

# **KAJIAN WAKTU PENYELESAIAN METODE *CRANE* DAN METODE *LAUNCHER* DALAM PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* JEMBATAN**

**(Studi Kasus : Pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo Ruas Salatiga – Boyolali Sta 40+409 – Sta 71+785)**

**Farouq Khoirul Izza<sup>1,\*</sup>, M. Ariya Praditama<sup>1</sup>, Claudia Nimas Kirana<sup>1</sup>, Karnawan Joko Setiyono<sup>1</sup>, Sudarmono<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*

*Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang Semarang 50275 Telepon (024) 76480569*

<sup>\*</sup>*Email: farouqizza@gmail.com*

## **Abstract**

*The Semarang-Solo Toll Road Project for the Salatiga-Kartasura Section is one part of the Trans Java toll road development project, one of the jobs in the form of an erection girder with the method used, namely the Crane and Launcher methods. The purpose of this study is to compare the completion time between Crane and Launcher Methods with field studies and analysis. Stages of research include literature studies, primary data collection in the form of variable time of completion and secondary data then analyzed by comparing the completion time of the second method of erection girder on girder with a span of 20.8 meters and 40.8 meters. The results of the comparison of completion time were obtained on a 20.8 meter span erection girder seen from the shortest time Crane Method was more efficient 61.44% than the Launcher Method, the longest time Crane Method was more efficient 32.13% of the Launcher Method, and Method average time Crane is more efficient 52.15% than the Launcher Method. Then on the span erection girder 40.8 m seen from the shortest time Crane Method is more efficient 61.48% than the Launcher Method, the longest time Crane Method is more efficient 29.82% than the Launcher Method, and the average time of the Crane Method is more efficient 41, 81% of the Launcher Method*

**Kata kunci :** *erection girder, precast girder, crane method, launcher method*

## **PENDAHULUAN**

Semakin tingginya pertumbuhan penduduk di Indonesia harus diimbangi dengan sarana transportasi yang memadai, salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan transportasi darat yaitu dengan pembangunan jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura STA 40+409 s.d 71+875 yang merupakan salah satu bagian dari proyek

Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa. Tistogondo (2004) dalam penelitiannya tersebut didapat kesimpulan bahwa metode Roller Skate lebih cocok untuk diaplikasikan dilihat dari biaya yang dikeluarkan serta didapatkannya keuntungan dari aspek non kuantitatif, walaupun dari segi waktu metode *Roller Skate* pengerjaannya lebih lama daripada metode *Crawler*

*Crane*.

Penelitian yang dilakukan Pratama (2013) menghasilkan analisa perbandingan antara Metode *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Girder* dan *Temporary Bridge* pada Jembatan Kali Surabaya Mojokerto, yang ditinjau dari segi perhitungan biaya dan waktu. Sehingga dari beberapa alternatif didapat hasil yang paling optimal untuk pekerjaan *erection girder* jembatan kali surabaya proyek jalan tol Surabaya – Mojokerto seksi 4 adalah dengan metode *launcher girder* dengan biaya sebesar Rp.996.000.000,00 dan waktu pelaksanaan 48 hari. Husein dan Dinariana (2013) dalam penelitiannya tersebut didapat hasil analisa dari segi waktu, metode kerjanya, dan biaya, *Gantry Launcher* lebih unggul waktu dan metode kerjanya dari *Mobile Crane*, sedangkan untuk analisa biaya *Mobile Crane* lebih unggul dari *Gantry Launcher*. Octario (2015) hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas *erection girder* dengan menggunakan metode *gantry launcher* pada segmen A1-P1 didapat durasi waktu selama 17 hari kerja dan pelaksanaan *erection girder* meliputi pekerjaan pelangsiran *girder*, *stressing girder*, *grouting girder* dan *erection girder*.

Permadani (2016) hasil dari penelitian ini adalah pelaksanaan Pekerjaan utama dari *erection PCI girder* dengan menggunakan *gantry launcher* adalah, pekerjaan pendahuluan, mobilisasi *PCI girder*, *stressing PCI girder* dan *erection*

*girder*. Produktivitas *erection PCI girder* menggunakan alat *gantry launcher* pada P1-P2 (pier head 1 ke pier head 2) sebelah kanan *underpass* kereta api dengan panjang bentang 42 meter membutuhkan waktu 5 hari kerja untuk 11 span *PCI girder*. Sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara dua metode yaitu *Metode Launcher* dengan *Metode Crane* dari segi waktu penyelesaian *erection girder* pada beberapa jembatan, dengan material yang digunakan berupa *I girder* sesuai dengan pengamatan di lapangan.

## METODE PENELITIAN

### Studi Pustaka

Studi pustaka yaitu identifikasi latar belakang dan perumusan masalah, serta mempelajari teori—teori terkait penelitian. Tujuan dari studi pustaka adalah untuk mencari teori-teori, konsep-konsep dan hasil-hasil penelitian dahulu (*empirik*) yang relevan dengan masalah penelitian yang akan dibahas.

### Pengambilan Data

Dalam penelitian ini peneliti mengambil data pada Proyek Jalan Tol Boyolali – Kartasura sta.58+500 – sta.71+875. Data yang dibutuhkan dapat berupa data sekunder maupun data primer.

1. Data Sekunder meliputi:
  - a. Layout Jembatan
  - b. Spesifikasi gelagar (*girder*)
  - c. Kapasitas alat
2. Data Primer  
Data yang diperoleh dari

penelitian dilapangan pada Proyek Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura STA 40+409 s.d 71+875 yaitu berupa waktu siklus dari setiap masing-masing metode *erection girder* dengan 1 *Crane*, 2

*Crane* dan *Launcher* pada beberapa jembatan yang diamati. Waktu penyelesaian Metode *Crane* dan waktu penyelesaian Metode *Launcher* dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Uraian waktu penyelesaian Metode *Crane*

No	Uraian	Waktu
1.	Pemasangan <i>sling</i> ke <i>girder</i>	T1
2.	Pelepasan <i>bracing girder</i>	T2
3.	Pengangkatan <i>girder</i>	T3
4.	Penggeseran/pemutaran( <i>swing</i> ) <i>girder</i>	T4
5.	Penurunan/perletakkan <i>girder</i> ke <i>bearing pad</i>	T5
6.	<i>Bracing girder</i>	T6
7.	Pelepasan <i>sling</i>	T7
8.	<i>Crane</i> kembali ke posisi awal	T8
Waktu penyelesaian total <i>Crane</i>		TTc

Tabel 2. Uraian waktu penyelesaian Metode *Launcher*

No	Uraian	Waktu
1.	Pemasangan <i>sling Hoist Launcher</i> 1	T1
2.	Pelepasan <i>bracing trolley launching</i> 1	T2
3.	<i>Launching girder</i> ke <i>hoist launcher</i>	T3
4.	Pemasangan <i>sling hoist launcher</i> 2	T4
5.	Pelepasan <i>bracing trolley launching</i> 1	T5
6.	Penurunan sampai 10 cm diatas <i>bearing pad</i>	T6
7.	<i>Launching girder</i> ke posisi bentang	T7
8.	Penggeseran <i>launcher</i>	T8
9.	Perletakkan <i>girder</i>	T9
10.	<i>Bracing girder</i>	T10
11.	Pelepasan <i>sling</i>	T11
12.	<i>Hoist launcher</i> kembali ke posisi awal	T12
Waktu penyelesaian total <i>Launcher</i>		TTc

### Analisa Data

Analisa dilakukan dengan mencari waktu terpendek, waktu terpanjang, dan waktu rata-rata *erection girder* dari masing-masing metode. Waktu terpendek adalah waktu dimana

kondisi produktivitas tinggi, sedangkan waktu terpanjang adalah waktu dimana kondisi produktivitas rendah dan waktu rata-rata adalah waktu dimana kondisi produktivitas rata-rata pada satu jembatan maupun

lingkup metode, kemudian dihitung efisiensinya terhadap waktu terlama antara satu metode dengan metode lainnya. Rumus efisiensi terhadap waktu terlama ini merupakan modifikasi/penyesuaian dari rumus yang digunakan oleh Husein dan Dinariana (2013). Rumus yang telah disesuaikan adalah sebagai berikut :

$$W = (C/L) \times 100 \%$$

$$E = ((L-C)/L) \times 100 \% \text{ atau } E = 100 \% - W \dots (1)$$

Dimana :

W = Peresentase perbandingan waktu yang dibutuhkan terhadap waktu terlama (%)

E = Efisiensi (%)

C = Waktu yang dibutuhkan metode tercepat (detik)

L = Waktu yang dibutuhkan metode terlama (detik)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jembatan pada proyek jalan tol Tol Boyolali – Kartasura sta.58+500 – sta. 71+875 menggunakan *girder* sebagai struktur utamanya. Bentang setiap jembatan memiliki panjang *girder* yang bervariasi, yaitu 16,6 m, 20,8 m, 30,8 m, 40,8 m, dan 45,8 m. Metode pelaksanaan proyek konstruksi yang baik apabila memenuhi persyaratan teknis, ekonomis (biaya murah, wajar, efisien), nonteknis, dan merupakan alternatif/pilihan terbaik (Syah 2004). Metode tersebut diantaranya adalah Metode *Crane* dan Metode *Launcher*. Dalam penelitian ini

peneliti memilih Jembatan Kali Putih 1 dengan bentang 20,8 m (Metode *Crane*), Jembatan Sungai Grenjeng bentang 20,8 m (Metode *Crane*), Jembatan Sungai Plered dengan bentang 40,8 m (Metode *Crane*), *Overpass* Barukan dengan bentang 40,8 m (Metode *Crane*), dan Jembatan Sungai Putih dengan bentang 20,8 m (Metode *Launcher*) serta bentang 40,8 m (Metode *Launcher*).

### Metode *Crane*

Metode *Crane* adalah suatu cara atau metode yang digunakan dalam pelaksanaan *erection girder* atau pemasangan *girder* dengan bantuan alat *Crane*. Berdasarkan jumlah alat *Crane* yang digunakan, metode ini dibagi lagi menjadi 2 yaitu Metode *Erection* dengan 1 *Crane* dan Metode *Erection* dengan 2 *Crane*.

#### 1. Metode erection girder dengan 1 Crane

*Erection girder* dengan 1 *Crane* dilakukan pada bentang *girder* kurang dari sama dengan ( $\leq$ ) 20,8 meter. Dalam metode *erection girder* dengan 1 *Crane* ini, *Crane* dapat mengambil secara langsung *girder* dari *stockyard* untuk di-*erection*, dengan catatan lokasi *stockyard* tidak lebih dari ( $>$ ) 50 meter dari tepi *abutment*. Metode ini dapat diterapkan pada model jembatan apapun. Namun bila berupa *overpass*, tinggi pijakan *Crane* ke kedudukan *girder* (*bearing pad* pada *pier head*) tidak boleh lebih dari 5 meter. Dalam metode *erection girder* dengan 1 *Crane* ini,

*Crane* perlu dibantu dengan *spreader beam* untuk menghindari terjadinya tekuk pada *girder*.

## 2. Metode erection girder dengan 2 Crane

*Erection girder* dengan 2 *Crane* dilakukan pada bentang *girder* lebih dari (>) 20,8 meter. Pada *erection girder* dengan 2 *Crane* ini posisi *girder* harus berada di antara atau disamping dengan syarat masih dalam jangkauan kedua *Crane*. Sehingga perlu dilakukannya mobilisasi *girder* untuk jembatan model *underbridge* atau *underpass* karena jembatan tersebut melewati bisa jurang/sungai/lalulintas dan dibutuhkannya jembatan sementara untuk akses mobilisasi dengan *Truck Bogie*. Adapun model jembatan yaitu *overpass*, yang tidak dibutuhkan mobilisasi karena *stockyard girder* bisa didudukkan di antara *abutment-abutment/pilar-pilar/abutment-pilar*, sehingga kedua *Crane* bisa langsung dapat melakukan *erection*. Untuk model *overpass*, syarat tinggi pijakan *Crane* ke dudukan *girder* (*bearing pad* pada *pier head*) tidak lebih dari 5 meter.

### **Metode Launcher**

Metode *erection girder* dengan *Launcher* adalah suatu cara atau metode yang digunakan dalam pelaksanaan *erection girder* atau

pemasangan *girder* dengan bantuan alat *Launcher*. Metode ini mampu di terapkan pada model jembatan apapun dan tanpa jalan akses. *Launcher* dalam proses *erection* ini hanya diperuntukkan untuk melakukan geser ke arah melintang jembatan. Sehingga *Launcher* tidak bisa langsung mengambil *girder* dari *stockyard* dan dibutuhkan mobilisasi *girder*. Alat bantu mobilisasi dalam metode *Launcher* menurut PT. Jatra Sejahtera (2018) adalah dengan *Trolley Launching* yang didudukkan pada lintasan rel yang dibangun sepanjang *stockyard* sampai dengan tepi *abutment/pilar* sehingga *Launcher* dapat menjangkau *girder* dan melakukan *erection*.

### **Erection Jembatan Kali Putih (Metode Crane)**

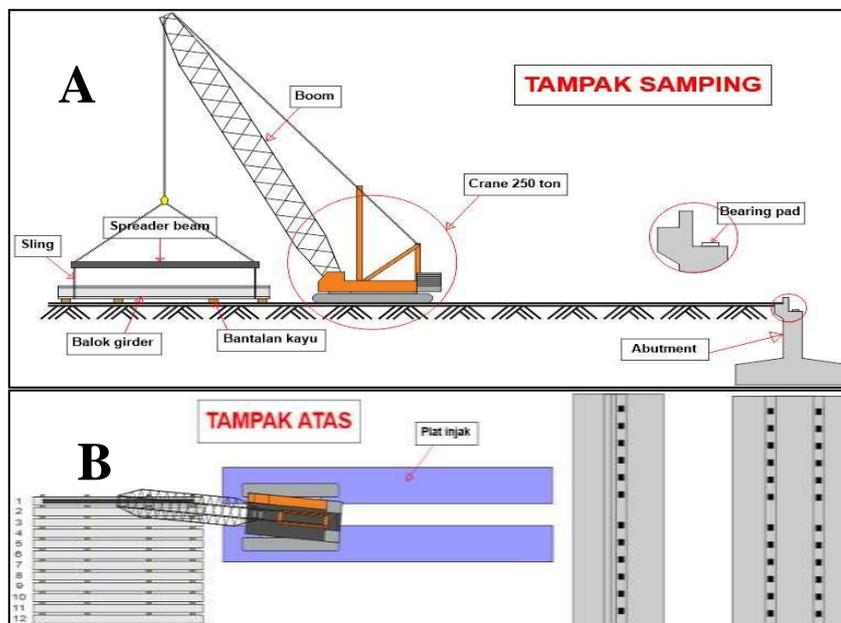
Jembatan Kali Putih 1 terletak di STA. 61+331 pada Proyek Pembangunan jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura. Jembatan ini terdiri dari beberapa bentang yaitu bentang antara *Abutment* 1-Pilar 1, Pilar 1-Pilar 2, Pilar 2- Pilar 3, dan Pilar 3-*Abutment* 2. Pilar 2 didesain menjadi 2 bagian yang terpisah dengan maksud untuk menyesuaikan arah aliran sungai, sehingga ada Pilar 2A dan Pilar 2B. *Layout* jembatan Kali putih 1 dapat di lihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. *Layout* Jembatan Kali Putih 1

Dalam penelitian ini peneliti mengamati pelaksanaan *erection girder* pada bentang P3–A2 yang memiliki bentang 20,8 meter dengan berat *girder* 22,94 ton. Pada bentang tersebut digunakan metode dengan 1 buah Crane berkapasitas *lifting* yaitu 250 ton. Lokasi *stockyard girder* bentang P3-A2 berada  $\pm$  30 meter dari tepi *abutment*, sehingga

memungkinkan *Crane* untuk mengambil *girder* langsung dari *stockyard* menuju area *erection girder* dan langsung melakukan *erection* tanpa adanya mobilisasi dengan *Truck Bogie*. Sketsa tampak samping dan tampak atas situasi awal pelaksanaan *erection girder* Jembatan Kali Putih 1 bisa dilihat pada Gambar 2.

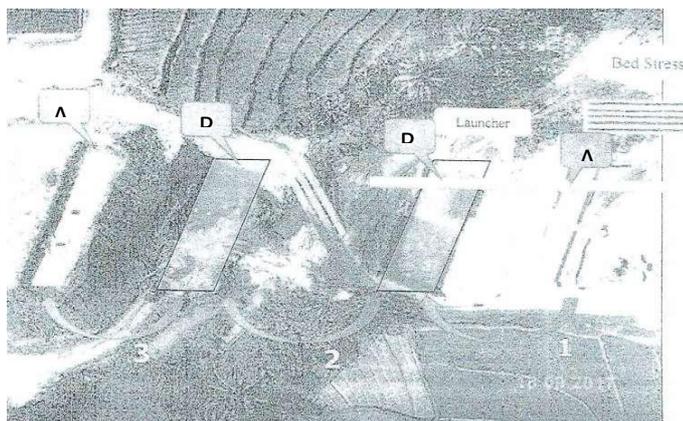


Gambar 2. Sketsa tampak samping (a) dan tampak atas (b) situasi awal pelaksanaan *erection girder* Jembatan Kali Putih 1

### **Erection Jembatan Sungai Putih**

Jembatan Sungai Putih terletak di STA. 55+522.541 pada Proyek Pembangunan jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura. Jembatan ini terdiri dari beberapa

bentang yaitu bentang antara *Abutment 1 - Pilar 1*, *Pilar 1 - Pilar 2*, dan *Pilar 2 - Abutment 2*. *Layout* Jembatan Sungai Putih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Layout* Jembatan Sungai Putih

Dalam penelitian ini peneliti mengamati pelaksanaan *erection girder* pada bentang P2–A2 dengan panjang 20,6 meter dan berat *girder* 21,9 ton (12 buah), serta bentang P1–P2 dengan panjang 40,8 meter dan berat *girder* 80,53 ton (12 buah). Pada kedua bentang tersebut digunakan metode dengan *Launcher* berkapasitas 120 ton.

Pada Jembatan Sungai Putih ini lokasi *stockyard girder* berada di belakang abutment 1 (A1). Sebelum penerapan metode *Launcher*, pada bentang A1-P1 dengan panjang 20,6 meter dan berat 21,9 ton sudah di-*erection* menggunakan metode *erection girder* dengan 1 *Crane*. Kombinasi ini dimaksudkan untuk mempercepat pelaksanaan *erection* di Jembatan Sungai Putih. Selanjutnya untuk pelaksanaan *erection* dengan *Launcher* ini, lebih

dahulu bentang P2-A2 yang di-*erection* dan selanjutnya bentang P1-P2. Situasi tampak samping dan tampak atas dalam pelaksanaan *erection girder* Jembatan Sungai Putih dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5 di bawah.

Tahapan pelaksanaan di lapangan :

1. Melepas *bracing Trolley Launching 1*
2. *Launching girder* hingga *girder* bagian belakang mampu dijangkau *hoist Launcher 2*
3. Memasang *sling Hoist Launcher 2* pada *girder* bagian belakang
4. Melepas *bracing Trolley Launching 2*
5. Melakukan *launching girder* menuju posisi bentang A2 – P2 (untuk bentang 20,8 m) dan P1 – P2 (untuk bentang 40,8 m)

6. Menurunkan *girder* hingga 10 cm di atas *bearing pad*
7. Menggeser *girder* menuju koordinat yang sudah ditentukan
8. Menurunkan *girder* ke *bearing pad*
9. Melakukan *bracing girder* pada abutmen/pilar dan antar *girder*
10. Melepas *slings* kedua *Hoist Launcher*
11. *Launcher* beserta *hoist*-nya kembali ke posisi awal *Launcher* kembali dengan melakukan geser. Sedangkan kedua *Hoist* kembali *launching* menuju posisi pengambilan *girder*.

#### **Analisa Data Waktu Penyelesaian Erection Girder bentang 20,8 m Metode Crane**

Dalam pelaksanaan *erection girder* bentang 20,8 m dengan Metode *Crane* ini digunakan 1 buah alat *Crane*. Jembatan yang mempunyai bentang 20,8 m dengan Metode *Crane* adalah Jembatan Kali Putih 1 dan Jembatan Sungai Grenjeng. Dalam analisa data waktu ini meliputi penjumlahan waktu semua uraian pekerjaan pada masing-masing *girder*, mencari waktu terpendek dan terpanjang, serta waktu rata-rata. Analisa data waktu penyelesaian *erection girder* dengan 1 *Crane* Jembatan Kali Putih 1 dan Jembatan Sungai Grenjeng bentang 20,8 meter. Hasil analisa data waktu dari

kedua jembatan didapat batas waktu penyelesaian terpendek dan terpanjang Metode *Crane* untuk *erection girder* bentang 20,8 meter adalah 27 menit 9 detik dan 56 menit 26 detik, dengan rata-rata yaitu 37 menit 12 detik.

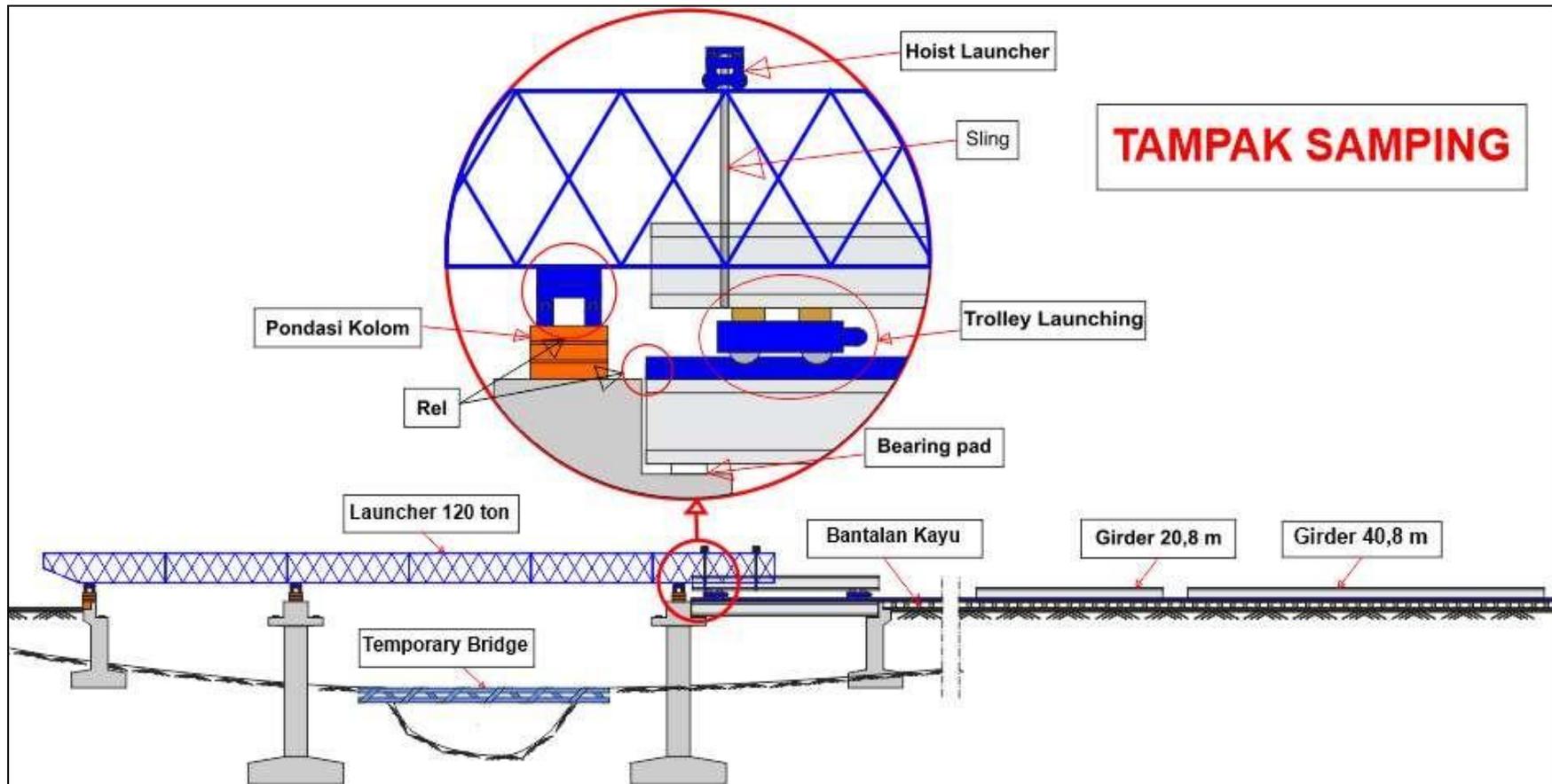
#### **Analisa Perbedaan Skematik Data Waktu**

Skematik lama waktu *erection* setiap *girder* pada jembatan satu dengan lainnya padahal dengan metode yang sama serta posisi *girder* yang telah disesuaikan hingga mirip (paling mendekati) terjadi perbedaan cukup signifikan ini dapat dikarenakan oleh beberapa faktor penyebab pada saat proses *erection girder*. Faktor penyebab tersebut diantaranya sebagai berikut:

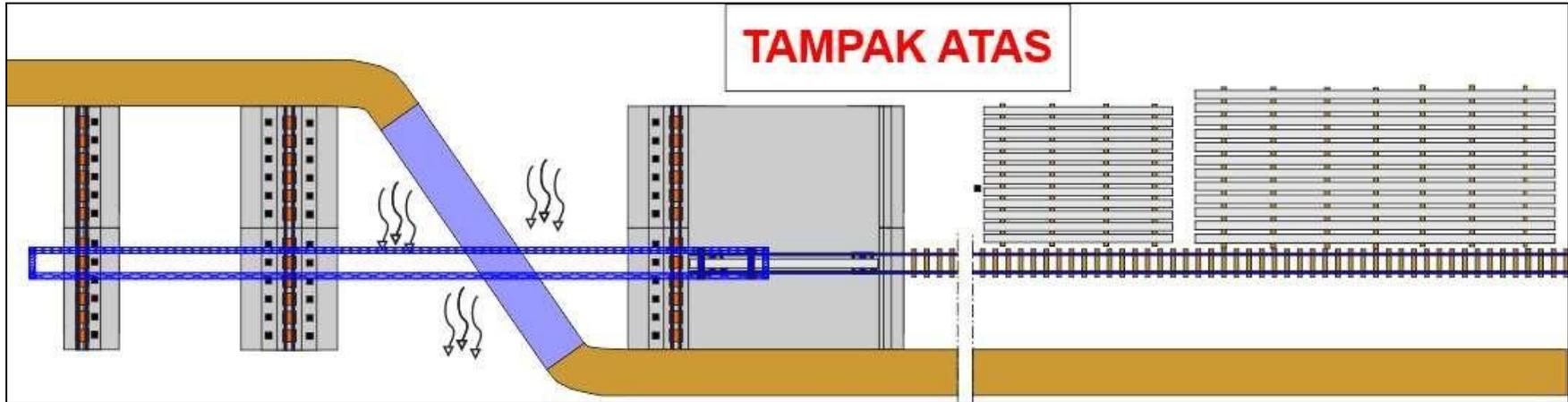
1. Kondisi alam yang tidak mendukung,
2. Ketidak-sesuaian prosedur pelaksanaan oleh pelaksana,
3. Produktivitas kerja yang rendah akibat kelelahan tenaga kerja.

#### **Analisa Perbandingan Waktu Penyelesaian Metode Crane dengan Metode Launcher**

Setelah didapat waktu terpendek, terpanjang dan rata-rata *erection girder* pada Metode *Crane* dan Metode *Launcher*, kemudian dilakukan perbandingan efisiensi waktu sesuai kondisi bentang yang sama.



Gambar 4. Sketsa situasi tampak samping awal pelaksanaan *erection girder* Jembatan Sungai Putih



Gambar 5. Sketsa situasi tampak atas awal pelaksanaan *erection girder* Jembatan Sungai Putih (lanjutan)

Contoh perhitungan efisiensi terhadap waktu terlama antara waktu terpendek Metode *Crane* dengan *Launcher* dalam *erection girder* bentang 20,8 m:

$$C = 27 \text{ menit } 9 \text{ detik} = 1629 \text{ detik}$$

$$L = 1 \text{ jam } 10 \text{ menit } 25 \text{ detik} = 4225 \text{ detik}$$

$$W = (1629 / 4225) \times 100 \%$$

$$= 38,56 \%$$

$$E = ((4225 - 1629) / 4225) \times 100 \%$$

$$= 61,44 \%$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Dalam *erection girder* bentang 20,8 m
  - Waktu terpendek Metode *Crane* lebih efisien 61,44 % dari waktu terpendek Metode *Launcher*.
  - Waktu terpanjang Metode *Crane* lebih efisien 32,13 % dari waktu terpanjang Metode *Launcher*.
  - Waktu rata-rata Metode *Crane* lebih efisien 52,15 % dari waktu rata-rata Metode *Launcher*.
2. Dalam *erection girder* bentang 40,8 m
  - Waktu terpendek Metode *Crane* lebih efisien 61,48 % dari waktu terpendek Metode *Launcher*.
  - Waktu terpanjang Metode *Crane* lebih efisien 29,82 % dari waktu terpanjang Metode *Launcher*.
  - Waktu rata-rata Metode *Crane* lebih efisien 41,81 % dari waktu rata-rata Metode *Launcher*.

### **Analisa Perbandingan Metode *Crane* Dan Metode *Launcher* Secara Kualitatif**

Dalam pengerjaannya, Metode *Crane*

relatif kurang stabil karena alat utama melakukan perpindahan bisa ke segala arah serta landasan gerak berupa plat yang digelar pada tanah (CBR min. 6 %) atau dapat berupa lantai kerja. Sedangkan Metode *Launcher* relatif lebih stabil karena alat utama melakukan perpindahan hanya satu arah serta landasan gerak berupa lintasan rel yang rata. Dalam memberikan dampak pada lingkungan, Metode *Crane* (terutama pada *erection* dengan dua *Crane*) membutuhkan lahan yang lebih untuk keperluan akses *girder* sehingga *Crane* mampu menjangkau *girder* untuk dapat di-*erection*. Sedangkan pada Metode *Launcher*, *girder* tidak dibutuhkan akses tambahan.

Dalam kemampuan diterapkannya, Metode *Crane* dengan Metode *Launcher* sama-sama dapat diterapkan pada kondisi jembatan model *overpass*, *underpass*, ataupun *underbridge*. Namun pada kondisi jembatan model *underpass* maupun *underbridge* jika tidak ada akses tambahan baik di bawah maupun disamping jembatan yang akan di-*erection* Metode *Crane* tidak dapat diterapkan, sedangkan Metode *Launcher* tetap dapat diterapkan. Dalam kapasitas angkatnya, Metode *Crane* terdapat penurunan kapasitas angkat sesuai radius lengan (*boom*). Sedangkan Metode *Launcher* kapasitas angkat tidak terjadi penurunan. Perbandingan Metode *Crane* dan Metode *Launcher* Secara Kualitatif dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan Metode *Crane* dan Metode *Launcher* Secara Kualitatif

No	Metode <i>Crane</i>	Metode <i>Launcher</i>
1	Relatif kurang tabil	Relatif lebih stabil
2	Butuh lahan lebih untuk akses	Tidak butuh tambahan lahan
3	Dapat diterapkan pada kondisi jembatan tertentu	Dapat diterapkan pada kondisi jembatan bagaimanapun
4	Ada penurunan kapasitas angkat	Tidak ada penurunan kapasitas angkat

### SIMPULAN

Pada *erection girder* bentang 20,8 meter dilihat dari waktu terpendek Metode *Crane* lebih efisien 61,44 % daripada Metode *Launcher*, waktu terpanjang Metode *Crane* lebih efisien 32,13 % daripada Metode *Launcher*, dan waktu rata-rata Metode *Crane* lebih efisien 52,15 % daripada Metode *Launcher*. Kemudian pada *erection girder* bentang 40,8 m dilihat dari waktu terpendek Metode *Crane* lebih efisien 61,48 % daripada Metode *Launcher*, waktu terpanjang Metode *Crane* lebih efisien 29,82 % daripada Metode *Launcher*, dan waktu rata-rata Metode *Crane* lebih efisien 41,81 % daripada Metode *Launcher*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari segi waktu penyelesaian *erection girder*, Metode *Crane* lebih cepat (efisien) daripada Metode *Launcher*.

### DAFTAR PUSTAKA

Husein, W.S, Dinariana, D., 2013, *Perbandingan Gantry Dan Mobile Crane Pada Jalan Layang Dari Segi Waktu, Metode Kerja, Dan Biaya*. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=>, (13 Agustus 2018).

Octario, T., 2015, Metode

Pelaksanaan Dan Analisis Produktivitas *Gantry Launcher* Pada Pekerjaan *Erection Girder* Proyek *Flyover* Palur, Tugas Akhir, Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.

Permadani, C.P., 2016, Metode Pelaksanaan *Erection PCI Girder* dan Analisis Produktivitas Menggunakan Alat *Gantry Launcher* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi 1B. Tugas Akhir, Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.

Pratama, D.D., 2013, *Analisa Perbandingan Metode *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Girder* Dan *Temporary Bridge* Dari Segi Biaya Dan Waktu Pada Jembatan Kali Surabaya Mojokerto*, *JURNAL TEKNIK POMITS*, Vol. 1, No. 1, Hal. 1-10.

PT. Jatra Sejahtera, 2018, Rev 1, *Erection Girder Jembatan Sungai Putih Menggunakan Metode *Launcher Crane**, Jombang.

Syah, M.S., 2004, Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek,

Cetakan Pertama. Jakarta:  
Gramedia Pustaka Utama.  
Jombang.

Tistogondo, Julistyana, 2004, *Studi  
Efektifitas Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Erektion PCI*

*Girder dengan Metode Crawler  
Crane dan Roller Skate (Kasus:  
Proyek Pembangunan Jembatan  
Suramadu Sisi Surabaya), ,  
Jurnal Neutron, Vol. 4, No. 1,  
Hal. 79-106.*