

METODE PELAKSANAAN PEMASANGAN *STEEL BOX GIRDER* (SBG) MENGGUNAKAN *CRAWLER CRANE* (STUDI KASUS PADA PEKERJAAN METODE *ERECTION* PROYEK KPBU PERGANTIAN DAN/ATAU DUPLIKASI JEMBATAN *CALLENDER HAMILTON* DI PULAU JAWA (CH PEMALI B) KABUPATEN BREBES, JAWA TENGAH)

Alifa Nur Sayyida^{1*}, Sri Sunarjono¹, Untung Subagyo²

¹Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura, Jawa Tengah, Indonesia 57102

²PT. Bukaka Teknik Utama Tbk

Jl. Raya Narogong Bekasi Km. 19.5 Cileungsi, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*Email: d100200183@student.ums.ac.id

Abstrak

Permasalahan pada situasi kondisi saat ini, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah-D.I. Yogyakarta melaksanakan proyek pembangunan pergantian Jembatan lama (jembatan rangka baja atau truss), Proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan Callender Hamilton (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses serta membandingkan pekerjaan rencana dengan hasil pekerjaan Metode Erection pada proyek jembatan CH PEMALI B, dengan fokus pada aspek pengangkutan dan penempatan material Steel Box Girder (SBG). Metode penelitian melibatkan perbandingan antara pekerjaan rencana dan hasil pekerjaan Metode Erection. Pemahaman tahapan pekerjaan, pengukuran akurat, dan perletakan material Steel Box Girder (SBG) dengan crawler crane menjadi fokus utama dalam pelaksanaan Metode Erection pada proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan CH di Pulau Jawa, khususnya di Kabupaten Brebes.

Kata kunci: *Jembatan Callender Hamilton (CH), Metode Erection, Steel Box Girder*

Abstract

The problem with the current situation is that the Central Java National Road Implementation Center – D.I. Yogyakarta is implementing a construction project to replace an old bridge (steel frame or truss bridge), the Callender Hamilton (CH) Bridge Replacement and/or Duplication PPP Project on Java Island (CH Pemali B) Pemali, Brebes Regency, Central Java. This research aims to explain the process and compare the work plan with the results of the Erection Method work on the CH PEMALI B bridge project, with a focus on the placement and placement aspects of SBG materials. The research method involves a comparative between the work plan and the results of the Erection Method work. Understanding work stages, accurate measurements, and placing SBG material with a crawler crane is the main focus of the Erection Method in the CH Bridge Replacement and/or Duplication PPP project on Java Island, especially in Brebes Regency.

Keywords: *Callender Hamilton (CH) Bridge, Erection Method, Steel Box Girder*

1. PENDAHULUAN

Jembatan dalam perkembangan peradaban manusia telah menjadi lambang kemajuan teknologi dan koneksi antar wilayah. Seiring berjalannya waktu, infrastruktur transportasi kita terus berkembang dan beradaptasi untuk memenuhi tuntutan masyarakat yang semakin kompleks dan beragam serta untuk kegiatan transportasi (Broto *et al.*, 2020).

Salah satu elemen penting dalam infrastruktur ini adalah jembatan. Jembatan bukan hanya sebagai jalur penghubung fisik antara dua sisi sungai atau jurang, tetapi juga sebagai tulang punggung mobilitas dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Proyek pergantian jembatan saat ini dilakukan karena

pembangunan jembatan baru yang akan menggantikan jembatan lama yang telah melayani masyarakat selama bertahun-tahun (Kurniawan *et al.*, 2019).

Proyek ini bukan hanya tentang menggantikan struktur yang tua, tetapi juga tentang menghadirkan masa depan yang lebih baik untuk transportasi dan mobilitas di wilayah Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Pada situasi kondisi saat ini, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – D.I. Yogyakarta melaksanakan proyek pembangunan pergantian jembatan lama (jembatan rangka baja atau *truss*), Proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau

Jawa (CH Pemali B) Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

Setelah melalui proses pelelangan proyek kemudian dipercayakan kepada penyedia barang dan jasa yaitu perusahaan konstruksi swasta PT BUKAKA TEKNIK UTAMA yang diawasi langsung oleh konsultan pengawas KSO INDEC - CCME Proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah memiliki panjang bentang pengerjaan jembatan sepanjang \pm (kurang lebih) 105 Meter (Bunga, 2021). Pada proyek Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah terdapat pembagian pekerjaan berupa pekerjaan struktur bawah jembatan dan pekerjaan struktur atas jembatan.

Pengerjaan suatu proyek konstruksi perlu perencanaan yang matang, karena besarnya faktor risiko baik dari segi biaya, waktu dan manusia bila proyek dilaksanakan tanpa rencana. Yang artinya dalam pelaksanaan biaya realisasi tidak melebihi kontrak kerja, mutu yang sesuai spesifikasi, serta proyek selesai tepat waktu. Kompleksnya pengerjaan suatu proyek konstruksi mengharuskan tata kelola proyek yang baik dengan memaksimalkan sumber daya yang tersedia. Berbagai alternatif penyelesaian baik metode, strategi, atau lain sebagainya perlu diimplementasikan untuk mendukung tercapainya tujuan proyek tersebut.

Pada penelitian ini khusus meninjau pekerjaan struktur atas jembatan yaitu bagian metode *erection* dan material jembatan berupa *Steel Box Girder* (SBG). Secara detail akan menganalisa metode pekerjaan yang dilaksanakan serta masalah dan solusi yang dilakukan di lapangan. *Filler* plat tipis digunakan untuk menyamakan dimensi pada pemasangan baut dengan metode *erection*. Namun, masalah muncul di lapangan terkait ketidakcocokan baut pada segmen 45 dan 56 selama proses pemasangan dengan metode *air impact*. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap prosedur pemasangan baut, kemungkinan penyimpangan dimensi, dan penyesuaian metode *erection* untuk memastikan konsistensi dan keakuratan pemasangan baut di seluruh proyek.

Pada penelitian ini menjelaskan proses tahapan pelaksanaan pemasangan material *steel box girder* (SBG) menggunakan bantuan alat

berat *crawler crane* pada proyek jembatan *Callender Hamilton* (CH).

2. METODOLOGI

Untuk memberikan penjelasan mengenai gambaran dalam penyusunan laporan ini dengan cara mengumpulkan data-data yang diperoleh di lapangan, antara lain:

Kegiatan observasi secara langsung di lapangan pada waktu pelaksanaan kerja praktik selama kurang lebih dua bulan dimulai pada tanggal 25 Juli s/d 25 September 2023, Menulis data yang terjadi di proyek, diperoleh dari pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek, Dokumentasi kegiatan pada setiap proses dan tahap pelaksanaan proyek, yang didapatkan langsung di lapangan, *Study Literature*, dengan mengumpulkan data dari berbagai Pustaka terkait sebagai bahan dalam pembandingan.

2.1. Memperoleh Informasi Proyek

Dalam tahapan ini, bertujuan memperoleh informasi terkait dengan profil proyek, yang meliputi gambaran umum proyek, struktur organisasi, dan sumber pendanaan serta metode yang direalisasikan, dan diharapkan dapat menjadi rujukan tentang pelaksanaan *erection steel box girder* dalam merencanakan serta menentukan metode konstruksi yang *safety* pekerjaan *erection steel box girder* yang sesuai dengan keadaan lingkungan proyek, waktu pelaksanaan dan biaya yang efisien.

Informasi proyek didapatkan dengan cara menggunakan metode observasi, dokumentasi atau literatur serta *interview*. Metode yang berpengaruh penting dalam penelitian ini yaitu metode studi dokumentasi atau literatur dan *interview*, dimana metode dokumentasi atau literatur ini, peneliti mendapat data dokumen sekunder dari project setempat yang berfungsi sebagai kerangka acuan dalam memperoleh informasi proyek serta metode *interview* dilakukan Bersama kepala proyek beserta staff *engineer* proyek setempat untuk memperoleh informasi lain dalam kegiatan *interview* ini.

Maka dari uraian metode di atas keluaran yang diharapkan yaitu memperoleh informasi profil proyek, yang mencakup gambaran umum proyek, struktur organisasi dan sumber pendanaan biaya pembangunan proyek relokasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

2.2. Merencanakan *Milestones Erection steel box girder*

Tujuan dari tahap ini adalah membuat tahapan utama atau *milestones* dari pelaksanaan *erection steel box girder*, dalam merancang item pekerjaan sebelum pemasangan *erection steel box girder*. Metode yang akan dilakukan dengan cara menggunakan metode observasi yaitu kegiatan atau suatu proses pengumpulan data dengan pengamatan secara langsung maupun tidak langsung, dimana mencatat informasi tahapan utama atau *milestones* dari pekerjaan *erection steel box girder* proyek relokasi Jembatan Callender Hamilton (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

Selain metode kegiatan observasi, ada juga metode studi literatur atau dokumentasi dan *interview*. Pada studi literatur atau dokumentasi dengan mencatat data dan informasi penting terkait tahapan utama dalam *erection steel box girder* melalui sumber dokumen proyek terdahulu dan referensi terkait. Pada metode *interview* dilakukan dengan pihak kontraktor dengan mewawancarai satu orang pakar praktisi *site engineer* setempat sehingga dapat bertukar informasi atau ide mengenai perencanaan dalam pelaksanaan tahapan utama atau *milestones* pada pekerjaan *erection steel box girder*.

Maka keluaran yang diharapkan yaitu memperoleh dan mengetahui tahapan utama atau *milestones* pada kegiatan *erection steel box girder*.

2.3. Merencanakan *Assembly Steel Box Girder*

Dalam tujuan tahapan *assembly* atau perakitan *steel box girder* merupakan proses penggabungan rangkaian dari beberapa satuan unit atau komponen lainnya menjadi satu bagian unit baru yang secara utuh. Perakitan atau *assembly steel box girder* didapatkan dengan cara menggunakan metode observasi, dokumentasi serta *interview*. Pada studi literatur atau dokumentasi dengan mencatat data dan informasi penting terkait dengan tahapan *assembly steel box girder* dari sumber dokumen literatur terdahulu maupun data yang ada dalam proyek tersebut, sehingga metode *interview* dilakukan dengan dua orang pakar praktisi *supervisor engineer* setempat untuk mengetahui informasi perencanaan kegiatan perakitan atau *assembly steel box girder*.

Dari uraian tahapan tersebut keluaran yang diharapkan mendapatkan prosedur kegiatan

assembly steel box girder yang sesuai. Sehingga agar tidak terjadi keterlambatan proses pekerjaan *erection* atau pekerjaan lain yang saling berkaitan.

2.4. Merencanakan Kegiatan *Pre-Lifting Steel Box Girder*

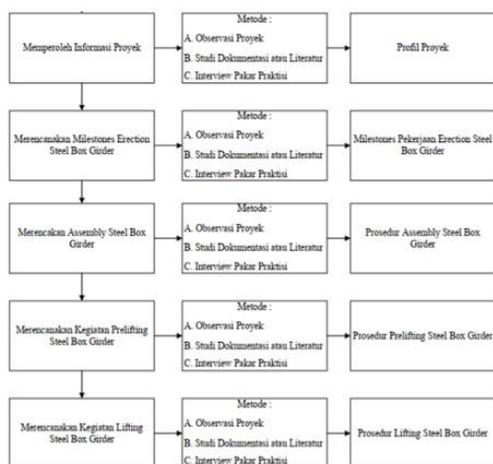
Penyusunan dalam tahapan *prelifting steel box girder* yang meliputi pembuatan rencana identifikasi peralatan pengangkatan, pembuatan perencanaan *review prelifting*, pembuatan perencanaan persiapan dan cek list komponen *prelifting*, melakukan instalasi *lifting gear*, dan kegiatan *prelifting test load*. Proses kegiatan *prelifting steel box girder* dilakukan guna mengetahui kesiapan alat, beban kritikal angkat, struktur organisasi dan jumlah personil serta kondisi lingkungan sekitar agar terhindar dari kecelakaan kerja dan meminimalisir risiko kecelakaan kerja.

Kegiatan *prelifting steel box girder* didapatkan dengan cara menggunakan metode observasi, studi literatur atau dokumentasi dan metode *interview*. Pada studi literatur atau dokumentasi dengan mencatat data dan informasi penting terkait dengan tahapan *prelifting steel box girder* dari sumber dokumen literatur terdahulu maupun data yang ada dalam proyek tersebut, sedangkan metode *interview* dilakukan dengan satu orang pakar praktisi *erection engineer kontraktor* setempat untuk mengetahui informasi perencanaan kegiatan *prelifting steel box girder*. Sehingga keluaran yang diharapkan pada tahapan kegiatan *prelifting* dalam metode *erection* yaitu dapat memperoleh prosedur *prelifting* yang sesuai.

2.5. Merencanakan Pekerjaan *Lifting Steel Box Girder*

Dalam tahapan ini, bertujuan untuk membuat proses kegiatan *lifting* yang meliputi peninjauan kelayakan kegiatan *prelifting*, selanjutnya operasional pengangkatan, kemudian pengkondisian penempatan material atau *positioning*, pengkondisian perencanaan *sling gear*, pengangkatan *lifting* dan *release girder*. Kegiatan *lifting steel box girder* didapatkan dengan cara menggunakan metode observasi, studi literatur atau dokumentasi dan *interview*. Pada studi literatur atau dokumentasi dengan mencatat data dan informasi penting terkait dengan tahapan *lifting steel box girder* dari sumber dokumen literatur terdahulu maupun data yang ada dalam proyek tersebut, sedangkan metode *interview* dilakukan dengan satu orang

pakar praktisi *erection engineer* kontraktor setempat untuk mengetahui informasi perencanaan kegiatan *lifting steel box girder*. Sehingga dalam kegiatan *lifting* pada metode *erection* keluaran yang diharapkan dapat membuat prosedur kegiatan *lifting* yang dapat menjamin kesiapan alat, beban kritikal angkat, personil dan kondisi lingkungan sekitar agar terhindar dari kecelakaan kerja dan meminimalisir risiko kecelakaan kerja serta upaya dalam mengidentifikasi dan memitigasi risiko pekerjaan *lifting steel box girder* (Sumaidi, 2020).



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian (sumber: dokumentasi proyek)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pekerjaan dan material *Steel Box Girder* (SBG) penyelesaian pada pekerjaan metode *erection* Proyek KPBU Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah adalah sebagai berikut :

3.1. Alat yang Digunakan Dalam Proyek:

Setiap proyek konstruksi tentu memiliki metode tersendiri dalam pengerjaan, maka alat yang akan digunakan di lapangan menyesuaikan dengan metode yang dilaksanakan. Berikut alat yang digunakan untuk proses Metode *Erection* pada Proyek Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) Pemali, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

a. Crawler Crane

Crawler Crane adalah suatu alat berat yang digunakan untuk mengangkat beban baik secara *horizontal* maupun *vertical*. *Crawler Crane* mempunyai kemampuan untuk berputar 360° dengan manuver yang mudah dan praktis. Alat yang digunakan untuk

pengangkatan *Steel Box Girder* (SBG) adalah *Crawler Crane* berkapasitas 260 Ton dan *Crawler Crane* berkapasitas 180 Ton



Gambar 2. Alat berat crawler crane (sumber : dokumentasi proyek)

b. Total Station

Total station adalah alat digital yang mampu mengukur jarak dan sudut secara sekaligus dan dapat merekam data secara elektronik. Sedangkan *Elektronik Total station* (ETS) adalah gabungan antara alat ukur jarak elektronik dan *theodolit* berbasis digital sehingga dari pengukuran lapangan didapat koordinat titik dan elevasi dengan ketelitian yang tinggi. Dalam proyek ini, *Total station* digunakan untuk menentukan nilai camber actual *Steel Box Girder* (SBG) sesuai nilai *design* dan menentukan kelurusan atau *alignment*.

c. Air Impact

Air impact adalah alat daya yang menggunakan udara bertekanan untuk memberikan torsi tinggi. Dalam proyek ini, *Air impact* digunakan untuk mengencangkan baut dengan cepat dan tepat.

d. Kunci Torsi

Kunci Torsi adalah suatu alat yang digunakan untuk mengecek dan mengukur kekencangan baut dengan tingkat kekuatan dan tegangan yang telah ditentukan dengan kata lain untuk mengukur gaya puntir pada baut hingga mencapai momen tertentu.

3.2. Bahan Konstruksi Jembatan:

Dalam pembangunan di suatu proyek tentunya diperlukan beberapa bahan yang digunakan. Berikut adalah bahan bangunan yang digunakan pada Proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* di Pulau Jawa (CH PEMALI B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

a. Steel Box Girder (SBG)

Steel Box Girder (SBG) adalah jembatan yang balok utamanya terdiri dari gelagar bentuk kotak berongga yang menjadi struktur gelagar dengan daya tahan yang

tinggi. Fungsi dari *Girder* adalah untuk menyalurkan beban berupa beban kendaraan di atasnya untuk dikirimkan ke struktur bawah yaitu *abutment* agar bisa diredam dan tidak terjadi persimpangan beban atau gaya. *Box Girder* biasanya digunakan untuk jembatan jalan raya, jembatan kereta api, dan jembatan penyeberangan. pada proyek ini untuk jembatan jalan raya dengan panjang bentang kurang lebih 105 Meter, konfigurasi strukturnya berupa pelat deck yang memikul lalu lintas di atas balok baja dan Pelat deck bertindak secara komposit dengan balok baja (Supriyadi & Muntohar, 2007).



Gambar 3. Steel Box Girder (SBG)
(sumber : dokumentasi proyek)

- b. Baut dan Mur Ring
- Baut adalah besi atau batangan yang berulir untuk menyambung atau mengikat kedua benda. Mur adalah suatu pengikat untuk mempererat baut pasangan ulir yang umumnya sudah dinormalisasikan. Ring adalah untuk mengencangkan atau mengendurkan dan mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda kerja, *ring* atau *washer* digunakan pada baut untuk membantu mencegah kekuatan sambungan berkurang yang disebabkan baut mengendor akibat getaran (Wicaksono, 2018).



Gambar 4. Baut dan mur ring
(sumber : dokumentasi proyek)

3.3. Pelaksanaan Tahapan Metode *Erection* Pada Material *Steel Box Girder* (SBG)

Metode Erection adalah salah satu metode pengangkatan (*erection*) *Girder* di atas *Abutment* atau *Pier Head* dengan menggunakan dua alat berat *crawler crane* yang dapat bergerak 360 derajat. Pada umumnya, titik tumpu pada konstruksi jembatan berupa *Lead Rubber Bearing (LRB)* atau lebih dikenal dengan nama *elastomeric bearing pad*. *Bearing Pad*

Merupakan bantalan atau tumpuan berbahan karet. Tujuan menggunakan *bearing pad* adalah untuk bantalan penahan struktur jembatan untuk menyalurkan reaksi *girder* (balok penopang jembatan) tanpa memberi tekanan berlebihan pada struktur sehingga jembatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Wulfram, 2006).

Langkah-langkah pada *Metode Erection* sebagai berikut :

1. Persiapan lahan untuk dudukan *Shoring*
Shoring merupakan rangkaian tiang profil baja yang dirangkai sehingga membentuk suatu konstruksi penopang yang menahan beban atau konstruksi di atasnya, ketinggian *shoring* 3 Meter di atas *Slipper Beam*. Sebelum *shoring* di dudukan ada beberapa persiapan lahan sebagai berikut:
 - a. Pengurugan tanah sesuai elevasi yang diperlukan atau ditentukan. Alat yang digunakan yaitu *equipment excavator* dan Pemadatan tanah atau lahan setelah pengurugan tanah selesai dilanjutkan dengan pemadatan lahan sebelum *shoring* di dudukan menggunakan alat *equipment vibro*.



Gambar 5. Pengurugan tanah dan pemadatan tanah atau lahan
(sumber : dokumentasi proyek)

- b. *Positioning* atau *setting shoring* (perancah) dan *Setting* posisi dan elevasi tambahan ganjal (*H Beam*). *H Beam* adalah salah satu balok baja yang sering kali disebut dengan *hot rolled*. Fungsi dari *H Beam* sebagai penahan struktur bangunan. Pada langkah ini harus dilakukan pengawasan oleh tim *surveyor* agar saat *H Beam* diletakkan di atas dudukan *shoring* tetap tegak lurus (Soeharto, 1999).



Gambar 6. Positioning atau setting shoring dan setting elevasi tambahan ganjal
(sumber : dokumentasi proyek)

2. Assembly SBG (*Steel Box Girder*)

Tahapan *Assembly* atau perakitan *Steel Box Girder* merupakan proses penggabungan rangkaian dari beberapa satuan unit atau komponen lainnya menjadi satu bagian unit baru yang secara utuh. Proses *assembly* menggunakan bantuan alat berat *equipment crawler crane 260T*, *sling baja 10T*, *shackle 25T*, kunci pas 41, *air impact*. Tahap-tahap *assembly* sebagai berikut:

- a. Peletakan *precast* (dudukan sementara) untuk *setting camber* dan kelurusan dan Peletakan *Steel Box Girder* (SBG) di atas *precast*.



Gambar 7. Peletakan *precast* dan peletakan *Steel Box Girder* (SBG) di atas *precast*
(sumber : dokumentasi proyek)

- b. Pemasangan *splice* dan baut pada *Steel Box Girder* (SBG) *line 1* (*segment 1*) dan *Joint* (*assy*) (*segment 2* ke *segment 1*).



Gambar 8. Pemasangan *Splice* dan Baut pada *Steel Box Girder* (SBG) *line 1* (*segment 1*) dan *Joint* (*assy*) (*segment 2* ke *segment 1*)
(sumber : dokumentasi proyek)

3. *Point* (*assy*) (*segment 2* ke *segment 1*) *Positioning* dan *leveling* SBM (*Temporary LRB*)

Pada proses ini untuk peletakan *Steel Box Girder* (SBG) di *Abutment 1*, *Pier* dan *Abutment* diletakkan untuk *line 1*, *line 2* dan *line* Tahapan ini menggunakan alat *equipment Total station Es105*.



Gambar 9. *Positioning* dan *leveling* SBM (*Temporary LRB*)
(sumber : dokumentasi proyek)

Proses erection dan *positioning* *Steel Box Girder* (SBG) pada *Abutment 1* ke *Shoring* sampai *Abutment 2*: Proses *positioning* *Steel Box Girder* (SBG) dengan menggunakan proses *lifting*. *Lifting* adalah suatu proses pengangkatan beban dalam suatu pekerjaan konstruksi yang terencana, terkontrol dengan memperhatikan persyaratan dan kualifikasi teknis. Proses *lifting* menggunakan bantuan alat berat *equipment crawler crane 260T*, *crawler crane 180T*, *Total station Es105*, *sling baja 10T*, *shackle 25T*, kunci pas 41, *air impact*. Pada langkah ini harus dilakukan pengawasan oleh tim *surveyor* agar saat *lifting* SBG tetap tegak lurus. Tahapan *lifting* terdapat 5 tahapan. Proses *erection* dan *positioning* *Steel Box Girder* (SBG) sebagai berikut:

- a. *Lifting* SBG *line 1* (*segment 1* dan *segment 2*).
- b. *Lifting* SBG *line 2* (*segment 1* dan *segment 2*).
- c. *Install bracing line 1* ke *line 2*.
- d. *Lifting* SBG *line 3* (*segment 1* dan *segment 2*).
- e. *Install bracing line 2* dan *line*.
- f. *Assembly* SBG *line 1*, *line 2*, *line 3* (*segment 3* dan *segment 4*).
- g. *Lifting* dan *joint* SBG *line 1* (*segment 3* dan *segment 4*) ke *line 1* (*segment 2* dan *segment 1*).
- h. *Lifting* dan *joint* SBG *line 1* (*segment 5*) ke *line 1* (*segment 4*, *segment 3*, *segment 2*, *segment 1*).
- i. *Lifting* dan *joint* SBG *line 2* (*segment 3* dan *segment 4*) ke *line 1* (*segment 2* dan *segment 1*).
- j. *Lifting* dan *joint* SBG *line 2* (*segment 5*) ke *line 1* (*segment 4*, *segment 3*, *segment 2*, *segment 1*).
- k. *Lifting* dan *joint* SBG *line 1* (*segment 6*) ke *line* (*segment 5*, *segment 4*, *segment 3*, *segment 2*, *segment 1*).
- l. *Lifting* dan *joint* SBG *line 1* (*segment 7*) ke *line 1* (*segment 6*, *segment 5*, *segment 4*, *segment 3*, *segment 2*, *segment 1*) dan dilanjut *lifting* SBG *line 1* (*segment 8* dan *segment 9*).

- m. *Lifting* dan *joint line 2* (*segment 6* dan *segment 7*) ke *line 2* (*segment 5, segment 4, segment 3, segment 2, segment 1*) dan dilanjutkan *lifting* SBG *line 2* (*segment 8* dan *segment 9*).
 - n. *Lifting* dan *joint* SBG *line 3* (*segment 3* dan *segment 4*) ke *line 3* (*segment 2* dan *segment 1*).
 - o. *Lifting* dan *joint* SBG *line 3* (*segment 5*) ke *line 3* (*segment 4, segment 3, segment 2, segment 1*).
 - p. *Lifting* dan *joint* SBG *line 3* (*segment 6* dan *segment 7*) ke *line 3* (*segment 5, segment 4, segment 3, segment 2, segment 1*) dan dilanjutkan *lifting* SBG *line 2* (*segment 8* dan *segment 9*) (Pratama, 2013).
4. Proses *Tightening Bolt* (pengencangan baut) *cek torque* dan *cek camber*
Proses *Tightening Bolt* dan cek torsi menggunakan bantuan alat *air impact*, kunci torsi, *total station* Es105. *Camber* merupakan ruang terbuka yang terdapat pada bawah jembatan yang memanfaatkan lengkungan rantai kendaraan jembatan. Atau lengkungan *join survey camber on stalking/self weight/after pouring concrete/Finish grade*. *Camber* biasa disebut dengan anti lendutan karena *camber* dibuat untuk melawan lendutan yang mungkin terjadi akibat beban yang bekerja. Jika terjadi lendutan maka tidak akan melebihi garis netral jembatan sehingga masih memungkinkan ruang kosong untuk kegiatan di bawah jembatan (Nugraha, 2018)



Gambar 10. Proses *tightening bolt* dan cek torsi (sumber : dokumentasi proyek)

5. Pemasangan *Steel Deck* dan Pelepasan *Shoring* (perancah) sebelum dilakukan pengecoran slab jalan



Gambar 11. Pemasangan *Steel Deck* dan Pelepasan *Shoring* (perancah) sebelum dilakukan slab jalan (Sumber : Dokumentasi Proyek)

6. Cek *camber* (*Self Weight* atau beban SBG sendiri)
Self Weight merupakan berat beban SBG sendiri. *Pre-camber*, setting lengkung SBG sesuai desain di atas perancah. Sedangkan *camber self weight* adalah lengkungan SBG yang terbentuk tanpa perancah (bebas tanpa ditopang). Cek *camber Self Weight* dilakukan setelah jembatan terpasang di atas *Abutment/Pier*/pondasi tanpa ada tambahan beban lainnya dan Cek *camber* (*After Pouring Concrete*) atau setelah pengecoran slab jalan.



Gambar 12. Cek *camber* dan cek *camber* (*after pouring concrete*) (sumber : dokumentasi proyek)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dari Kerja Praktek Proyek KPBUPergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Proyek KPBUPergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Merupakan proyek pergantian dan/atau duplikasi jembatan *eksisting*, Proyek ini dilaksanakan oleh PT. Bukaka Teknik Utama sebagai kontraktor pelaksana.
- b. Peralatan konstruksi dan bahan bangunan (material) yang digunakan pada Proyek KPBUPergantian dan/atau Duplikasi

Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Antara lain : *Crawler Crane, Total Station, Air impact, Kunci Torsi, Steel Box Girder* (SBG), Baut dan Mur Ring.

- c. Metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa (CH Pemali B) Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. menggunakan Metode *Erection* yaitu salah satu metode pengangkatan (*erection*) *Girder* di atas *Abutment* atau *Pier Head* dengan menggunakan dua alat berat *crawler crane* yang dapat bergerak 360 derajat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan artikel naskah publikasi ini kami mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Serta pihak dan rekan- rekan yang terlibat dalam pada proyek KPBU Pergantian dan/atau Duplikasi Jembatan *Callender Hamilton* (CH) di Pulau Jawa, khususnya di Kabupaten Brebes.

DAFTAR PUSTAKA

- Bunga I.F, 2021, Analisis Waktu Dan Biaya Perbandingan *Erection Box Girder* Menggunakan Metode Crane Dan Launcher, *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal* Vol.18 No.2 Edisi Oktober, ISSN (Online): 2655-2124
Broto, A.B., Azis, D., Maulana, M., 2020, Penerapan Fahp Pada Pemilihan Metode Pelaksanaan *Erection Box GIRDER*. *Jurnal Ikraith-Teknologi*, 7 (1) : 12-18
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. *Jurnal Ikraith-Teknologi*, 4(2) : 1-9
Nugraha, W., 2018, Analisis Metode Pengangkatan Gelagar Boks Baja Modular Untuk Jembatan Lintas Atas Sungai (Ereksi Method Analysis Of Modular Steel Box Girder For Bridge Over The River), *Jurnal Ikraith-Teknologi*, Volume 2 No. 2, 84-98.
Pratama, T. J., 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, 1-10.

- Soeharto, I, 1999, *Manajemen Proyek (Dari Koseptual Sampai Operasional)*, 1st ed., Erlangga, Jakarta
Sumaidi, M. D, 2020, Perencanaan Jembatan *Steel Box Girder* Tipe Komposite Dua Material Baja-Beton Dengan Dua Gelagar Seragam, *Jurnal Envirotek*, Vol. 10 No. 2, 18-26.
Supriyadi, B., & Muntohar, A. S., 2007, *Jembatan*, Beta Offset, Yogyakarta
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 Ikraith-Teknologi*, Vol 35 No 1.
Wulfram, E. I., 2006, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi Yogyakarta, Yogyakarta.