



Analisis Perbandingan Pekerjaan *Erection Girder Beam* dengan Metode *Launcher* dan *Crawler Crane* Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang

Agus Bambang Siswanto ^{*1}, Mukhamad Afif Salim ¹, Purwantini ¹, Agista Nurwidiyanti ²

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Email* : agus_bambang_iswanto@untagsmg.ac.id

Diterima Oktober 2022; Disetujui November 2022; Dipublikasi Desember 2022

Abstract. *Selection of the right and effective Erection girder work method will support the work on the project. Accelerated projects require contractors to complete work on time. The project conditions and weather resulted in the erection girder work being unable to be carried out frontally and if the right solution was not given, it would result in not achieving the target time for the work. Quantitative research with case studies requires quantitative data (numbers), the discussion is carried out by comparing costs, time, risks and advantages and disadvantages of each work method. The conclusions obtained from this research are: The use of the Beam Launcher method costs Rp. 1,115,049,012.00, while the Crawler Crane costs Rp. 218,670,575.90. Meanwhile, in terms of time, the use of the Crawler Crane method can be carried out for 11 days, while the Launcher can be carried out for 38 days. However, the Beam Launcher method was chosen for the Kedawung bridge project, because the bridge crosses the Semarang – Batang toll road which can be fatal if total closure carried out.*

Keywords: *Beam Launcher, Crawler Crane, Erection Girder, PCI Girder*

Abstrak. Pemilihan metode kerja *Erection girder* yang tepat dan efektif akan mendukung pekerjaan di proyek. Proyek percepatan menuntut kontraktor dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu. Kondisi proyek dan cuaca berakibat pekerjaan *erection girder* tidak dapat dikerjakan secara frontal dan jika tidak diberikan solusi yang tepat maka akan berakibat tidak tercapainya target waktu pekerjaan. Penelitian kuantitatif dengan studi kasus memerlukan data berbentuk kuantitatif (angka), pembahasan dilakukan dengan membandingkan biaya, waktu, resiko dan kelebihan kekurangan dari masing masing metode kerja. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, adalah: Pemakaian Metode Kerja *Beam Launcher* biaya sebesar Rp. 1.115.049.012,00, sedangkan *Crawler Crane* biaya sebesar Rp. 218,670,575.90. Sementara dilihat dari segi waktu, pemakaian metode *Crawler Crane* dapat dilaksanakan selama 11 hari, sedangkan *Launcher* dapat dilaksanakan selama 38 hari. Meski demikian metode *Beam Launcher* dipilih untuk proyek jembatan Kedawung ini, disebabkan jembatan tersebut melintas di atas jalan TOL Semarang – Batang yang berakibat fatal apabila dilakukan penutupan total.

Kata Kunci : *Beam Launcher, Crawler Crane, Erection Girder, PCI Girder*



PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Kawasan Industri Terpadu Batang (KIT-B) termasuk salah satu dari proyek strategis nasional (PSN). Kawasan industri ini akan dijadikan percontohan untuk pengembangan kawasan industri di daerah lainnya. Proyek ini salah satu program pemerintah dalam memulihkan perekonomian nasional akibat *covid-19* dengan harapan dapat menjadi kawasan yang mampu menyerap ribuan tenaga kerja (Siswanto, 2022) sesuai Peraturan Presiden RI nomor 79 tahun 2019 tentang percepatan pembangunan ekonomi yang salah satunya yaitu pengembangan kawasan Batang.

Salah satu bagian dari proyek strategis nasional adalah proyek pembangunan KIT-B Paket 1.2 yang meliputi pembangunan jalan sepanjang 7,85 km dan 4 buah jembatan sepanjang 336 m. Salah satu jembatan yang ada di paket 1.2 yakni Jembatan Kedawung Barat yang terletak di Km 368+100 yang melintasi jalan tol Semarang – Batang membentang sepanjang 84 m yang terdiri dari 3 span dengan bentang tepi sepanjang 16 m dan bentang tengah sepanjang 50 m. Balok PCI *girder* berjumlah 10 dalam setiap span.

Pada pelaksanaan pembangunan jembatan telah direncanakan metode pengangkatan (*erection*) untuk *girder*. Metode *erection girder* menggunakan alat berat atau metode *beam launcher* dan *crawler crane*. Penentuan pilihan metode yang tepat, banyak hal yang harus dipertimbangkan secara cermat dan teliti, apakah menggunakan metode *beam launcher* atau dengan metode *crawler crane*. Metode *erection girder* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam segi waktu dan biaya.

Penelitian ini menganalisis tingkat efektifitas dan efisiensi kedua alat berat tersebut terhadap waktu dan biaya pelaksanaan pemasangan *girder* dengan metode *beam launcher* dan *crawler crane* pada Jembatan Kedawung Barat Proyek Pembangunan KIT-Batang. Pemilihan dari kedua metode harus sesuai dengan mutu dan spesifikasi yang ada dan dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan memiliki biaya pekerjaan yang tidak mahal.

Tujuan dari penelitian ini diantaranya untuk :

1. Mengetahui perbandingan dua metode dari sisi biaya ;
2. Mengetahui perbandingan dua metode dari segi waktu;
3. Mengidentifikasi adanya risiko dari masing-masing metode tersebut;
4. Mengetahui kelebihan dan kekurangan yang terdapat pada masing-masing metode tersebut.

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini:



1. Lokasi penelitian pada pelaksanaan pekerjaan *erection girder* Jembatan Kedawung Barat pada 3 bentang A1-P1, P1-P2, P2-A2 pada proyek pembanguana Kawasan Industri Terpadu Batang
2. Analisis yang dilakukan adalah metode pelaksanaan yang di dalamnya mencakup aspek biaya pelaksanaan, waktu pelaksanaan, mutu dan resiko.
3. Membandingkan penggunaan alat berat antara *crawler crane* dan *beam launcher* hanya pada pelaksanaan metode *erection girder*.
4. Tidak membahas pembebanan struktur atas dan bawah jembatan.

KAJIAN PUSTAKA

Manajemen dapat diartikan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, mengkoordinir dan mengontrol sumber daya untuk mencapai suatu sasaran tertentu secara efektif dan efisien. Manajemen proyek harus memenuhi fungsi dasarnya. Fungsi dasar manajemen proyek dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu pengelolaan lingkup proyek, pengelolaan biaya, pengelolaan waktu dan jadwal, mengelola kualitas dan mutu (Hansen, 2017).

Manajemen biaya mencakup kategori biaya proyek, estimasi penggunaan masing-masing sumber daya, penganggaran untuk biaya yang di perkirakan, serta mengontrol biaya saat proyek berjalan agar sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Setiap pelaksanaan proyek, perencanaan biaya merupakan hal yang perlu diperhatikan (Siswanto, 2019).

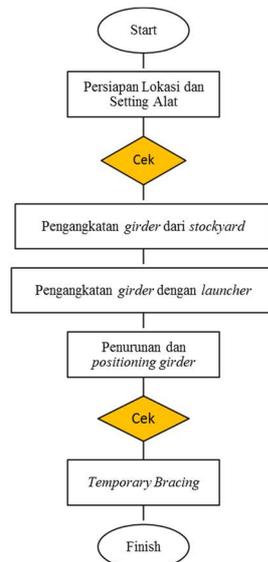
Manajemen waktu proyek merupakan tahapan mendefinisikan proses-proses yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung berkaitan dengan penjaminan agar proyek dapat berjalan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan biaya serta penjagaan kualitas dari proyek (Nurhayati, 2010).

Pengelolaan mutu meliputi kegiatan-kegiatan yang diperlukan agar hasil proyek memenuhi persyaratan, kriteria dan spesifikasi yang telah ditentukan. Kegiatan konstruksi memiliki banyak jenis pekerjaan yang melibatkan banyak pihak dan prosesnya sangat kompleks. Sehingga pekerjaan konstruksi memiliki macam-macam potensi bahaya sampai dengan tingkat kecelakaanya juga tinggi. Manajemen Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3) konstruksi menjadi sangat urgen dan vital bagi setiap SDM yang terlibat dalam dunia konstruksi. Sistem manajemen keselamatan konstruksi adalah bagian dari system

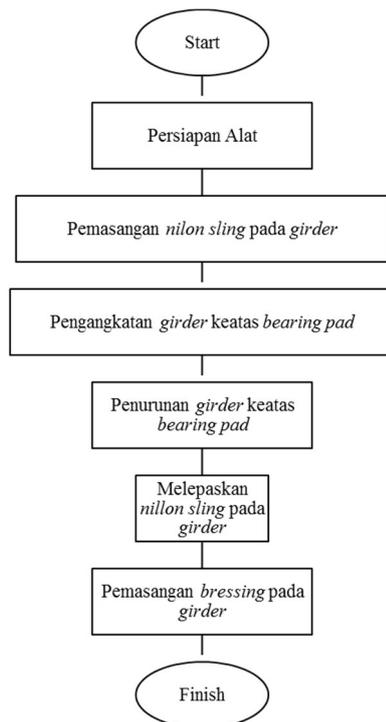
manajemen pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam rangka menjamin terwujudnya Keselamatan Konstruksi (Erniati, 2021).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah besarnya biaya yang diperkirakan dalam pekerjaan proyek yang disusun berdasarkan volume dari tiap-tiap item pekerjaan. Biaya ini tergantung pada volume, upah tenaga kerja, harga material, jasa kontraktor, serta pajak.

Girder adalah suatu bagian struktur atas sebuah konstruksi jembatan yang berfungsi untuk menyalurkan beban kendaraan maupun berat *girder* itu sendiri ataupun beban lain yang ada di atas *girder* tersebut untuk menuju ke bagian struktur bawah. Bentuk *girder* yang biasa digunakan berbentuk I biasa disebut dengan Balok I dimana bagian tengahnya lebih langsing dari bagian pinggir. *Girder* dengan profil balok I memiliki kelebihan pada pengerjaannya yang mudah serta cepat dalam berbagai jenis kasus. *Girder* yang digunakan pada proyek pembangunan Kawasan Industri Terpadu Batang sendiri adalah tipe PCI *girder* dengan 2 tipe bentang yakni bentang 16.6 m dan 50.8 m. *Erection girder* adalah suatu kegiatan pemasangan balok *girder* ke atas tumpuannya. Pada pembangunan Jembatan Kedawung Barat, perbandingan metode pelaksanaan dengan menggunakan *crawler crane* dan *launcher girder* pada saat *erection girder*. Metode pelaksanaan secara garis besar pada pekerjaan *erection girder* menggunakan *launcher* maupun pekerjaan *erection girder* menggunakan *crawler crane*. Metode Kerja *Erection Girder* menggunakan *Launcher* seperti pada gambar 1 dan metode Kerja *Erection Girder* Menggunakan *Crawler Crane* pada Gambar 2.



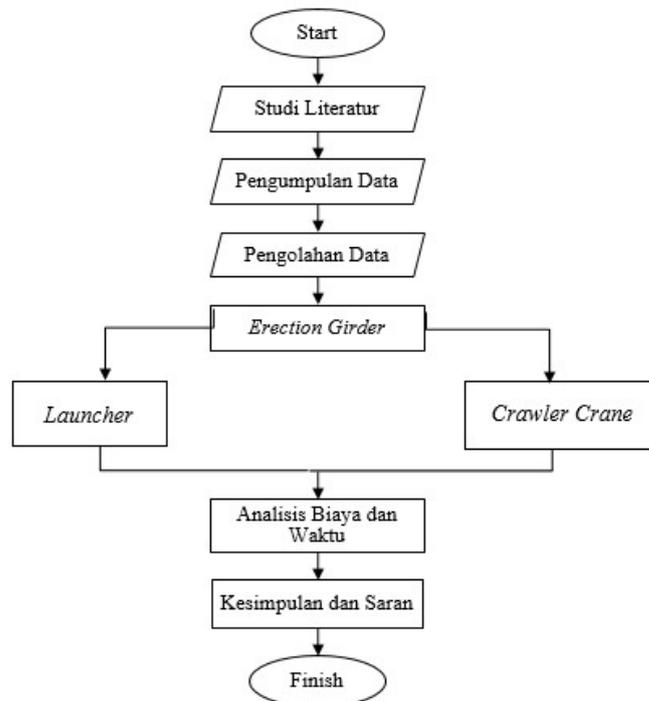
Gambar 1. Bagan Alir Metode Kerja *Erection Girder* Menggunakan *Launcher*



Gambar 2. Bagan Alir Metode Kerja *Erection Girder* Menggunakan *Crawler Crane*

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian tersaji dalam bagan alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian.



Analisis Data

Analisis data sangat diperlukan agar lebih mudah mendapatkan solusi atas permasalahan penelitian yang sedang dilakukan. Analisis data merupakan proses dimana data yang dikumpulkan diproses untuk menghasilkan kesimpulan. Analisis data dengan menggunakan teknik statistik adalah istilah untuk metode analisis kuantitatif, dan analisis data menggunakan analisis tematik dengan pengkodean dan berupa teks merupakan metode analisis kualitatif.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum

Studi kasus dalam penelitian ini adalah Pembangunan Jembatan Kedawung Barat pada Proyek Pembangunan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang. Jembatan ini melintasi Tol Semarang – Batang dengan sebagian besar area lokasi proyek merupakan pembukaan lahan dari PT.PN Kabupaten Batang. Struktur atas jembatan ini menggunakan PCI girder (Siswanto, 2022). Terdapat dua alternatif metode dalam pekerjaan *erection girder* yaitu sebagai berikut:

- 1) Metode pekerjaan *erection girder* dengan *launcher*
- 2) Metode pekerjaan *erection girder* dengan *crawler crane*

Dari dua metode tersebut akan di bandingkan untuk mengetahui metode mana yang lebih efektif digunakan, kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode tersebut (Kurniawan, 2019).

Data Teknis Jembatan

Perencanaan metode pelaksanaan struktur atas Jembatan Kedawung Barat menggunakan PCI

girder sebagai balok utama penyangga jembatan ditambah plat diafragma.

Data konstruksi jembatan :

Lebar Jembatan : 27,20 m (13,6 m + 13,6 m)

Panjang Jembatan : 16,60 m (A1-P1)
: 50,80 m (P1-P2)
: 16,60 m (P2-A2)

Tinggi Jembatan : 5,00 m

Jumlah Girder : 14 buah pada satu span

a) Spesifikasi PCI Girder Bentang 50,80 m



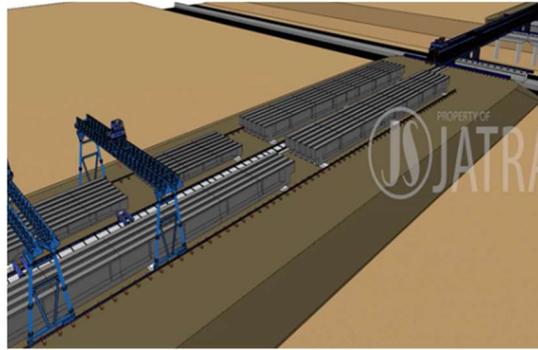
| | |
|---------------------------------------|--|
| Jenis balok | : PCI Girder |
| Komposit/Non Komposit | : Precast |
| Panjang balok (Lb) | : 50,80 m |
| Jarak balok (s) | : 1,40 m |
| Tinggi total girder | = 2,30 m |
| penampang girder (A) | = 0,7895 m ² |
| Panjang bentang (L) | = 50,80 m |
| Specific Gravity Beton Prategang (Wc) | = 25,50 kN/m ³ |
| Wbalok = A x L x Wc | |
| | = 0,78950 m ² x 50,80 m x 25,50 |
| | = 1022.7 Kn = 102,2 Ton |

b) Spesifikasi PCI Girder Bentang 16.60 m

| | |
|---------------------------------------|---|
| Jenis balok | : PCI Girder |
| Komposit / Non Komposit | : Komposit |
| Panjang balok (Lb) | : 16,60 m |
| Jarak balok (s) | : 1,85 |
| Tinggi total girder | = 1,25 m |
| Penampang girder (A) | = 0,3167 m ² |
| Panjang bentang (L) | = 16,60 m |
| Specific Gravity Beton Prategang (Wc) | = 25,50 kN/m ³ |
| Wbalok = A x L x Wc | |
| | = 0,31675 x 16,60 x 25,50 kN/m ³ |
| | = 134.1 kN = 13,41 Ton |

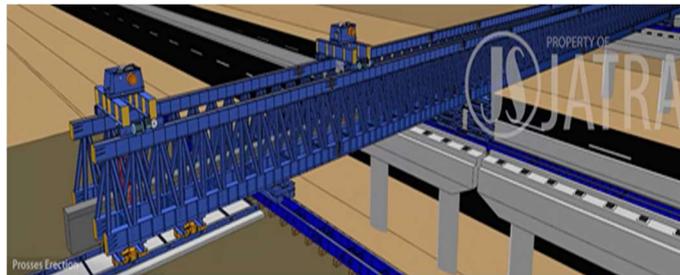
Metode Pelaksanaan *Erection Girder* dengan *Beam Launcher*

Pelaksanaan *erection girder* metode *launcher* ini menggunakan *crane* 50 ton untuk *service*. *Girder erection* dimulai saat pengangkatan girder dari *stockyard* menuju ke lokasi penempatan girder. Peluncuran girder menuju *launcher*, digunakan alat 2 portal gantry sebagai feeder girder seperti pada gambar 6, girder diikat dan diangkat untuk diletakkan di atas *trolley* untuk membantu meluncurkan girder



Gambar 6. Peluncuran *Girder* Menggunakan Portal Gantry

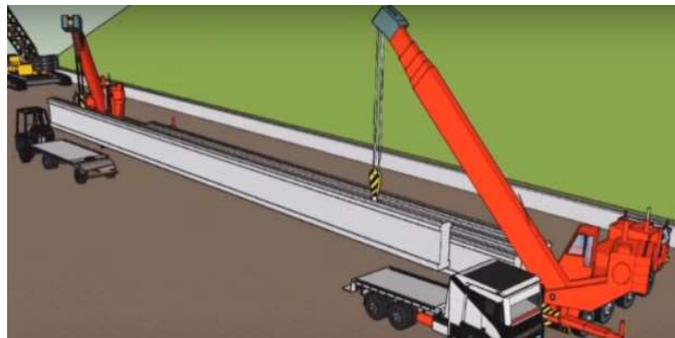
Pengangkatan *girder* dilakukan dengan cara *girder* diikat menggunakan *lifting frame*, kemudian *girder* diangkat menuju titik perletakan. Setelah *girder* sudah berada di atas perletakan, *girder* diturunkan secara perlahan dan diposisikan pada perletakan. Dilakukan pengecekan terhadap posisi *girder* dan level girder saat duduk di perletakan.



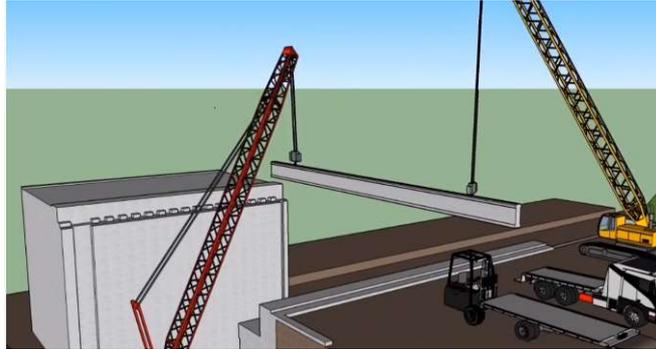
Gambar 7. Pengangkatan *Girder* Menuju Titik Perletakan

Metode Pelaksanaan *Erection Girder* dengan *Crawler Crane*

Pelaksanaannya menggunakan 2 buah *crane* 80 Ton untuk *service* dan 2 buah *crane* 100 Ton untuk *erection* ditempat. Sedangkan untuk mobilitas *girder* menggunakan 1 buah *boogie* menuju tempat *erection* dari *stockyard* (Roestiyanti, 2008). *Girder erection* dimulai dengan pengangkatan girder dari *stockyard* menggunakan 2 buah *crawler crane* 80 Ton ke atas *boogie* untuk di distribusikan ke lokasi *erection*.



Gambar 8. Pengangkatan *Girder* Dari *Stockyard* ke atas *Boog*



Gambar 9. Perletakan Girder di atas Bearing Pad

Analisa Waktu Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan *Erection Girder* dengan *Launcher*

Analisis produktivitas dan durasi dilakukan dengan pengamatan di lapangan. (Salim, 2021). Pengamatan dibagi menjadi 3 zona yakni zona 1 (A1-P1), zona 2 (P1-P2), dan zona 3 (P2-A2).

Cycle time yang dibutuhkan girder bentang 16,60 m (zona A) melakukan *erection girder* dengan waktu rata-rata / girder adalah 3 Jam 25 menit atau 3,33 Jam.

$$\text{Total Durasi} = \frac{14 \text{ buah}}{2 \text{ buah/hari}} = 7 \text{ Hari}$$

Cycle time yang dibutuhkan girder bentang 50,80 m (zona B) melakukan *erection girder* dengan waktu rata-rata / girder adalah 3 Jam 20 menit atau 3,33 Jam.

$$\text{Total Durasi} = \frac{14 \text{ buah}}{2 \text{ buah/hari}} = 7 \text{ Hari}$$

Cycle time yang dibutuhkan girder bentang 16,60 m (zona C) melakukan *erection girder* dengan waktu rata-rata / girder adalah 3 Jam 35 menit atau 3,5 Jam.

$$\text{Total Durasi} = \frac{14 \text{ buah}}{2 \text{ buah/hari}} = 7 \text{ Hari}$$

Tabel 1. Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan *Erection Girder* Metode *Launcher*

| No | Deskripsi Pekerjaan | Waktu |
|------------------------------|--|----------------|
| 1 | Persiapan dan <i>installing launcher</i> | 17 hari |
| 2 | Span A1-P1 (16 m) | 7 hari |
| 3 | Span P1-P2 (50 m) | 7 hari |
| 4 | Span P2-A2 (16 m) | 7 hari |
| Total waktu pekerjaan | | 38 hari |



Produktivitas Pekerjaan Erection Girder dengan Crawler Crane

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Erection Girder Metode Crawler Crane

| | Durasi | Jumlah Siklus | Produksi per Jam | Total Durasi |
|---|----------|--|--|--|
| Zona A | 45 Menit | $N = \frac{60}{\text{siklus waktu total}}$ $= \frac{60}{45} = 1,33$ | $Q = q \times N \times Ek$ $= 1 \times 1,33 \times (0,75 \times 0,83)$ $= 0,82 \text{ buah/jam}$ | $\frac{14 \text{ bh}}{5 \text{ buah/hari}} = 3 \text{ hari}$ |
| Zona B | 59 Menit | $N = \frac{60}{\text{siklus waktu total}}$ $= \frac{60}{59} = 1,02$ | $Q = q \times N \times Ek$ $= 1 \times 1,02 \times (0,75 \times 0,83)$ $= 0,63 \text{ buah/jam}$ | $\frac{14 \text{ bh}}{4 \text{ buah/hari}} = 4 \text{ hari}$ |
| Zona C | 53 Menit | $N = \frac{60}{\text{siklus waktu total}}$ $= \frac{60}{53} = 1,13$ | $Q = q \times N \times Ek$ $= 1 \times 1,13 \times (0,75 \times 0,83)$ $= 0,7 \text{ buah/jam}$ | $\frac{14 \text{ bh}}{4 \text{ buah/hari}} = 4 \text{ hari}$ |
| Total Waktu Pekerjaan Erection dengan Crawler Crane | | | | 11 Hari |

Biaya Pekerjaan

Dari hasil analisis harga satuan diatas maka akan didapatkan RAB (Rencana Anggaran Biaya) untuk pekerjaan erection girder dengan launcher dan erection girder dengan crawler crane (Rahmawati, 2017). Kemudian akan didapatkan selisih biaya dari 2 pekerjaan tersebut.

Tabel 3. Perbandingan RAB

| No | Uraian | Satuan | Kuantitas | Harga Satuan | Total Harga |
|--------------------------------------|---|--------|-----------|------------------|---------------------|
| Erection Girder Launcher | | | | | |
| 1. | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 16 meter | Buah | 28 | Rp 12,210,197.00 | Rp 341,885,516.00 |
| 2. | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 50 meter | Buah | 14 | Rp 55,225,964.00 | Rp 773,163,496.00 |
| Total | | | | | Rp 1,115,049,012.00 |
| Erection Girder Crawler Crane | | | | | |
| 1 | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 16 meter (zona A) | Buah | 14 | Rp 4,677,511.19 | Rp 65,485,156.66 |
| 2 | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 50 meter (zona B) | Buah | 14 | Rp 6,058,583.82 | Rp 84,820,173.48 |
| 3 | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 16 meter (zona C) | Buah | 14 | Rp 4,883,231.84 | Rp 68,365,245.76 |
| Total | | | | | Rp 218,670,575.90 |



Analisis Resiko

Resiko Metode *Launcher*

Resiko dari metode launcher girder ini dimulai saat pemindahan girder menggunakan 2 portal gantry. Resiko yang terjadi antara lain tali sling putus, crane service ambruk. Saat pekerjaan erection girder terdapat beberapa resiko diantaranya alat launcher terguling, kejatuhan material saat proses erection, roda launcher tidak stabil.

Resiko Metode *Crawler Crane*

Pemindahan girder dari *stockyard* ke *boogie* menggunakan 2 unit *crawler crane service* ada beberapa resiko saat pengangkatan, yakni diantaranya tali sling putus, kurang kompaknya operator, *girder* patah saat diangkat atau *girder* terguling karena tidak seimbang penempatannya. Sedangkan, saat pengangkatan *girder* ke atas *bearing pad* mempunyai resiko diantaranya kerusakan alat, operator *crane* yang kurang kompak saat menempatkannya, dan faktor angin.

Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan dan kekurangan metode kerja *erection girder* tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan Metode Kerja *Erection Girder*

| No | <i>Launcher Girder</i> | <i>Crawler Crane</i> |
|----|---|--|
| 1. | Kepresisian penempatan <i>girder</i> dilakukan secara mekanis alat dan <i>human error</i> dapat diminimalisasi. | Kepresisian penempatan <i>girder</i> didasarkan pada ketelitian operator dan tenaga kerja pelaksanaan |
| 2. | Tidak membutuhkan banyak tenaga manusia karena dibantu alat <i>launcher</i> . | Membutuhkan banyak tenaga manusia. |
| 3. | Mobilisasi alat ke proyek dalam kondisi terpisah sehingga harus dirangkai kembali. | Mobilisasi alat ke proyek utuh dan mudah. |
| 4. | Tumpuan alat berada pada <i>pier</i> dan abutmen jembatan. Sehingga lantai kerja stabil. | Tumpuan alat pada roda dari <i>crawler crane</i> . Lantai kerja tidak datar sehingga tidak stabil |
| 5. | Pada saat penempatan <i>girder</i> ke <i>bearing pad</i> mempunyai resiko kerusakan alat. | Pada saat penempatan <i>girder</i> ke <i>bearing pad</i> mempunyai resiko kerusakan alat dan faktor cuaca seperti hujan dan angin kencang. |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan tentang perbandingan biaya dan waktu antara metode *erection girder* dengan metode *launcher* dan metode *crawler crane* dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a) *Erection girder* metode *launcher* dengan biaya Rp. 1.115.049.012,00 lebih mahal dibandingkan dengan pekerjaan *erection girder* metode *crawler crane* yaitu Rp. 218,670,575.90. Namun, jika ditinjau lebih lanjut biaya yang dikeluarkan dengan metode *crawler crane* ini dapat menjadi lebih besar dikarenakan denda yang dikeluarkan untuk penutupan total ruas Tol Semarang – Batang.
- b) Dari segi waktu, untuk pemasangan 1 girder pekerjaan *erection girder* metode *crawler crane* lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan *erection girder* menggunakan metode *launcher*. Hal ini dikarenakan metode *launcher* saat penempatan *girder* secara mekanis, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama, namun penempatan *girder* dapat presisi pada as.
- c) Dari segi mutu, pemasangan *girder* menggunakan *launcher* mutunya lebih terjamin daripada menggunakan *crawler crane* karena pengangkatannya secara mekanis, tidak melibatkan banyak orang sehingga *girder* tidak beresiko patah atau terguling karena *human error*.
- d) Meskipun dilihat dari segi biaya lebih mahal, waktu pelaksanaan jauh lebih lama, pada proyek ini digunakan metode *launcher*, karena perbedaan tersebut tidak signifikan kerugiannya apabila harus menutup total jalan Tol Semarang Batang ruas Batang Weleri.

Saran

Dalam penelitian analisa perbandingan metode ini terdapat beberapa saran dan rekomendasi yang dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih metode kerja dan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

- a) Sebelum memilih metode yang digunakan, harus identifikasi ulang sedetail mungkin terhadap resiko-resiko yang timbul pada saat pelaksanaan yang nantinya berpengaruh terhadap biaya maupun keselamatan kerja.
- b) Semua metode kerja yang digunakan untuk memperoleh hasil yang maksimal harus dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang diterapkan.



- c) Pemilihan metode harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan pekerjaan, *launcher* digunakan pada lingkungan yang terbatas, sedangkan *crawler crane* digunakan pada lingkungan kerja yang cukup.
- d) Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan kombinasi untuk span 16 m antara abutmen dengan *pier* menggunakan *crawler crane* dan untuk bentang tengah menggunakan *launcher*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ernianti Bachtiar, dkk. (2021). *Manajemen K3 Konstruksi*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [2] Hansen, S. (2017). *Pengantar Manajemen Biaya dan Kontrak Konstruksi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- [3] Izza, Farouq K., Praditama, M.A., Kirana, Claudia N. (2019). Kajian Waktu Penyelesaian Metode *Crane* dan Metode *Launcher* dalam Pelaksanaan *Erection Girder* Jembatan Jalan Tol Semarang - Solo Ruas Salatiga Boyolali Sta 40+409 - Sta 71+785. *Wahana Teknik Sipil*. 24(1). 47-59
- [4] Kurniawan, W., Nuryati, S., & Prihesnanto, F. (2019). Analisa Perbandingan Metode *Erection Girder* Menggunakan *Beam Launcher* Dan *Crawler Crane* Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2. In *Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi)* (pp. 37-54).
- [5] Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Rahmanto, T. (2017). *Metode Pelaksanaan dan Produktivitas Erection Girder dengan Crawler Crane, Jembatan Sukowidi Zona 3 Sta. 104+ 550 Jalan TOL SOLO-KERTOSONO NKJI* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [7] Rahmawati, Rizky. (2017). *Biaya dan Waktu Pekerjaan Erection Girder dengan Metode Launcher pada Bentang Tengah Proyek Pembangunan Jembatan Mastrip Surabaya*.
- [8] Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- [9] Salim, M. A., & Siswanto, A. B. (2021). *Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Diversion Channel Dengan Pemancangan Steel Sheet Pile Pada Pekerjaan Pemasangan Double U-Ditch Precast*. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 7(2), 55-62.
- [10] Siswanto, Agus B. dan M, Afif Salim. (2019). *Manajemen Proyek*. Semarang: CV. Pilar Nusantara
- [11] Siswanto, A.B., Purwantini, P., Dwiyanoro, R., (2022), *Analisis Perbandingan Metode Kerja Konvensional dan Alat Berat untuk Pekerjaan Galian Timbunan (Studi Kasus : Proyek Embung Kenduren Kabupaten Demak)*, *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 1-6.
- [12] Siswanto, A. B., Salim, M. A., & Ramawati, D. (2022). *ANALISIS PENERAPAN K3 MASA PANDEMI COVID 19 PADA PROYEK DERMAGA SAMUDERA SEMARANG*. *TERAS JURNAL*, 12(1), 229-244.