

Analisis Metode Pemasangan Girder Jembatan Ploso Kabupaten Jombang

Mohammad Jagad Sekar Langit¹, Jimmy Chandra²

¹Program Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra,
jagadlangit@gmail.com

²Prodi Teknik Sipil dan Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra
Chandra.jimmy@petra.ac.id

Abstract— Girder installation work is a critical stage in the entire bridge construction process. Failure in the girder installation process is a risk that must be avoided by using girder installation methods that are appropriate to field conditions. To increase safety and reduce the number of accidents due to girder installation failures, it is necessary to analyze the use of correct girder installation methods, prioritizing safety and in accordance with existing procedures. This research aims to determine the most efficient girder installation method by considering engineering aspects, especially K3 (Health, Safety and Security), Ethics and Professionalism. In the analysis carried out, it was found that the method for installing girders on the south side uses the 2 Crane method, on the north side uses a Portal Gantry, and on the river using a Launcher Girder. So it can be concluded that when determining the girder installation method, considering engineering aspects can provide security and safety.

Keywords: Construction Method, Girder, Bridge

Abstrak : Pekerjaan Pemasangan Girder adalah suatu tahapan kritis dalam keseluruhan proses pelaksanaan konstruksi suatu jembatan. Kegagalan dalam proses Pemasangan Girder merupakan suatu resiko yang harus dihindari dengan cara metode pemasangan girder yang sesuai dengan kondisi lapangan. Untuk meningkatkan keselamatan dan mengurangi angka kecelakaan pada kegagalan pemasangan girder diperlukan analisa penggunaan metode pemasangan girder yang benar, mengutamakan keselamatan dan sesuai dengan prosedur yang telah ada. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode pemasangan girder yang paling efisien dengan mempertimbangkan aspek keinsinyuran, khususnya K3 (Kesehatan, Keselamatan, dan Keamanan), Etika, dan Profesional. Dalam analisa yang dilakukan didapatkan bahwa metode pemasangan girder sisi selatan menggunakan metode 2 Crane, sisi utara menggunakan Portal Gantry, dan di atas sungai Menggunakan Launcher Girder. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam penentuan metode pemasangan girder mempertimbangkan aspek keinsinyuran yang dapat memberikan keamanan dan keselamatan.

Kata Kunci : Metode Konstruksi, Girder, Jembatan.

I. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu elemen kunci dalam infrastruktur transportasi yang memainkan peran vital dalam menghubungkan wilayah-wilayah yang terpisah. Sebagai struktur yang kompleks, pembangunan jembatan melibatkan serangkaian tahapan konstruksi yang memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang cermat. Salah satu tahap krusial dalam proses pembangunan jembatan adalah pemasangan girder, yaitu elemen struktural utama yang membentuk bagian atas jembatan.

Jembatan Ploso dibangun untuk memudahkan aksesibilitas dan transportasi warga di sekitar sungai Brantas Kabupaten Jombang. Ploso sendiri menjadi titik kumpul pertemuan dari 4 kabupaten yaitu Jombang, Mojokerto (Gedeg), Nganjuk, dan Lamongan (Babat). Dengan semakin bertumbuhnya jumlah penduduk di sekitar Ploso maka dirasa perlu untuk membuat jembatan baru yang aksesibilitasnya lebih baik. Ploso hanya memiliki jembatan eksisting berjenis jembatan rangka yang menghubungkan masyarakat jombang yang membentang diatas sungai Brantas dan seringkali diatas jembatan ini terjadi antrian yang cukup panjang. Apabila

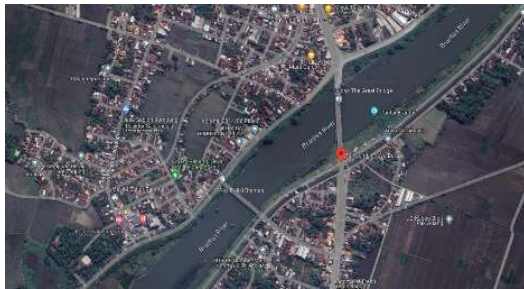
jembatan Ploso baru ini sudah terbangun diharapkan arus lalu lintas akan terbagi sehingga kondisi antrian diatas jembatan lama tidak terjadi. Namun jembatan lama tetap difungsikan. Jembatan Ploso baru merupakan jembatan berjenis girder beton dengan panjang bentang ±900 m yang membentang diatas Sungai brantas dan berjarak ± 350 m dari jembatan ploso lama.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki berbagai metode pemasangan girder yang dapat diterapkan pada proyek pembangunan Jembatan Ploso. Dengan mempertimbangkan kondisi spesifik proyek dan tujuan konstruksi yang diinginkan, analisis ini akan membantu dalam mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari setiap metode yang dipertimbangkan.

Melalui pemahaman yang mendalam tentang metode pemasangan girder pada Jembatan Ploso, diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan praktik konstruksi yang lebih efektif dan efisien, serta membantu meningkatkan kinerja infrastruktur transportasi yang krusial bagi Kabupaten Jombang dan masyarakat yang mengandalkannya..



Gambar. 1. Jembatan Ploso



Gambar. 2. Lokasi Jembatan Ploso

II. LANDASAN TEORI

Girder merupakan sebuah struktur atas yang terbuat dari precast beton yang terpasang diantara dua penyangga. Fungsi dari girder adalah untuk menyalurkan beban berupa beban kendaraan di atasnya untuk di kirimkan ke struktur bawah yaitu abutment agar bisa diredam dan tidak terjadi persimpangan beban atau gaya. Penggunaan girder pada saat ini memang lebih disenangi para kontraktor karena lebih praktis dan lebih kuat. Ada dua pilihan girder yaitu baja dan beton yang biasa digunakan dalam pembuatan jembatan, fly over, jalan tol dan lain-lain. Balok girder mempunyai bentang panjang sekitar 20 meter sampai 40 meter. Girder juga mempunyai bentuk yang berbagai macam seperti girder I, girder T, *box girder single* dan multi sel sebagai konstruksi jalan raya. Untuk membuat sebuah desain jembatan perlu dilakukan perhitungan yang matang, karena setiap girder mempunyai kelebihan dan keutungan masing-masing..

A. Metode Erection Girder Menggunakan Portal Gantry

Metode pelaksanaan untuk instalasi girder/gelagar sangat bermacam, salah satunya dengan menggunakan *portal gantry*, dengan menggunakan metode ini Sistem Erection Girder dilakukan dengan mengangkat girder ke atas pier jembatan layang dengan menggunakan alat *portal hoise*.



Gambar. 3. Erection Girder Menggunakan Portal Gantry

System *Portal Gantry* merupakan perkembangan dari system yang dilakukan sebelumnya, yaitu menggunakan *mobile crane*. Pertimbangan untuk menggunakan *portal hoise* diantaranya lokasi proyek yang berada di tengah kepadatan lalu lintas sehingga membutuhkan alat dan metode yang lebih praktis dan efisien dari segi biaya dan kemudahan pelaksanaan.

B. Metode Erection Girder Menggunakan 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

1) Metode Erection dengan 1 Crane

Metode *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 dudukan girder (*bearing pad* pada *pier head*) tidak boleh lebih dari 5 meter. Dalam metode ini *Crane* perlu dibantu dengan *spreader beam* untuk menghindari terjadinya tekuk pada *girder*.



Gambar. 4. Erection Girder Menggunakan 1 Crane

2) Metode Erection dengan 2 Crane

Metode *erection girder* dengan 2 *Crane* dilakukan pada bentang *girder* lebih dari ($>$) 20,8 meter. Pada metode ini posisi girder harus berada di antara atau disamping dengan syarat masih dalam jangkauan kedua *Crane*. Sehingga perlu dilakukan mobilisasi girder untuk jembatan model *underbridge* atau *underpass* karena jembatan tersebut melewati jurang/sungai/lalulintas dan dibutuhkannya jembatan sementara untuk akses mobilisasi dengan *Truck Bogie*.



Gambar. 5. Erection Girder Menggunakan 2 Crane

Sedangkan pada model jembatan overpass 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.

3) Metode *Erection* Girder Menggunakan *Launcher*

Metode *erection* girder dengan *Launcher* adalah suatu metode yang digunakan dalam pelaksanaan *erection* girder atau pemasangan girder dengan bantuan alat *Launcher*. Metode ini mampu diterapkan 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* 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*.



Gambar. 6. *Erection* Girder Menggunakan *Launcher*

III. METODO PELAKSANAAN PROYEK

Erection girder merupakan kegiatan penempatan *girder* ke atas pilar jembatan. Berikut merupakan alur dari proses pekerjaan *erection girder*. Adapun beberapa hal yang perlu dipersiapkan adalah sebagai berikut:

1) Survey Lapangan

- Penetapan penempatan *stock girder*
- Penetapan jalan alat *erection* seperti *launcher*, *portal gantry* atau *crane*
- Membuat metode kerja sistem pelaksanaan *erection*

2) Persiapan Lokasi Kerja

- Persiapan material dan alat pendukung pekerjaan *erection*
- Persiapan lokasi kerja penempatan
- Persiapan lokasi penempatan *stock girder* dan jalan portal harus betul-betul padat dan rata
- Lokasi kerja *erection* kemiringan tanah tidak lebih dari 5%
- Penempatan *stock girder* di bawah jembatan dan diatur sesuai rencana
- Susunan penempatan *stock girder* harus disesuaikan dengan urutan *erection*
- Mengukur jarak bentangan apakah sudah sesuai dengan *girder* yang akan dipasang

- *Grouting* penempatan bearing pad harus rata dan penempatan *bearing pad* diberi tanda yang jelas
- Mengukur jarak aman *portal gantry* terhadap jalan lalu lintas kendaraan
- Perencanaan manajemen *traffic* meliputi (SMK3 dan 5R).

3) Persiapan *Stock Girder*

- Menentukan lokasi stok *girder* sesuai kondisi aktual ruang yang ada
- Pengaturan posisi letak *girder* sebelum dilakukan *Stressing*
- Lokasi penempatan *stock girder* harus benar-benar padat dan rata.
- Penempatan *stock girder* diantara antar *pier* / pilar sebagian sisi kiri, dan sebagian sisi kanan.
- Susunan penempatan *girder* disesuaikan urutan *erection*.
- Stock girder disetting di atas *sleeper* dengan posisi sejajar dengan jembatan
- Pondasi *stressing* bagian ujung harus betul-betul kuat

4) Proses *Erection*

- Pelaksanaan penyetelan alat *erection* dilokasi pengangkatan.
- Pemasangan sabuk angkat pada *girder*.
- Tes beban angkat
- Proses pengangkatan *girder*.
- Proses peletakan *girder* diatas bearing pad
- Pengangkatan *girder* selanjutnya

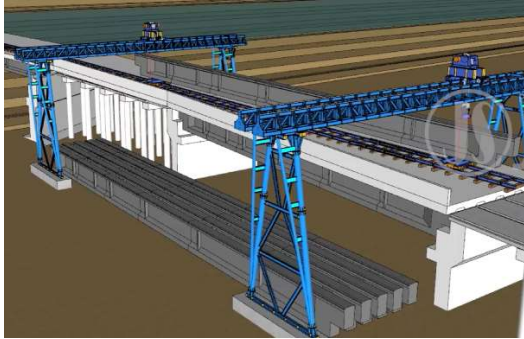
Terdapat tiga metode pemasangan *girder* pada pekerjaan pembangunan Jembatan Ploso yaitu Metode *Erection Girder Menggunakan Launcher*, Metode *Erection* dengan 2 *Crane*, dan Metode *Erection Girder Menggunakan Portal Gantry*. Dengan penjelasan langkah-langkah pekerjaan sebagai berikut:

1. Berikut merupakan alur dari proses pekerjaan *erection girder* menggunakan Metode *Launching Gantry*
 - a. Persiapan Lokasi
 - Survei dan persiapan area kerja.
 - Pasang fondasi sementara untuk mendukung *gantry*.
 - b. Perakitan *Launching Gantry*
 - Rakitan komponen *gantry* di lokasi.
 - Inspeksi dan pengujian awal untuk memastikan stabilitas dan fungsi peralatan.
 - c. Pengangkutan *Girder* ke Lokasi
 - *Girder* diangkut ke lokasi proyek dengan truk atau moda transportasi lainnya.
 - Tempatkan *girder* di area persiapan yang dekat dengan *gantry*.
 - d. Pemasangan *Girder*
 - Angkat *girder* menggunakan *gantry*.
 - Pindahkan *gantry* ke posisi pemasangan.
 - Tempatkan *girder* di atas fondasi atau penyangga sementara.
 - Kunci *girder* pada posisi yang tepat menggunakan sistem pengunci *gantry*.
 - e. Pengencangan dan Penyelesaian
 - Pastikan *girder* terpasang dengan aman dan stabil.

- Lakukan pengencangan akhir dan pengecekan keselamatan.
- Pindahkan *gantry* ke posisi berikutnya dan ulangi proses pemasangan *girder*.

Ilustrasi Langkah-Langkah Pelaksanaan *Erection girder* dengan Menggunakan *Launcher*

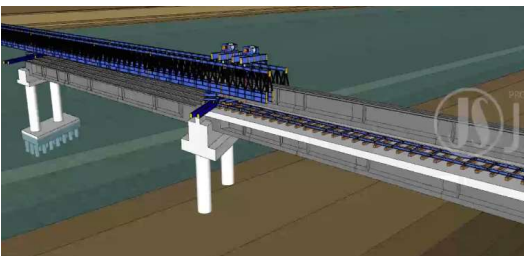
a. Angkat dan *Setting* pada *Trolley Launching*



Gambar. 7. *Erection Girder* Menggunakan *Launcher*

Angkat *girder* menggunakan *Portal Gantry* dari posisi *girder* yang disiapkan lalu menempatkannya pada *Trolley Launching*. *Trolley Launching* yang didudukkan pada lintasan rel akan membawa *girder* ke tempat *launcher* berada.

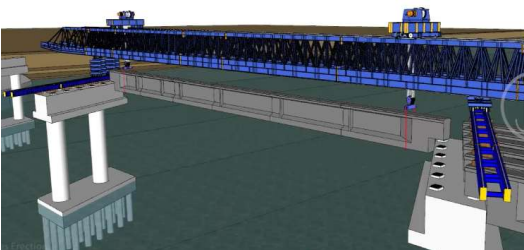
b. *Launching* dan *Setting Girder* pada *Hoist Launcher*



Gambar. 8. *Erection Girder* Menggunakan *Launcher*

Launching pada *hoist launcher* mengacu pada proses mengangkat *girder* dari *Trolley Launching* ke *Hoist Launcher*. Setelah diangkat, *girder* kemudian dipindahkan secara horizontal menuju posisi pemasangan dengan akurasi tinggi.

c. Angkat dan *Setting Girder* pada Posisi *Bearing Pad* dilanjutkan *Install Bracing Girder*

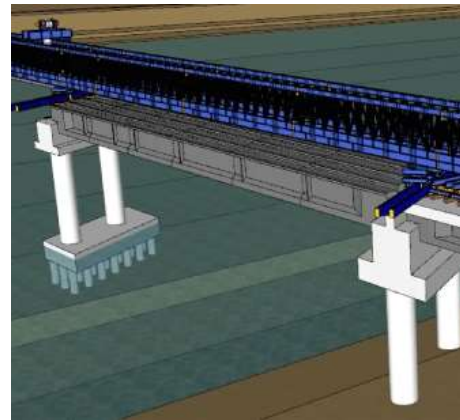


Gambar. 9. *Erection Girder* Menggunakan *Launcher*

Girder yang sudah diangkat oleh *Launcher* tadi kemudian ditempatkan pada *bearing pad*. Proses *setting girder* pada *bearing pad* dilakukan dengan hati-hati dan teliti untuk memastikan bahwa *girder* terpasang dengan aman dan sesuai dengan desain jembatan yang diinginkan. Dilanjutkan dengan proses *Install bracing girder* yaitu proses

pemasangan struktur penahan tambahan yang ditempatkan di antara *girder-girder* utama pada jembatan. *Bracing girder* ini bertujuan untuk meningkatkan kestabilan, kekuatan, dan kemampuan jembatan untuk menahan beban dengan baik.

d. Langkah yang sama dilanjutkan dalam 1 *span*



Gambar. 10. *Erection Girder* Menggunakan *Launcher*

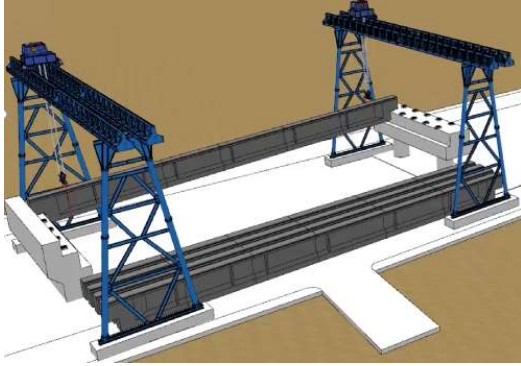
Setelah menyelesaikan pemasangan *girder* pertama, langkah berikutnya adalah memasang *girder-girder* lainnya secara berurutan sesuai dengan desain jembatan yang direncanakan. Proses ini dilakukan dengan memperhatikan urutan pemasangan yang optimal dan mengikuti koordinasi yang telah ditentukan.

2. Berikut merupakan alur dari proses pekerjaan *erection girder* menggunakan Metode *Portal Gantry*

- Persiapan Lokasi
 - Lakukan survei dan persiapan area kerja.
 - Pasang fondasi sementara untuk mendukung *gantry*.
- Perakitan *Portal Gantry*
 - Rakitan komponen *portal gantry* di lokasi.
 - Lakukan inspeksi dan pengujian awal untuk memastikan stabilitas dan fungsi peralatan.
- Pengangkutan *Girder* ke Lokasi
 - *Girder* diangkut ke lokasi proyek dengan truk atau moda transportasi lainnya.
 - Tempatkan *girder* di area persiapan yang dekat dengan *gantry*.
- Pemasangan *Girder*
 - Angkat *girder* menggunakan portal gantry.
 - Pindahkan *gantry* ke posisi pemasangan.
 - Tempatkan *girder* di atas fondasi atau penyangga sementara.
 - Kunci *girder* pada posisi yang tepat menggunakan sistem pengunci *gantry*.
- Pengencangan dan Penyelesaian
 - Pastikan *girder* terpasang dengan aman dan stabil.
 - Lakukan pengencangan akhir dan pengecekan keselamatan.
 - Pindahkan *gantry* ke posisi berikutnya dan ulangi proses pemasangan *girder*.

Ilustrasi Langkah-Langkah Pelaksanaan *Erection girder* dengan Menggunakan *Portal Gantry*:

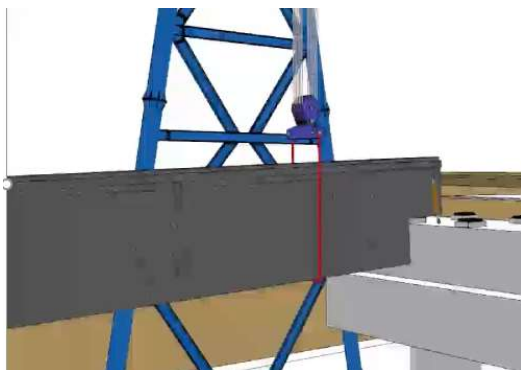
a. Angkat dan *setting Girder* pada posisi *bearing pad*



Gambar. 11. *Erection Girder Menggunakan Launcher*

Angkat *girder* menggunakan *Portal Gantry* dari posisi *girder* yang disiapkan lalu menempatkannya pada *bearing pad*. Proses *setting girder* pada *bearing pad* dilakukan dengan hati-hati dan teliti untuk memastikan bahwa *girder* terpasang dengan aman dan sesuai dengan desain jembatan yang diinginkan.

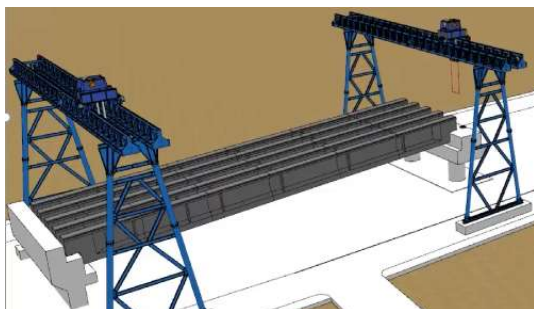
b. *Install Bracing Girder*



Gambar. 12. *Erection Girder Menggunakan Launcher*

Install bracing girder yaitu proses pemasangan struktur penahan tambahan yang ditempatkan di antara *girder-girder* utama pada jembatan. *Bracing girder* ini bertujuan untuk meningkatkan kestabilan, kekuatan, dan kemampuan jembatan untuk menahan beban dengan baik. Proses ini melibatkan pemasangan *bracing girder* dengan tepat sesuai dengan rencana desain yang telah disusun sebelumnya, sehingga memastikan integritas struktur jembatan dan keamanan penggunaannya dalam jangka panjang.

c. Langkah yang sama dilanjutkan dalam 1 *span*



Gambar. 13. *Erection Girder Menggunakan Launcher*

Setelah menyelesaikan pemasangan girder pertama, langkah berikutnya adalah memasang girder-girder lainnya secara berurutan sesuai dengan desain jembatan yang direncanakan. Proses ini dilakukan dengan memperhatikan urutan pemasangan yang optimal dan mengikuti koordinasi yang telah ditentukan

3. Berikut merupakan alur dari proses pekerjaan *erection girder* menggunakan Metode *Crane*:

- a. Persiapan Lokasi
 - Lakukan survei dan persiapan area kerja.
 - Persiapkan area penempatan *crane* dan jalur akses.
- b. Pengiriman dan Penempatan *Crane*
 - Kirim *crane* ke lokasi proyek.
 - Rakitan *crane* dan lakukan pengujian awal untuk memastikan stabilitas dan fungsi.
- c. Pengangkutan *Girder* ke Lokasi
 - *Girder* diangkut ke lokasi proyek dengan truk atau moda transportasi lainnya.
 - Tempatkan *girder* di area persiapan yang dekat dengan *crane*.
- d. Pemasangan *Girder*
 - Angkat *girder* menggunakan *crane*.
 - Putar dan pindahkan *girder* ke posisi pemasangan.
 - Tempatkan *girder* di atas fondasi atau penyangga sementara.
 - Kunci *girder* pada posisi yang tepat.
- e. Pengencangan dan Penyelesaian
 - Pastikan *girder* terpasang dengan aman dan stabil.
 - Lakukan pengencangan akhir dan pengecekan keselamatan.
 - Pindahkan *crane* ke posisi berikutnya dan ulangi proses pemasangan *girder*.

Ilustrasi Langkah-Langkah Pelaksanaan *Erection girder* dengan menggunakan *Crane* dapat dilihat sebagai berikut:

a. Angkat *Girder* menggunakan 2 *crane*



Gambar. 14. *Erection Girder Menggunakan Launcher*

Angkat *girder* menggunakan 2 *crane* adalah metode pemasangan *girder* jembatan yang melibatkan penggunaan dua *crane* secara bersamaan untuk mengangkat dan memposisikan *girder* dengan aman dan tepat. *Crane* pertama ditempatkan di satu ujung *girder*, sementara *crane* kedua ditempatkan di ujung *girder* yang berlawanan. Kedua *crane* bekerja secara sinkron untuk mengangkat *girder* dengan distribusi beban yang merata, mengkoordinasikan gerakan dan penyesuaian posisi *girder* selama proses angkat

berlangsung.

b. *Setting Girder* pada posisi *bearing pad*



Gambar. 15. *Setting Girder* pada posisi *bearing pad*

Pada tahap ini, *girder* yang telah diangkat dan dipindahkan ke lokasi pemasangan akan disesuaikan posisinya agar pas dengan *bearing pad* yang telah dipersiapkan sebelumnya. Penyesuaian ini mencakup pengaturan sudut kemiringan *girder* terhadap horisontal dan vertikal, serta pengencangan pada sambungan-sambungan antar *girder* dengan *bearing pad* untuk memastikan kestabilan, kekokohan, dan distribusi beban yang merata pada *girder* yang terpasang. Proses *setting girder* pada posisi *bearing pad* dilakukan dengan hati-hati dan teliti untuk memastikan bahwa *girder* terpasang dengan aman dan sesuai dengan desain jembatan yang diinginkan.

c. Langkah yang sama dilanjutkan dalam 1 *span*

Setelah menyelesaikan pemasangan *girder* pertama, langkah berikutnya adalah memasang *girder-girder* lainnya secara berurutan sesuai dengan desain jembatan yang direncanakan.

IV. PELAKSANAAN PROYEK

Dikarenakan panjang penanganan jembatan dan kondisi sekeliling yang berbeda-beda yang dapat dilihat pada Gambar 16 di bawah ini dengan kotak biru adalah Sisi Utara, kotak kuning adalah Sisi Sungai, dan kotak merah adalah Sisi Selatan. Maka untuk melakukan pemasangan *girder* terdapat 3 metode pemasangan *girder* yang dilakukan sehingga ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan bisa tercapai dengan analisa perbandingan sebagai berikut:



Gambar. 16. Lokasi Pelaksanaan Proyek Jembatan Ploso

Tabel. 1. Perbandingan Metode Pemasangan Girder

Aspek	Crane	Launching Gantry	Portal Gantry
Biaya	Rendah	Tinggi	Sedang
Keselamatan	Lebih rendah (banyak interaksi manual)	Tinggi (minim interaksi manusia dengan beban berat)	Tinggi (minim interaksi manusia dengan beban berat)
Presisi Pemasangan	Sedang (tergantung keahlian operator)	Tinggi	Tinggi
Gangguan Lalu Lintas	Tinggi (sering memerlukan penutupan jalan)	Minimal (tidak perlu menutup jalan)	Sedang (beberapa penutupan jalan diperlukan)
Kebutuhan Ruang	Tinggi (membutuhkan ruang luas untuk operasi crane)	Rendah (struktur bergerak sepanjang bentang jembatan)	Sedang (struktur tetap, membutuhkan ruang tetapi tidak sebanyak crane)
Kebutuhan Tenaga Kerja	Tinggi (banyak tenaga kerja manual)	Rendah (lebih sedikit pekerja yang terlibat langsung)	Sedang (lebih sedikit dari crane, tapi lebih banyak dari launching gantry)
Kualitas Kontrol	Sedang (tergantung keahlian operator)	Tinggi (kontrol presisi dengan alat otomatis)	Tinggi (kontrol presisi dengan alat otomatis)

- Metode *Erection* dengan 2 Crane
 - a. Implementasi Metode pada Sisi Selatan

Pada sisi selatan jembatan, metode *crane* digunakan karena akses dan ruang yang lebih luas memungkinkan penggunaan alat berat ini.
 - b. Efisiensi Waktu dan Biaya: Waktu pemasangan lebih lambat dibanding metode lainnya. Biaya operasional lebih rendah.
 - c. Keselamatan dan Presisi: Keselamatan lebih rendah karena banyak interaksi manual. Presisi pemasangan tergantung pada keahlian operator crane.
 - d. Gangguan Lalu Lintas dan Penggunaan Ruang: Penggunaan *crane* sering mengharuskan penutupan jalan, menyebabkan gangguan lalu lintas yang signifikan. *Crane* membutuhkan ruang operasi yang luas, mengurangi efisiensi penggunaan ruang.
- Metode *Erection* Girder Menggunakan *Launcher*
 - a. Implementasi Metode pada Sisi Sungai (*Launching Gantry*)

Pada sisi sungai, metode *launching gantry* digunakan karena area ini kritis dan memerlukan metode yang minim gangguan terhadap aliran sungai dan lalu lintas di sekitarnya.
 - b. Efisiensi Waktu dan Biaya: Waktu pemasangan lebih cepat. Biaya lebih tinggi.
 - c. Keselamatan dan Presisi: Metode ini menawarkan tingkat keselamatan yang tinggi dengan minim interaksi manual. Presisi pemasangan tinggi berkat kontrol otomatis.
 - d. Gangguan Lalu Lintas dan Penggunaan Ruang: Gangguan lalu lintas minimal karena tidak perlu menutup jalan di bawahnya. Penggunaan ruang lebih efisien dengan struktur yang bergerak sepanjang bentang jembatan.
- Metode *Erection* Girder Menggunakan *Portal Gantry*
 - a. Implementasi Metode pada Sisi Utara (*Portal Gantry*)

Pada sisi utara jembatan, metode *portal gantry* digunakan karena area ini membutuhkan stabilitas tambahan dan efisiensi ruang.
 - b. Efisiensi Waktu dan Biaya: Waktu pemasangan berada di antara *crane* dan *launching gantry*. Biaya lebih rendah daripada *launcher*, tetapi lebih tinggi dari crane.
 - c. Keselamatan dan Presisi: Tingkat keselamatan tinggi dengan minim interaksi manual, dan presisi pemasangan yang tinggi.
 - d. Gangguan Lalu Lintas dan Penggunaan Ruang: Beberapa penutupan jalan diperlukan, menyebabkan

gangguan lalu lintas yang sedang. Penggunaan ruang cukup efisien dengan struktur yang tetap.

Dari hasil pembahasan di atas menunjukkan bahwa metode pemasangan girder dengan crane, launching gantry, dan portal gantry memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, tergantung pada kondisi lokasi dan kebutuhan proyek. Metode launching gantry di sisi sungai adalah yang paling efisien dan aman, sedangkan metode crane di sisi selatan paling memakan waktu dan biaya. Metode portal gantry di sisi utara memberikan solusi yang seimbang antara efisiensi dan keamanan. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada table berikut:

Tabel.2. Pemilihan Metode Pemasangan Girder

No	Item Pekerjaan	Metode Pemasangan Girder	Alasan
1)	Pekerjaan Erection Selatan	Menggunakan 2 Crane	1) Efisiensi biaya dibandingkan metode yang lain 2) Bisa diaplikasikan di lapangan
2)	Pekerjaan Erection di atas sungai	Menggunakan Launcher Girder	Karena pekerjaan dilakukan diatas sungai, metode pemasangan girder menggunakan launcher girder adalah yang bisa diaplikasikan di lapangan dan paling aman
3)	Pekerjaan Erection Utara	Menggunakan Portal Gantry	Pekerjaan dilakukan berdampingan dengan jalan eksisting yang masih beroperasi sehingga metode portal gantry dipilih karena merupakan metode yang paling aman

Rekomendasi

Untuk proyek pembangunan jembatan serupa di masa mendatang, disarankan untuk:

- Menggunakan metode launching gantry pada area yang membutuhkan presisi tinggi dan minim gangguan lalu lintas.
- Menggunakan metode portal gantry sebagai alternatif yang efisien dan aman, terutama pada area yang membutuhkan stabilitas tambahan.
- Menggunakan metode crane hanya jika kondisi lokasi memungkinkan dan tidak ada pilihan metode lain yang lebih efisien.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

- Pekerjaan Erection Selatan menggunakan metode 2 Crane karena efisiensi biaya dibandingkan metode yang lain dan bisa diaplikasikan di lapangan.
- Pekerjaan Erection di atas sungai menggunakan metode Launcher Girder karena metode tersebut yang bisa diaplikasikan di lapangan dan paling aman.
- Pekerjaan Erection Utara menggunakan metode Portal Gantry karena merupakan metode yang paling aman untuk pekerjaan yang dilakukan berdampingan dengan jalan eksisting yang masih beroperasi.
- Pertimbangan aspek keinsinyuran dalam penelitian ini terbukti mampu meningkatkan kewaspadaan insinyur Teknik sipil dalam melakukan proses pemasangan girder jembatan, Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode pemasangan girder yang dalam pelaksanaannya mempertimbangkan aspek keinsinyuran dapat memberikan keamanan dan keselamatan dalam pelaksanaan konstruksinya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Rochmanhadi, Ir. 1986. Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Jakarta: Badan Peneliti Pekerjaan Umum.
 [2] https://prezi.com/mhjj_jxcros/pelaksanaan-erection-girder-metodelauncher-p6-p7/, 2024. 23 Maret 2024
 [3] Dipohusodo, I. 1996. A. Manajemen Proyek dan Kontruksi. Jakarta : Kanisius. Jilid 1 dan 2