

Perbandingan Waktu Metode *Erection Girder* menggunakan *Crawler Crane* dan *Launcher Girder* pada Jembatan Bentang Panjang

Time Comparison of Erection Girder Method between Using Crawler Crane and Launcher Girder in Long Span Bridge

Andhika Afianda Hafsari, M Heri Zulfiar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Jalan Tol Trans Jawa adalah jaringan jalan tol yang menghubungkan kota-kota di Pulau Jawa. Jalan tol ini menghubungkan dua kota terbesar di Indonesia, Jakarta dan Surabaya melalui jalan tol. Tol Trans Jawa sepanjang ± 1.000 km tersebut melanjutkan jalan-jalan tol yang sekarang sudah ada. Salah satunya yaitu pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo ruas Salatiga-Kartasura. Dalam pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo ruas Salatiga-Kartasura ini terdapat salah satu pekerjaan penting, yaitu pengangkatan *girder* ke atas *pierhead* (*erection*). Pekerjaan *erection girder* membutuhkan lahan yang cukup luas. Salah satunya pekerjaan *erection girder* di Kali Kenteng dan Kali Serang yang berada di seksi 4.1. Rencana pembangunan Jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang yang terletak di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah ini direncanakan dengan bentang sepanjang ± 455 m. Pada awalnya *erection* di jembatan ini akan menggunakan metode *launching girder* dikarenakan masih perlu peninjauan lebih dalam hal waktu maka diperlukan metode alternatif sebagai pembandingan, yaitu metode *crawler crane*. Kedua metode tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, maka diperlukan tinjauan untuk segi waktu dari kedua metode tersebut. Dari hasil perhitungan analisis produktifitas dari kedua alat didapat metode yang lebih cepat yaitu *crawler crane* dengan waktu total *erection* 44 hari sedangkan *launching girder* dengan total waktu *erection* 68 hari, untuk waktu *erection* 1 *girder* apabila menggunakan *crawler crane* yaitu waktu rata-rata 1 jam sedangkan waktu rata-rata menggunakan *launching girder* 2,5 jam.

Kata-kata kunci : *erection girder*, *Crawler Crane*, *Launcher Girder*, analisis produktifitas

Abstract. Trans Java Highway is a highway network that connects cities in Java island. This highway connects the two biggest cities in Indonesia, namely Jakarta and Surabaya. Approximately 1,000 kilometers in length, it continues the existing highways. One of them is the construction of Semarang- Solo highway, a portion of Salatiga- Kartasura highway. In its construction, there is one of important works, i.e. the erection of girder to pierhead. The work needs quite a lot of land. One of the erection girder works is in Kenteng and Serang rivers, located in the section of 4.1. The bridge construction plan of Kenteng and Serang rivers in Semarang regency, Central Java is about 455 meters in its long span. In the beginning, the erection of the bridge would use launcher girder method. Because it still requires further observation in terms of time, it needs alternative method as a comparison, namely crawler crane. Both methods have strength and weakness so that it needs observation from the aspect of time. From the calculation result of productivity analysis from both tools, crawler crane method is faster with total erection time of 44 days than that of launcher girder with erection time of 68 days. If using crawler crane, the erection time for 1 girder is about 1 hour, while if using launcher girder, it takes 2.5 hours.

Keywords : *erection girder*, *crawler crane*, *launcher girder*, productivity analysis

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir sedang ramai. Salah satunya pembangunan Jalan Tol Trans Jawa yang dibangun sepanjang ± 1.000 km yang melanjutkan pembangunan jalan tol sebelumnya yang telah ada. Salah satunya yaitu pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo ruas

Salatiga-Kartasura. Dalam pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo ruas Salatiga-Kartasura ini terdapat salah satu pekerjaan penting, yaitu pengangkatan *girder* ke atas *pierhead* (*erection*). Pekerjaan *erection girder* membutuhkan lahan yang cukup luas. Salah satunya pekerjaan *erection girder* di Kali Kenteng dan Kali Serang yang berada di seksi

4.1. Pada awalnya *erection* di jembatan ini akan menggunakan metode *launching girder* dikarenakan masih perlu peninjauan lebih dalam hal waktu maka diperlukan metode alternatif sebagai pembanding, yaitu metode *crawler crane*.

Pada penelitian sebelumnya telah diteliti untuk proses *erection girder* menggunakan *gantry launcher*. Dalam kutipan jurnal teknik sipil (Ocktario, 2015) tentang metode pelaksanaan *erection girder* menggunakan gantry launcher. Metode *erection girder* ini didapat durasi waktu 119 hari selain itu juga ada pengendalian resiko pekerjaan *erection girder* di lokasi proyek dilakukan terhadap 3 aspek, yaitu aspek lahan, lalu lintas dan cuaca. Pengendalian resiko mencakup kegiatan penerapan metode *gantry launcher*, pemasangan papan informasi proyek dan rambu-rambu lalu lintas terkait pelaksanaan pekerjaan serta pelaksanaan *erection girder* dilakukan pada waktu musim kemarau.

Pada penelitian ini menjelaskan perbandingan waktu erection girder dengan 2 metode yaitu, crawler crane dan launcher girder pada pembangunan Jembatan Kali Kenteng dan Kali serang di Jalan Tol Solo-Semarang ruas Salatiga-Kartasura dari segi waktu yang didapat dari analisis produktifitas yang nantinya dapat diketahui metode mana yang paling efektif dan lebih cepat serta mengetahui kelebihan dan kekurangan dari kedua metode tersebut.

2. Launcher Girder

Proses pada alat *launcher girder* ini yaitu 2 alat berat servis *crane* memindahkan *girder* dari *stockyard* ke atas *trolley* selanjutnya *trolley* akan bergerak menuju alat *launcher girder*. Pemasangan *launcher girder* dimulai dari pemasangan struktur atas (*span pertama*) yang sudah dipasang pada salah satu sisi *abutment* jembatan kemudian dari situ didorong dari *abutment* ke *pier head* pertama kemudian pada bagian *span* kedua dipasang kembali hingga selesai kemudian didorong kembali hingga *span* pertama bertumpu pada *pier head* kedua dan *span* kedua bertumpu pada *pier head* yang pertama, dan dilanjutkan ke *span-span* berikutnya dengan cara yang sama seperti *span* sebelumnya yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Launcher Gantry

3. Crawler crane

Crawler crane adalah salah satu jenis dari *crane*, dimana alat ini merupakan pengangkat yang biasa digunakan didalam proyek konstruksi. Alat berat ini juga banyak sekali macamnya dan salah satunya *crawler crane* ini. Pengangkatan material menggunakan crawler crane adalah dengan memindahkan material secara horizontal yang kemudian material tersebut dapat diturunkan sesuai tempat yang diinginkan yang dapat dilihat seperti Gambar 2. Kapasitas *crawler crane* untuk pemindahan material ini yaitu 180 ton.



Gambar 2 Crawler Crane

4. Analisis Produktifitas

Perhitungan untuk mengetahui kapasitas suatu alat yaitu volume yang dikerjakan per siklus waktu dalam waktu 1 jam. Setelah mendapatkan perhitungan waktunya, langkah selanjutnya perhitungan jam kerja dan jumlah alat yang akan diperlukan. Cara perhitungan analisis produktifitas sebagai berikut ini.

Kapasitas Produksi

$$1. Q = q \times N \times Ek \quad (1)$$

Dimana:

Q = Produksi per satuan waktu

q = Kapasitas produksi peralatan persatuan waktu

$$N = \frac{T \text{ (Jumlah Trip Per Satuan Waktu)}}{W_s} \quad (2)$$

W_s = Waktu Siklus Ek = Efisiensi kerja

2. Volume Pekerjaan
3. Waktu Siklus

Faktor produktifitas digunakan untuk melihat kondisi lapangan sebagai faktor koreksi yang biasa disebut efisiensi kerja, yang bergantung pada kondisi pengoperasian alat dan pemeliharaannya yang dapat dilihat pada tabel acuan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1 Efisiensi Kerja

Kondisi Pekerjaan	Pemeliharaan Mesin			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik Sekali	0,84	0,81	0,75	0,7
Baik Sekali	0,75	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6
Jelek	0,68	0,61	0,57	0,52

Tabel 2 Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	E
Menyenangkan	0,9
Normal	0,83
Jelek	0,75

Sumber : Rochmanhadi,2000, hal.15

5. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jembatan Kali Kenteng dan Kali serang dengan melakukan pengamatan dan wawancara kepada pihak proyek untuk mengetahui efisiensi waktu dari metode *launcher girder* dan *crawler crane*.

Pengambilan data dilakukan dengan cara survei langsung ke lapangan, dan melakukan pengamatan. Data yang akan dianalisa terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer merupakan data yang dikumpulkan (*assessment*) dengan melakukan *study* lapangan. Data primer yang didapat saat di lapangan sebagai berikut:
 1. Data *erection girder* menggunakan *crawler crane*.
 2. Data *erection girder* menggunakan *launcher girder*.
 3. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, penelitian terdahulu, serta instansi

terkait seperti konsultan, kontraktor, pihak *owner* (Kementerian Pekerjaan Umum), dan lain-lain.

Data primer maupun data sekunder yang telah didapatkan, kemudian diolah dengan cara sebagai berikut ini.

1. Mengidentifikasi kegiatan WBS (*Work Breakdown Structure*).
2. Menyusun Kegiatan
3. Melakukan analisis durasi (*crawler crane* dan *launcher girder*)
4. Menghitung total seluruh satu proyek

6. Hasil dan Pembahasan

Analisis Data Jembatan

Perencanaan metode pelaksanaan struktur atas jembatan kali serang dan kali kenteng menggunakan beton pracetak pratekan (Balok *girder*) Tipe I dengan total 12 pilar dan 2 *abutment*.

Data Konstruksi jembatan yang digunakan meliputi :

Lebar Jembatan : 25,20 m (12,6 m + 12,6 m)

Panjang Jembatan : 35 m (A1-P1)

40 m (P1-P2)

30 m (P2-P3)

30 m (P3-P4)

40 m (P4-P5)

40 m (P5-P6)

40 m (P6-P7)

40 m (P7-P8)

40 m (P8-P9)

40 m (P9-P10)

40 m (P10-P11)

40 m (P11-A2)

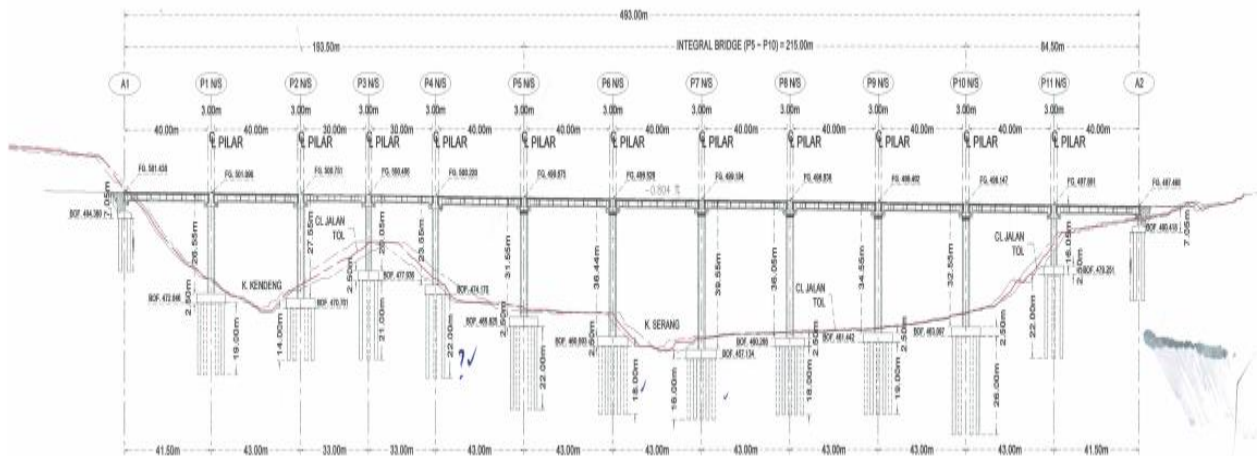
Tinggi Jembatan : 39,50 m (P7)

Jumlah Girder : 12 buah pada satu span

Pelaksanaan *Erection Girder* Jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang

Pekerjaan *erection girder* ini perlu dilakukan terlebih dahulu analisis untuk kelancaran pekerjaan tersebut. Analisis yang dilakukan adalah analisis produktivitas dan durasi.

Pada bab ini dilakukan analisis perbandingan dari dua metode yaitu metode 1 *launching girder* dan metode kedua yaitu *crawler crane*. Berikut adalah tampilan tampak samping dari jembatan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampak Samping Jembatan Kali Kentang dan Kali Serang A1 – A2

Metode *Erection Girder Menggunakan Crawler Crane*

Pada metode ini, digunakan alat berat *Crawler Crane* merk Kobelco. *Setting* dan *install* dimulai dari A2 – P11. Lokasi *stockyard* berada diantara span dan berjarak 40 m dari tiap pilar seperti pada Gambar 4.

1. Kebutuhan alat dalam metode *crawler crane*
Kebutuhan alat berat dalam metode pertama yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 3 Kebutuhan Erection Girder Metode *Crawler Crane*

Nama	Jumlah
Crawler Crane A 180 ton	2 unit

Adapun spesifikasi masing-masing dari *crawler crane* yang dijelaskan sebagai berikut ini.

Tabel 4 Spesifikasi *Crawler Crane*

Spesifikasi <i>Crawler Crane</i>	<i>Crawler Crane A</i>
Merk/Type	Kobelco
Model	CKE1800
Kapasitas Angkat Maksimum	180 T/4,4 m
Kemampuan Jangkauan Boom Length	85,3 m
Kecepatan Swing (Maksimum)	2,6 min ⁻¹ (rpm)
Kecepatan Angkat (V)	26,17 m/menit

2. Analisis Produktifitas Metode *Erection Girder Menggunakan Crawler Crane*

Pada tahap ini analisis produktivitas dan durasi dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan. Perhitungan produktifitas dan durasi pekerjaan diasumsikan *stockgirder* berada diantara span dan berjarak 40 m dari pilar, sertdiasumsikan dengan keadaan lapangan yang tidak ada hambatan dan ketinggian yang dianggap sama.



Gambar 4 *Erection Plan Menggunakan Crawler Crane*

Erection Girder P11-P10

a. Cycle time erection pci girder

Tabel 5 Cycle Time Erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i> <i>Mannufer Crane</i>	4,34
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	8,22
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	3,47
<i>Bracing</i>	12,18
Pelepasan <i>sling</i>	13,22
<i>Mannufer Crane</i>	6
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	2,34
Total	3,01
	59,30

b. Produktivitas Erection PCI Girder Dengan Crawler Crane

$$\text{Jumlah Siklus} = \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_r\text{)}}$$

dalam 1 jam (N)

$$= \frac{60}{59,30}$$

$$= 1,01$$

Nilai efisiensi kerja yang dipakai 0,83 (kondisi baik), sedangkan untuk nilai dari crew dan operator adalah 0,75 maka nilai produktivitas *crawler crane* sebagai berikut ini.

$$Q = q \times N \times E_k$$

$$= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83)$$

$$= 0,63 \text{ buah/jam}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\text{Total Durasi} = \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) \text{ /hari}}$$

Erection

$$= 2,72 \text{ hari}$$

$$= 3 \text{ Hari}$$

Jadi total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *crawler crane* pada masing-masing bentang adalah:

Tabel 6 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan *Erection Girder (Launcher Girder)*

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Penyiapan Lahan	4 Hari
2	Mobilisasi Girder dari Stock	4 Hari
3	Girder	
4	Erection Girder Span A2-P11	3 Hari
5	Erection Girder Span P11-P10	3 Hari
6	Erection Girder Span P10-P9	3 Hari
7	Erection Girder Span P9-P8	3 Hari
8	Erection Girder Span P8-P7	3 Hari
9	Erection Girder Span P7-P6	3 Hari
10	Erection Girder Span P6-P5	3 Hari
11	Erection Girder Span P5-P4	3 Hari
12	Erection Girder Span P4-P3	3 Hari
13	Erection Girder Span P3-P2	3 Hari
14	Erection Girder Span P2-P1	3 Hari
	Erection Girder Span P1-A1	3 Hari
	Total Waktu Pekerjaan	44 Hari

Sehingga total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *crawler crane* adalah 44 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan *erection* dan tidak termasuk pekerjaan *grouting*, *stressing* dan *cor*.

Metode Erection Girder Menggunakan Launcher Girder

Metode ini adalah metode perencanaan awal pada proyek Jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang. Pada metode ini, digunakan alat berat *Launcher* merk Comtec. Lokasi *stock girder* berada di belakang *Abutment 1* dan *abutment 2*. Perhitungan produktivitas dan durasi pada metode ini diasumsikan pengerjaannya 2 span selesai baru dilanjutkan dengan *erection* span-span yang selanjutnya. *Erection Plan* menggunakan *launcher girder* bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Erection Plan Menggunakan Launcher Girder

1. Kebutuhan alat dalam metode *launcher girder*
Kebutuhan alat dalam metode pertama yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 7 Kebutuhan Erection Girder Metode *launcher girder*

Nama	Jumlah
Launcher Girder	1 unit
Crawler Crane 80 ton	2 unit

Adapun spesifikasi masing-masing dari *launcher girder* yang dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 8 Spesifikasi *launcher girder*

Spesifikasi <i>Launcher</i>	<i>Launcher</i>
Merk/Type	Jatra
Model	LC240
Kapasitas	138 T/50 m
Berat	106,3 t
Kecepatan Trolley	6 min/min
Kecepatan Angkut (V)	0,75 m/min
Lendutan Maksimum	208,33 mm

2. Analisis Produktifitas Metode *Erection* Menggunakan *Launcher Girder*

Adapun contoh perhitungan waktu *erection girder* pada span P11-P10 bentang 40 m. Berikut Analisis Produktifitas span P11-P10:

Erection Girder P11-P10

- a. *Cycle time erection pci girder*

Tabel 9 *Cycle Time Erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Stockyard - Trolley	3,19
Trolley Rail - Launcher	13,3
Pengiriman <i>Girder</i>	107,07
<i>Setting girder ke bearing pad</i>	10
<i>Bracing</i>	15
Total	149,19

- b. Produktivitas Erection PCI Girder Dengan *launcher girder*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (tr)}} \\ &= \frac{60}{149,19} \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,4 \times 7) / \text{hari}} \\ &= 4,29 \text{ hari} \\ &= 5 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Tabel 10 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan *Erection Girder (Launcher Girder)*

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	<i>Installing Launching Girder</i>	11 Hari
2	<i>Installing LCB (rel) dan roll</i>	4 Hari
3	Persiapan Lahan	4 Hari
4	Erection Girder Span A2-P11	3 Hari
5	Erection Girder Span P11-P10	5 Hari
6	Erection Girder Span P10-P9	4 Hari
7	Erection Girder Span P9-P8	4 Hari
8	Erection Girder Span P8-P7	4 Hari
9	Erection Girder Span P7-P6	5 Hari
10	Erection Girder Span P6-P5	5 Hari
11	Erection Girder Span P5-P4	4 Hari
12	Erection Girder Span P4-P3	4 Hari
13	Erection Girder Span P3-P2	3 Hari
14	Erection Girder Span P2-P1	5 Hari
15	Erection Girder Span P1-A1	3 Hari
	Total Waktu Pekerjaan	68 Hari

Sehingga total waktu yang diperlukan untuk erection girder menggunakan launcher girder adalah 68 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan *erection* dan tidak termasuk pekerjaan *grouting*, *stressing* dan cor.

Perbandingan Metode yang Digunakan

Dari hasil perhitungan analisis produktifitas alat pada crawler crane dan launcher girder disajikan dalam Tabel 11

Tabel 11 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan

No	Metode yang digunakan	Waktu Pelaksanaan	
		Total Keseluruhan	Waktu rata-rata tiap girder
1	<i>Crawler Crane</i>	44 Hari	1 Jam
2	<i>Launching Girder</i>	68 Hari	2,5 Jam

Berdasarkan rekapitulasi waktu pelaksanaan masing-masing metode, maka dapat diketahui metode *crawler crane* memiliki waktu pelaksanaan total 44 hari dan metode *launching girder* memiliki waktu pelaksanaan total 68 hari. Data tersebut memperlihatkan bahwa metode

crawler crane lebih cepat 24 hari daripada metode *launcher girder*. Adapun, aspek lain yaitu resiko pelaksanaan dari setiap metode *erection girder* pada Tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 12 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Erection Girder*

Metode <i>Erection Girder</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Crawler Crane</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari segi waktu lebih cepat 2. Dari sewa alat lebih murah daripada <i>launcher</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya persiapan lahan lebih mahal daripada sewa alat dilihat dari kondisi geografis 2. Memiliki resiko kecelakaan kerja lebih tinggi daripada <i>launcher</i>
<i>Launcher Girder</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki resiko kecelakaan kerja lebih rendah daripada <i>crawler crane</i> 2. Biaya persiapan lahan lebih murah daripada <i>crawler crane</i> dilihat dari kondisi geografis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya sewa alat lebih mahal daripada <i>crawler crane</i> 2. Dari segi waktu lebih lama daripada <i>crawler crane</i>

7. Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan dari waktu dari beberapa metode yang di analisa, maka didapatkan hasil seperti berikut:

1. Metode *erection girder* menggunakan *crawler crane* dengan waktu pelaksanaan 44 hari lebih cepat 24 hari dibandingkan dengan metode *launcher girder* dengan waktu pelaksanaan 68 hari.
2. Metode *erection girder* pada jembatan kali kenteng dan kali serang dipilih menggunakan *crawler crane* karena dari segi waktu pelaksanaan dan mobilisasi alat lebih baik daripada *launcher girder*.

8. Daftar Pustaka

- Abhyankar, V. (2015). Trends and Recent advancements in Bridge Launching Techniques. *SEWC, Singapore, Sept.*
- Ahmadi-Kashani, K. (2014, May). Design and construction of a launched steel girder bridge. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Bridge Engineering* (Vol. 168, No. 4, pp. 299-307). Thomas Telford Ltd.
- Ai, X., & Zsaki, A. M. (2017). Stability assessment of homogeneous slopes loaded with mobile tracked cranes—An artificial neural network approach. *Cogent Engineering*, 4(1), 136-144.
- Al-Mebayedh, H. (2014). Erection and construction HSE MS procedure. *APCBEE procedia*, 9, 302-308.
- Arianie, G. P., & Puspitasari, N. B. (2017). Perencanaan Manajemen Proyek dalam meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus: Qiscus Pte ltd). *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(3), 189-196.
- Edi Kurniadi, S. T. (2016). *Metode Pelaksanaan Erection PCI Girder dan Analisis Produktivitas Menggunakan Alat Gantry Launcher Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi 1B* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Gea, A. A. (2014). Time Management: Menggunakan waktu secara efektif dan efisien. *Humaniora*, 5(2), 777-785.
- Granata, M. F. (2014). Analysis of non-uniform torsion in curved incrementally launched bridges. *Engineering Structures*, 75, 374-387.
- Guo, P., Cheng, W., Wang, Y., & Boysen, N. (2018). Gantry crane scheduling in intermodal rail-road container terminals. *International Journal of Production Research*, 56(16), 5419-5436.
- Kim, S. H., & Won, J. H. (2016). Structural behavior of a long-span partially earth-anchored cable-stayed bridge during installation of a key segment by thermal prestressing. *Applied Sciences*, 6(8), 231-250.
- Koto, M. S. (2018). Fungsi Organisasi dalam Manajemen Proyek. *Jurnal Ilman: Jurnal Ilmu Manajemen*, 5(1) 35-60.

- Libby, James R. 1984. *Modern Prestressed Concrete : Design, Principles, and Construction Methods*. New York. Van Nostrand Reinhold Company Inc
- Man, H., Bo, L., Dong, P. Y., & Man, C. C. (2018). Design of Main Bridge of Second Penang Bridge in Malaysia. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*, 4(2), 35-56.
- Meyer, M. (2011). Under-Slung and Overhead Gantries for Span by Span Erection of Precast Segmental Bridge Decks. *Structural Engineering International*, 21(4), 399-405.
- Ocktario, T.(2015). *Metode Pelaksanaan Dan Analisis Produktivitas Gantry Launcher Pada Pekerjaan Erection Girder Proyek Flyover Palur* (Jurnal Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada).
- Prasetyo,A.(2016). *Metode Pelaksanaan Erection Pci Girder Dengan Launching Gantry Method Pada Segmen Peb 202 Peb 203 Proyek Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu (Becakayu)* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Rochmanhadi. 2000. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Sakurikar, O. K., & Kushare, D. V. (2016, May). Review of Overhead Crane and Analysis of Components Depending on Span. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(5) 45-70.
- Soleha, R., & Ismail, A. (2018). Analisa Efektivitas Waktu dan Biaya Proyek Ditinjau Dari Unsur-Unsur Manajemen Proyek (Studi Kasus Overlay Runway Bandara Internasional Soekarno-Hatta). *Jurnal Konstruksi*, 16(2), 23-31.
- Tanjung, M. (2017). FUNGSI ORGANISASI DALAM MANAJEMEN PROYEK. *Jurnal Mantik Penusa*, 1(1) 87-98.
- Taurusyanti, D., & Lesmana, M. F. (2015). Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode PERT dan CPM Pada PT Buana Masa Metalindo. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, 1(1), 32-36
- Wicaksono, M. F. (2018). *Analisis Perbandingan Metode Erection Girder Menggunakan Crawler Crane Dan Launcher Girder Pada Pembangunan Under Bridge Sta 03+ 550 Jalan Tol Pandaan-Malang*(Jurnal Teknik Sipil, University Of Muhammadiyah Malang).
- Yoneyama, T., & Fujii, T. (2015). Fabrication and erection of Tokyo Gate Bridge. In *Proceedings of the IABSE-JSCE joint conference on advances in bridge engineering-III* (pp. 268-277).