skenario 2



Gambar 7. Permodelan skenario 3

Tabel 1. Perbandingan Permodelan Skenario Kedua TC

No.	Skenario	
	TC1	TC2
1	- Letak masih sesuai eksisting. - Radius masih sesuai eksisting.	- Letak masuk kedalam <i>Feasible Area</i> . - Radius masih sesuai eksisting.
2	- Letak masuk kedalam <i>Feasible Area</i> . - Radius masih sesuai eksisting.	- Letak sesuai skenario 1. - Radius diubah menjadi 65m.
3	- Letak sesuai skenario 2. - Radius masih sesuai eksisting.	- Letak lebih kedalam <i>Feasible Area</i> . - Radius sesuai skenario 2.

3.3 Analisis Penentuan Permodelan Paling Efisien

Langkah pertama untuk menganalisis permodelan yaitu mengumpulkan data-data primer dan sekunder. Data primer penelitian didapat melalui pengamatan langsung dilapangan yaitu kapasitas Bucket pengecoran dan metode pelaksanaan pengecoran kolom menggunakan alat berat *Tower Crane*. Data kapasitas *bucket* pengecoran yang dibutuhkan adalah data berat *bucket* untuk menentukan kapasitas angkatan *Tower Crane* sebagai salah satu faktor optimasi dan data volume *bucket* untuk menentukan frekuensi pengecoran di masing-masing *Tower Crane*. Data sekunder penelitian meliputi koordinat titik *demand point* (seluruh titik kolom yang ditinjau), koordinat titik *supply point*, dan koordinat penempatan *Tower Crane* pada kondisi eksisting dan ketiga skenario. Koordinat tersebut didapat dari hasil analisis gambar pada *software* AutoCAD yang digunakan untuk membantu proses penelitian. Serta data elevasi lantai yang digunakan adalah ketinggian lantai 5 yaitu 16,5 meter.

Setelah didapatkan data, selanjutnya menghitung waktu siklus di masing-masing skenario permodelan. Waktu siklus terdiri dari beberapa unsur, diantaranya tergambar pada **Persamaan 1** berikut [8].

$$CT = HT + RT + LT + DT + ST \quad \dots(1)$$

dengan:

- CT = waktu siklus atau *Cycle Time*,
- HT = waktu angkut atau *Hauling Time*,
- RT = waktu kembali atau *Return Time*,
- LT = waktu muat atau *Loading Time*,
- DT = waktu bongkar atau *Dumping Time*,
- ST = waktu tunggu atau *Spotting Time*.

Waktu angkut dan waktu kembali tersusun dari penjumlahan waktu tempuh vertikal, horizontal, dan rotasi [1].

Penentuan waktu tunggu dan bongkar muat ditentukan berdasarkan formulir mampu telusur proses PT. Y, dapat ditentukan lamanya waktu tunggu dan bongkar muat pengecoran dari hasil selisih waktu realisasi dan waktu standar hasil perhitungan sesuai spesifikasi masing-masing *Tower Crane*.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dibantu dengan *software* Microsoft Excel, didapat data hasil perhitungan waktu siklus seluruh skenario seperti terlihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Waktu Siklus Pelaksanaan

No.	Judul	Waktu Siklus (min)
1	TC1 (Eksisting)	2235.805
2	TC2 (Eksisting)	1961.483
3	TC1 (Skenario 1)	2235.805
4	TC2 (Skenario 1)	1991.603
5	TC1 (Skenario 2)	2287.747
6	TC2 (Skenario 2)	1972.154
7	TC1 (Skenario 3)	2287.747
8	TC2 (Skenario 3)	1940.891

Setelah perhitungan waktu siklus, dilanjutkan menghitung produktivitas di masing-masing *Tower Crane* dengan **Persamaan 2**. Menurut Kosmatka S.H. (1992) dikutip dalam (Ahmad & Suryanto, 2018) menyatakan bahwa produktivitas adalah rasio antara kegiatan (*output*) dan masukan (*input*) [2].

$$\text{Produktivitas} = \text{Output/Input} \quad \dots(2)$$

dengan:

Output = jumlah jam kerja *Tower Crane* yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu,

Input = jumlah jam kerja *Tower Crane* yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standar.

Berdasarkan hasil wawancara dengan *Site Operational Manager* PT. Y, waktu perencanaan pengecoran kolom (*input*) menggunakan *Tower Crane* yaitu 45 menit untuk volume 7 m³. Jika jangkauan pengecoran di posisi ujung radius *Tower Crane*, maka waktu yang dibutuhkan menjadi 1 jam untuk volume yang sama yaitu 7 m³. Sehingga didapatkan waktu siklus rencana dari hasil analisis menggunakan *software* Microsoft Excel seperti tertera pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Perhitungan Waktu Siklus Rencana

No.	Judul	Waktu Siklus (min)
1	TC1 (Eksisting)	728,571
2	TC2 (Eksisting)	717,857
3	TC1 (Skenario 1)	728,571
4	TC2 (Skenario 1)	717,857
5	TC1 (Skenario 2)	737,143
6	TC2 (Skenario 2)	709,286
7	TC1 (Skenario 3)	737,143
8	TC2 (Skenario 3)	711,429

Berdasarkan hasil perhitungan, didapat data hasil perhitungan produktivitas seluruh skenario seperti terlihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Produktivitas

No.	Judul	Produktivitas
1	TC1 (Eksisting)	3,069
2	TC2 (Eksisting)	2,732
3	TC1 (Skenario 1)	3,069
4	TC2 (Skenario 1)	2,774
5	TC1 (Skenario 2)	3,104
6	TC2 (Skenario 2)	2,780
7	TC1 (Skenario 3)	3,104
8	TC2 (Skenario 3)	2,728

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian, faktor optimasi penempatan *Tower Crane* antara lain sebagai berikut:

1. Halangan sekitar terhadap radius *Tower Crane*.
2. Posisi pondasi *Tower Crane* terhadap gedung dipastikan tidak bersinggungan.
3. Posisi *Tower Crane* terhadap *Site Facilities* (akses bongkar muat, akses kerja, bangunan penunjang lain).
4. Pastikan posisi *Tower Crane* tidak mengganggu bangunan penunjang yang vital, seperti *Power House*.
5. Pastikan ketersediaan alat.
6. Kemudahan atau aksesibilitas *Tower Crane* maksimal dalam pelaksanaan.
7. Pada *Tower Crane* dengan jenis *Tied in Crane* harus ditempatkan, agar sabuk *Tower Crane* tidak membentang terlalu jauh dari gedung.

Jika melihat faktor-faktor lain yang mempengaruhi penempatan *Tower Crane*, kondisi eksisting masih belum tepat untuk menjadi permodelan yang efisien karena kedua *Tower Crane* belum berada di dalam area kerja yang layak (*Feasible Area*) dan memiliki jarak terhadap bangunan yang cukup jauh sehingga menyebabkan *ties/sabuk* pengaman *Tower Crane* menjadi sangat panjang, hal ini menyebabkan *Tower Crane* menjadi kurang stabil. Skenario 3 lebih efisien karena penempatan berada di dalam *Feasible Area* dan jarak terhadap gedung lebih dekat sehingga sabuk pengaman *Tower Crane* lebih efisien dan optimal dengan waktu siklus untuk TC1 sebesar 2.287,747 menit dan waktu siklus untuk TC2 sebesar 1.940,891 menit. Produktivitas kedua *Tower Crane* jauh lebih besar dari 1 sehingga dinilai tidak baik, hal ini dikarenakan bahwa pada saat perencanaan belum ditinjau masalah waktu tunggu (*Spotting Time*), waktu bongkar (*Dumping Time*), dan waktu muat (*Loading Time*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdelmegid, M.A., Shawki, K.M. & Abdel-Khalek, H. (2015, September). GA Optimization Model for Solving Tower Crane Location Problem in Construction Sites. *Alexandria Engineering Journal*, 54(3), 519-526. doi:https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.05.011
- [2] Ahmad, I. (2012). *Analisis Produktivitas dan Biaya Operasional Tower Crane pada Proyek Puncak Central Business Distric Surabaya. Tugas Akhir*. Surabaya: Program Studi Teknik Sipil - Universitas Negeri Surabaya.
- [3] Andris, J.B.J.K. & Nursin, A. (2020). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Dinding Bata Ringan. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta* (pp. 18-23). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.

- [4] Cahyani, A.P. & Nursin, A. (2019). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Dinding Proyek Tamansari Iswara Apartment. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta* (pp. 567-574). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- [5] Irizarry, K. & Karan, E.P. (2012, September). Optimizing location of tower cranes on construction sites through GIS and BIM integration. *ITcon (Journal of Information Technology in Construction)*, 17(23), 351-366.
- [6] Jamato, H. & Aswanto, M. & Trijети. (2015). Perbandingan Penggunaan Tower Crane dengan Mobile Crane Ditinjau dari Efisiensi Waktu dan Biaya sebagai Alat Angkat Utama pada Pembangunan Gedung. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta* (pp. 1-10). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [7] Lydianingtiyas, D. &. (2018). *Alat Berat*. Malang: Polinema Press.
- [8] Monalisa, Indrayadi, M. & Pratiwi, R. (2018). Analisa Produktivitas Peralatan Konstruksi pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Universitas Tanjungpura (IDB). *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(3), 1-9.
- [9] Munsil, D. (2018). *Dasar Manajemen Konstruksi Proyek Jalan (Tahapan Pre-Start)*. Yogyakarta: Deepublish.
- [10] Nursin, A., Fitria & Sari, T.W. (2020). Last Planner System pada Proyek Rumah Susun Transit Oriented Development. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta* (pp. 32-40). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- [11] Purba, J., Rangkuti, N.M. & Ardan, M. (2017, Maret). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/Apartemen/Kondominium di Jalan Ring Road Medan. *JCEBT (Journal of Civil Engineering Building and Transportation)*, 1(1), 19-26.
- [12] Septiawan, A.P. & Nurcahyo, C.B. (2017). Optimasi Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), C39-C43.
- [13] Tinara S, F.A. & Nursin, A. (2019). Analisis Produktivitas dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pekerjaan Pemasangan Sandwich Panel pada Proyek Stasiun LRT Kampung Rambutan. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta* (pp. 271-282). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- [14] Utari, R.P. (2019). Analisa Pemilihan dan Tata Letak Tower Crane terhadap Waktu dan Biaya Konstruksi. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)* (pp. II42-II50). Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [15] Yulianingrum, F. (2016). *Optimalisasi Penempatan Tower Crane pada Proyek Pembangunan Trjungan Plaza 5 Surabaya. Tugas Akhir*. Surabaya: Departemen Teknik Sipil - Institut Teknologi Sepuluh Nopember.