

Analisis Produktivitas Erection dengan Metode Crawler Crane pada Steel Box Girder

M. Rizki Rahmatullah^{a,1,*}

^a Nusa Putra University Faculty Of Computer Engineering And Design Civil Engineering Study Programme, Jl. Raya Cibolang No.21 Cisaat Sukabumi 43152

¹ m.rizki_ts22@nusaputra.ac.id*; 2 Email Penulis Kedua; 3 Email Penulis Ketiga (7pt)

* Corresponding Author

Diterima; diperbaiki; disetujui

ABSTRACT

Transportasi massal yang efisien dan ramah lingkungan merupakan elemen penting dalam mewujudkan mobilitas perkotaan berkelanjutan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemerintah Indonesia melalui proyek strategis nasional mengembangkan moda transportasi berbasis rel, salah satunya *Light Rail Transit* (LRT) Jabodebek. Pada tahap konstruksi, proses erection atau pemasangan *Steel Box Girder* (SBG) menjadi pekerjaan krusial karena berhubungan langsung dengan kekuatan struktur lintasan. Pekerjaan ini membutuhkan perencanaan teknis yang tepat serta peralatan berat yang andal, termasuk crawler crane yang dipilih karena stabilitas dan kemampuannya bermobilisasi pada medan proyek yang terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis produktivitas erection SBG menggunakan crawler crane pada proyek LRT fase 1B. Berdasarkan hasil pengolahan data lapangan, diperoleh waktu siklus rata-rata sebesar 8,41 jam, dengan produktivitas crane 0,06788 girder/jam dan produktivitas harian 0,788 girder/hari. Dengan produktivitas tersebut, pekerjaan erection diperkirakan membutuhkan durasi total 18 hari. Produktivitas ini dipengaruhi oleh kapasitas crane, berat dan dimensi girder, kondisi lapangan, serta efisiensi waktu pengangkatan dan pemasangan. Studi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam optimalisasi perencanaan dan pelaksanaan proyek infrastruktur transportasi sejenis di masa mendatang.

ABSTRACT

Efficient and environmentally friendly mass transportation is an important element in realizing sustainable urban mobility. To meet these needs, the Indonesian government, through a national strategic project, is developing rail-based transportation modes, one of which is the Jabodebek Light Rail Transit (LRT). During the construction phase, the erection or installation of Steel Box Girder (SBG) is a crucial task as it directly affects the strength of the track structure. This task requires precise technical planning and reliable heavy equipment, including crawler cranes, which are chosen for their stability and ability to mobilize in limited project sites. This study aims to analyze the productivity of SBG erection using crawler cranes in the LRT phase 1B project. Based on the results of field data processing, the average cycle time was 8.41 hours, with crane productivity of 0.06788 girders/hour and daily productivity of 0.788 girders/day. With this productivity, the erection work is estimated to take a total of 18 days. This productivity is influenced by crane capacity, girder weight and dimensions, field conditions, and lifting and installation time efficiency. This study is expected to serve as a reference for optimizing the planning and implementation of similar transportation infrastructure projects in the future.



KATA KUNCI

Transportasi
Light Rail Transit (LRT)
Steel Box Girder
Crawler Crane
Produktivitas

KATA KUNCI

Transportation
Light Rail Transit (LRT)
Steel Box Girder
Crawler Crane
Productivity



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license

1 Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur transportasi massal menjadi fokus utama pemerintah Indonesia dalam mewujudkan mobilitas perkotaan yang efisien dan berkelanjutan. Salah satu proyek strategis nasional yang sedang dikembangkan adalah *Light Rail Transit* (LRT), yang dirancang untuk mengurangi kepadatan lalu lintas serta meningkatkan konektivitas antar wilayah[1]. Dalam proyek ini, struktur layang menjadi komponen penting yang memungkinkan lintasan kereta tidak mengganggu lalu lintas kendaraan di bawahnya. Konstruksi struktur layang LRT memerlukan metode pemasangan elemen struktur baja seperti *Steel Box Girder* secara presisi, efisien, dan aman guna menjaga kualitas dan ketepatan jadwal proyek[2].

Pemasangan *Steel Box Girder* merupakan tahapan krusial karena elemen ini memiliki ukuran besar, berat signifikan, dan bentuk yang kompleks, sehingga memerlukan penanganan dan teknik pengangkatan khusus. Salah satu metode yang umum digunakan dalam proses erection adalah penggunaan *Crawler Crane*, yaitu alat berat dengan sistem perayap yang mampu mengangkat beban besar dengan stabilitas tinggi. Metode ini menuntut perencanaan teknis yang detail, mulai dari analisis beban, penentuan posisi lifting point, pemilihan alat bantu angkat, hingga penyesuaian terhadap kondisi medan di lokasi proyek. Kesalahan dalam perhitungan atau pelaksanaan dapat berakibat pada terganggunya proses erection, bahkan berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dan kerusakan struktural[3].

Penulisan laporan ini bertujuan untuk menganalisis teknis pelaksanaan erection dengan metode crawler crane pada *Steel Box Girder*. Penulis berkesempatan untuk mengamati langsung proses erection di lapangan serta mempelajari tantangan teknis dan manajerial yang dihadapi oleh tim pelaksana. Diharapkan, laporan ini dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai penerapan metode crawler crane dalam instalasi *Steel Box Girder* pada proyek LRT[4].

1.1 Tujuan Mengikuti Internship

Adapun tujuan untuk mengikuti *Internship* antara lain:

- a. Tujuan Umum
 1. Sebagai wadah pembelajaran dan pengaplikasian ilmu pengetahuan teoritis yang telah diperoleh selama perkuliahan.
 2. Untuk mengembangkan keterampilan teknis dan non teknis yang spesifik pada bidang Teknik Sipil.
 3. Untuk memahami alur kerja, prosedur dan standarisasi yang berlaku di proyek konstruksi.
 4. Untuk mengasah kemampuan kolaborasi, disiplin dan komunikasi yang efektif dalam sebuah tim.
 5. Menjadikan kesempatan untuk mengenal secara detail jalur karier dalam dunia teknik sipil sebagai bahan pengembangan diri.
 6. Untuk dapat memenuhi salah satu syarat kelulusan pada program studi Teknik Sipil di Universitas Nusa Putra.
- b. Tujuan Khusus
 1. Memahami bagaimana pekerjaan pada *steel box girder*, hingga cek torsi dan chamber.
 2. Untuk menganalisis nilai produktivitas erection *steel box girder*.

1.2 Manfaat Mengikuti Internship

1. Memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan konsep-konsep keilmuan yang telah diperoleh selama perkuliahan.
2. Meningkatkan kemampuan teknis dan non teknis yang sangat berharga dalam praktik profesional.
3. Memperoleh wawasan mengenai alur kerja, prosedur dan standarisasi yang diterapkan dalam dunia konstruksi, termasuk peraturan keselamatan dan manajemen proyek.
4. Dapat bekerja sama dan berinteraksi dengan berbagai pihak profesional serta meningkatkan komunikasi yang esensial dalam proyek konstruksi.
5. Memperoleh gambaran tentang bidang keilmuan yang akan diperdalam sebagai bahan menentukan jalur karier profesional ke depannya.
6. Dapat memenuhi salah satu syarat kelulusan pada program studi Teknik Sipil di Universitas Nusa Putra.
7. Dapat memahami proses dan tahapan pekerjaan *erection* pada *Steel Box Girder* (SBG) dan produktivitasnya.

2 Pelaksanaan Internship

2.1 Profil Perusahaan

2.1.1 Sejarah Perusahaan



Gambar 2. 1 Logo PT Waskita Nindya LRS

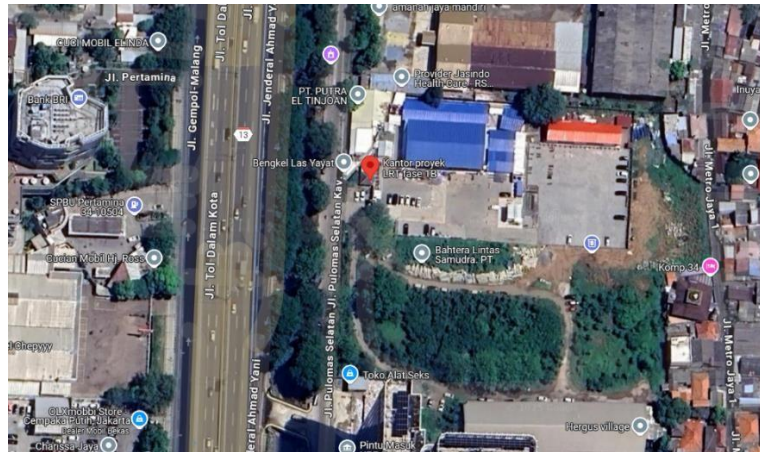
Sumber : PT Waskita Nindya LRS

Gambar 2.1 merupakan Logo dari PT Waskita, Nindya dan LRS. Dalam proyek ini melibatkan tiga perusahaan besar ketiga perusahaan tersebut memiliki peran dan tanggung jawab strategis dalam penyelesaian proyek LRT (*Light Rail Transit*) Fase 1B, baik dari sisi konstruksi maupun sistem operasi perkeretaapian.

Pemerintah Indonesia, melalui Kementerian BUMN, mendorong kolaborasi antar perusahaan milik negara guna mempercepat penyelesaian proyek strategis nasional secara lebih efisien, tepat waktu, dan terintegrasi. Dalam konteks Proyek LRT Jabodebek Fase 1B, sinergi antara PT Waskita Karya, Nindya, dan PT Len Railway Systems (LRS) mencerminkan implementasi nyata dari kebijakan tersebut, di mana seluruh aspek proyek mulai dari pembangunan struktur fisik hingga sistem operasi perkeretaapian ditangani langsung oleh para ahli di bidangnya. PT Waskita Karya dan Nindya memiliki keunggulan dalam pelaksanaan konstruksi infrastruktur secara masif dan presisi tinggi, sedangkan PT Len Railway Systems berperan dalam penyediaan dan integrasi sistem perkeretaapian modern, termasuk teknologi persinyalan dan kontrol otomatis berbasis CBTC, sehingga tercipta kesatuan kerja yang menyeluruh dan berstandar tinggi.

[illegible]

Lokasi kantor proyek yang strategis menjadi salah satu keunggulan bagi proyek ini. Berada di pusat kota sehingga mudah dijangkau oleh pekerja.



Gambar 2. 3 Peta Lokasi Kantor Proyek LRT Fase 1B
(Sumber : Google Maps)

Gambar 2.3 merupakan peta lokasi dari proyek LRT fase 1B yang beralamat di Jl. Pulomas Selatan Kav. 6, RT.16/RW.7, Kayu Putih, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13210.

2.1.3 Lokasi Proyek

Proyek LRT Fase 1B merupakan salah satu proyek yang sedang dikerjakan oleh PT Waskita, Nindya dan LRS, sekaligus menjadi salah satu proyek yang menjadi lokasi penempatan penulis selama melaksanakan internship. Berikut lokasi proyek LRT Fase 1B.



Gambar 2. 4 Peta Lokasi Proyek LRT Fase 1B
(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

Gambar 2.4 merupakan peta lokasi proyek LRT Fase 1B yang menghubungkan antara Velodrome – Manggarai.

2.1.4 Data Teknis Proyek

Adapun data teknis yang merupakan ringkasan latar belakang dari proyek konstruksi tempat pelaksanaan *internship* antara lain sebagai berikut:

Nama Proyek : Proyek Pembangunan *Light Rail Transit* Phase 1B (Velodrome – Manggarai)

Lokasi Proyek	: Rawamangun, Pulogadung, Jakarta Timur (Velodrome – Manggarai)
Panjang Proyek	: 6,4 Kilometer
Fungsi Bangunan	: Fasilitas Transportasi
Tanggal Kontrak	: 4 Oktober 2023
Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK)	: 116/BS2000/VIII/2023/0052 30 Agustus 2023
Jangka Waktu Kontrak	: 60 Bulan (5 Tahun)
Waktu Pelaksanaan	: 36 Bulan (3 Tahun)
Jangka Waktu Perbaikan Cacat Mutu	: 24 Bulan (2 Tahun)
Pemilik	: Jakarta Propertindo (JakPro)
Konsultan Manajemen Konstruksi (MK)	: Oriental Consultant Global (OC Global)
Kontraktor	: Waskita – Nindya – LRS (KSO)
Nilai Kontrak	: Rp. 4.145.100.000.000 (Excl, PPN)
Tipe Kontrak	: Desain and Build
Lingkup Kerja	: Pekerjaan Sipil dan Sistem a. Sipil Struktur, Arsitektur, dan Pekerjaan MEP b. Sistem Persinyalan c. Rekayasa Sistem d. Verifikator Independen

2.2 Kegiatan Internship

2.2.1 Rencana Kegiatan Internship

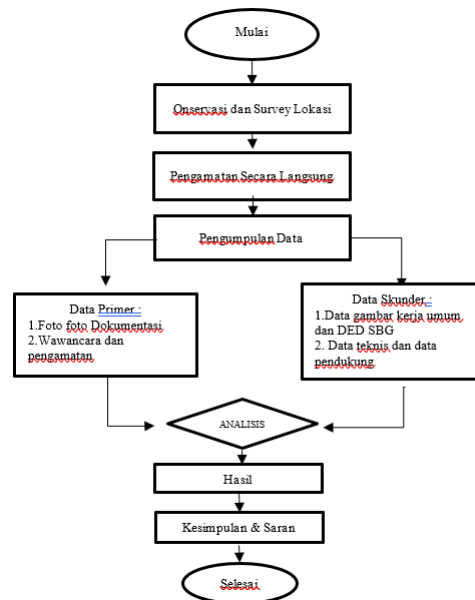
Kegiatan *internship* dilaksanakan selama 2 (dua) bulan, mulai dari tanggal 3 (tiga) Juni 2025 sampai dengan 3 (tiga) Agustus 2025.

Adapun tahapan pelaksanaan Internship sebagai berikut :

1. Survei Lokasi Internship
2. Pelaksanaan Internship
3. Pembuatan Proposal Pra-Internship
4. Analisis Masalah & Pengumpulan Data
5. Seminar Pra-Internship
6. Pengolahan Data
7. Penyusunan Laporan Akhir

8. Seminar Hasil Internship

Pada penyusunan laporan hasil *internship* ini, yang berfokus pada teknis pelaksanaan erection dengan metode crawler crane pada steel box girder pada proyek pembangunan LRT Fase 1B, pengolahan data dapat diketahui melalui bagan alir penelitian pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.1 Bagan Alir Penelitian

2.2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan

Dalam pelaksanaan internship, ruang lingkup pekerjaan penulis berfokus di kantor dan lapangan. Adapun yang menjadi tugas yang dilaksanakan mencakup beberapa aspek penting antara lain:

1. Monitoring submit dokumen DED merupakan kegiatan pengawasan dan pengendalian terhadap proses pengajuan (submission) dokumen Detail Engineering Design (DED) dari pihak perencana atau pelaksana proyek kepada pihak pemilik proyek atau instansi terkait.
2. Monitoring submit dokumen SHD merupakan kegiatan pengawasan dan pengendalian terhadap proses pengajuan (submission) dokumen Shop Drawing (SHD) dari pihak perencana atau pelaksana proyek kepada pihak pemilik proyek atau instansi terkait.
3. Pembuatan gambar dan penambahan furniture main office JAKPRO & OCG adalah rangkaian kegiatan yang mencakup perencanaan desain, penyusunan gambar kerja, serta pengadaan dan pemasangan elemen furniture pada kantor utama (main office) milik JAKPRO (Jakarta Propertindo) dan OCG (Owner's Consultant Group). Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah untuk menciptakan lingkungan kerja yang fungsional, nyaman, dan estetik sesuai dengan kebutuhan operasional.
4. Mengikuti secara langsung proses *lifting* atau pengangkatan girder menggunakan *crawler crane* di lapangan. Pengamatan ini mencakup seluruh tahapan penting, mulai dari persiapan alat dan area kerja, pengecekan kondisi sling dan shackles, pemasangan lifting point pada girder, hingga koordinasi antar-operator dan pengawas

saat proses pengangkatan berlangsung.

Dengan tugas di atas, serta bimbingan dari berbagai pihak baik dari kantor maupun pekerja yang ditugaskan di kantor maupun lapangan, selama rentan waktu pelaksanaan *internship* pengetahuan, wawasan dan keterampilan penulis dapat terus berkembang serta memperoleh pengalaman luas mengenai dunia konstruksi secara detail.

3 Pembahasan Internship

3.1 Analisis Bidang Keilmuan Dalam Internship

3.1.1 Uraian Umum

Berdasarkan judul atau fokus laporan internship ini, kajian mengenai teknis pelaksanaan erection dengan metode crawler crane pada steel box girder merupakan bagian penting dari studi dalam manajemen dan rekayasa konstruksi bangunan sipil. Secara khusus, analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai efisiensi dan efektivitas penggunaan alat berat crane dalam proses pemasangan struktur utama, khususnya steel box girder. Perhitungan produktivitas crane mencakup berbagai aspek teknis dan operasional yang mempengaruhi kinerja dan hasil akhir erection.

Secara umum, analisis ini melibatkan evaluasi terhadap kecepatan dan durasi *erection* dalam satuan waktu per unit girder (jam/girder). Faktor-faktor seperti kapasitas crane, berat dan panjang girder, metode pengangkatan, kondisi lapangan, serta waktu siklus operasi menjadi penentu utama dalam produktivitas pelaksanaan erection. Melalui analisis teknis ini, penulis berharap hasilnya dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan metode kerja dan pengambilan keputusan dalam pemilihan peralatan angkat pada proyek konstruksi serupa.

3.1.2 Erection Steel Box Girder

Alat berat Crawler Crane dalam proses erection komponen struktur, seperti *steel box girder*, secara langsung berkaitan dengan beberapa bidang keilmuan dalam teknik sipil, khususnya pada manajemen konstruksi, teknik alat berat, dan rekayasa struktur. Crawler crane merupakan jenis crane yang menggunakan sistem track (rantai) sebagai media pergerakannya dan sering digunakan pada proyek-proyek konstruksi besar karena fleksibilitas dan kapasitas angkatnya yang tinggi.

Dari aspek manajemen konstruksi, pemanfaatan crawler crane menuntut pemahaman terkait perencanaan alat, perhitungan produktivitas, penjadwalan operasi angkat (*lifting schedule*), hingga penentuan metode pelaksanaan yang efisien dan aman. Penempatan crane, arah manuver, serta estimasi waktu siklus angkat merupakan elemen penting dalam menyusun metode kerja erection yang efektif.

Sementara dari aspek teknik alat berat, pemahaman tentang spesifikasi teknis crawler crane menjadi penting, termasuk daya angkat (*lifting capacity*), jangkauan boom, sudut kerja, radius operasi, hingga stabilitas crane pada berbagai kondisi medan. Pengetahuan ini membantu dalam proses evaluasi pemilihan alat yang sesuai dengan berat beban, kondisi lokasi proyek, dan jarak pengangkatan yang dibutuhkan.

Dari sisi rekayasa struktur, perhitungan gaya-gaya yang bekerja saat pengangkatan, titik berat beban (*center of gravity*), serta distribusi beban pada girder dan tumpuan menjadi bagian dari analisis teknis yang harus diperhatikan selama proses erection dengan crane. Ketepatan dalam penentuan titik angkat dan sudut pengangkatan sangat memengaruhi keamanan dan keberhasilan pekerjaan.

3.2 Bar Bending Schedule

3.2.1 Prosedur Rute Transportasi

Prosedur rute transportasi dari PT. Waagner Biro Indonesia yang berlokasi di Kramatwatu, Serang, Banten, menuju kantor proyek LRT Fase 1B di Jakarta dilakukan melalui jalur darat dengan perencanaan logistik yang terstruktur. Pengiriman komponen berat seperti *steel box girder* dilakukan menggunakan truk Lowbed Trailer yang telah disesuaikan dengan dimensi dan kapasitas beban angkut. Rute yang umumnya digunakan melintasi jalur Kramatwatu – Cilegon – Tol Merak – Tol Jakarta–Tangerang – Tol Dalam Kota – dan akhirnya ke lokasi proyek di Jakarta. Mengingat panjang dan berat material yang diangkut, perjalanan darat ini membutuhkan waktu tempuh sekitar 2 hari lebih, tergantung kondisi lalu lintas, perizinan lintas wilayah, dan pengawalan oleh petugas Dishub atau kepolisian. Sebelum keberangkatan, dilakukan inspeksi kendaraan, pengecekan rute, serta koordinasi waktu tempuh agar tidak mengganggu arus lalu lintas utama. Prosedur ini menjadi bagian penting dari manajemen logistik proyek, guna memastikan pengiriman material berjalan aman, tepat waktu, dan sesuai regulasi transportasi barang berat.

Tabel ringkasan dimensi, berat dan moda transportasi pada proyek LRT Fase 1B dapat dilihat pada table 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Ringkasan Dimensi, Berat dan Moda Transportasi

(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

No	Bentang No.	Tinggi Maks. (mm)	Lebar Maks. (mm)	Panjang Maks. (mm)	Berat Maks/Kotak (Kg)	Total Kotak / RIT	Moda Transaportasi yang digunakan Transporter
1	P81B-82B	3925	2743	Maks. 11625	51,948	14	Lowbed Trailer

3.2.2 Pengarahan Lokasi

Sebelum memulai pekerjaan di lapangan, seluruh personel proyek terlebih dahulu diberi pengarahan oleh Manajer Site atau Engineer terkait metode kerja yang akan digunakan serta aspek *Health, Safety, and Environment* (HSE) yang relevan. Pengarahan ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua pekerja memahami prosedur teknis dan potensi risiko yang mungkin terjadi selama pelaksanaan pekerjaan. Selain itu, dilakukan juga inspeksi pra-penggunaan terhadap peralatan dan material guna menjamin kelayakan operasional serta menghindari kegagalan fungsi alat. Sebelum setiap shift dimulai, seluruh tim diwajibkan untuk menghadiri briefing pra-shift yang dipimpin oleh Manajer Site, Petugas HSE, atau wakilnya, guna mendiskusikan pekerjaan hari itu dan tindakan pengendalian risiko. Manajer Site atau Petugas HSE juga secara rutin menghadiri pertemuan keselamatan harian di lokasi untuk mengoordinasikan potensi bahaya yang sedang berlangsung maupun yang diperkirakan akan muncul, serta mengatur operasi simultan agar berjalan secara aman dan efisien. Proses pengarahan dan koordinasi ini menjadi bagian penting dari sistem manajemen keselamatan di proyek konstruksi.

3.2.3 Peralatan Yang Digunakan

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, penggunaan peralatan yang tepat dan sesuai sangat berperan penting dalam menjamin kelancaran, efisiensi, serta keselamatan kerja. Setiap tahapan pekerjaan memiliki kebutuhan peralatan yang berbeda, disesuaikan dengan jenis aktivitas, kondisi lapangan, serta kapasitas teknis yang diperlukan. Oleh karena itu, identifikasi dan pemilihan peralatan yang digunakan merupakan bagian krusial dalam perencanaan maupun pelaksanaan proyek. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, penggunaan peralatan yang tepat dan sesuai sangat berperan penting dalam menjamin kelancaran, efisiensi, serta keselamatan kerja. Setiap tahapan pekerjaan memiliki kebutuhan peralatan yang berbeda, disesuaikan dengan jenis aktivitas, kondisi lapangan, serta kapasitas teknis yang diperlukan. Oleh karena itu, identifikasi dan pemilihan

peralatan yang digunakan merupakan bagian krusial dalam perencanaan maupun pelaksanaan proyek, berikut peralatan diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan :

Tabel 4. 2 Peralatan Yang di Gunakan

(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

No.	Name of Equipment & Plant	Type	Quantity
1.	Crawler Crane	250 Ton	1
2.	Generator	100 Kva	1
3.	Hydraulic Jack	100 T 150mm Stroke	6
4.	Wire Slings	87T(WLL) x 7m	4
5.	Wire Slings	48T (SWL) x 7m	4
6.	Wire Slings	48T (SWL) X 12m	4
7.	Wire Slings	25T (SWL) X 8m	4
8.	Wire Slings	35T (SWL) X 12m	4
9.	Wire Sling	25T (SWL) X 8m	4
10.	Wire Sling (lifeline)	10 mm x 120m	3
11.	Webbing Sling	6T X 6m	2
12.	Crosby Bow Shackles	85T	12
13.	Crosby Bow Shackles	55T	8
14.	Crosby Bow Shackles	35T	4
15.	Crosby Bow Shackles	12T	6
16.	Survey Equipment		1 Set
17.	Manual Torque Wrench	400-1000 Nm	2
18.	Electric Torque Wrench	250-1000 Nm	4
19.	Impact Wrench	250-1000 Nm	6
20.	Cable Power	300m	1
21.	Panel Box Include Accessories		1 Set
22.	Lampu Spotlight LED	400 Watt	3
23.	Lampu Spotlight LED	200 Watt	1
24.	Steel Plate 1.5 x 6.0 m (t= 20mm)		18
25.	Tag Line		2 Set

3.2.4 Pekerjaan Persiapan

a. Penetapan lokasi dan pengaturan area kerja

Pekerjaan persiapan merupakan tahapan awal yang sangat penting sebelum pelaksanaan kegiatan konstruksi dilakukan. Salah satu aspek utama dalam tahap ini adalah penetapan lokasi dan pengaturan area kerja. Penetapan lokasi dilakukan dengan memastikan titik koordinat kerja sesuai dengan gambar perencanaan serta mempertimbangkan kondisi eksisting di lapangan. Proses ini melibatkan survei awal, pengecekan elevasi, dan penandaan batas area kerja secara akurat untuk menghindari kesalahan pelaksanaan di tahap berikutnya. Setelah lokasi ditetapkan, dilakukan pengaturan area kerja yang mencakup pembersihan lahan, pemasangan pembatas atau pagar pengaman, serta pengaturan jalur masuk dan keluar peralatan dan material. Selain itu, area kerja juga harus disiapkan agar memenuhi standar keselamatan dan efisiensi, seperti penyediaan akses untuk alat berat, ruang gerak pekerja, serta penempatan fasilitas pendukung seperti pos keamanan, gudang material, dan zona evakuasi.

b. Persiapan Crane Pad

Sebagai bagian dari persiapan pengangkatan girder kotak (*box girder*), diperlukan perencanaan dan pembangunan *crane pad* yang memadai untuk menjamin kestabilan crane selama proses pengangkatan berlangsung. Crane pad berfungsi sebagai pondasi sementara pada titik tumpuan (sepatu) crane guna mendistribusikan beban secara merata ke permukaan tanah. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya penurunan tanah (*ground settlement*), tergelincir, bahkan risiko crane roboh akibat tekanan berlebih pada area kerja yang tidak stabil. Selain itu, crane pad juga bertujuan untuk melindungi struktur jalan atau permukaan kerja dari kerusakan akibat beban dinamis saat pengangkatan. Dalam pelaksanaannya, digunakan pelat baja dengan ketebalan 20 mm sebagai alas utama di bawah outrigger atau track crane. Pelat baja ini dipilih karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan mampu meredam tekanan lokal dari crane saat mengangkat girder dalam posisi penuh. Perencanaan crane pad yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga merupakan bagian penting dari aspek keselamatan kerja di lapangan.

c. Tangga Modular Sementara Dan Jaring Pengaman

Tangga modular sementara dipasang sebagai akses vertikal yang aman dan efisien bagi pekerja selama tahap konstruksi, terutama di area dengan perbedaan elevasi atau struktur bertingkat. Tangga ini dirancang dengan sistem modul yang mudah dipasang dan dibongkar, serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Penggunaannya mempercepat mobilisasi tenaga kerja tanpa mengganggu proses konstruksi utama. Sementara itu, jaring pengaman (*safety net*) dipasang di sisi atau bawah area kerja yang memiliki potensi jatuhnya material atau pekerja, guna meminimalisir risiko kecelakaan fatal. Jaring ini berfungsi sebagai perlindungan kolektif yang wajib dipasang di zona rawan jatuh untuk menjaga keselamatan semua personel di sekitar area kerja. Kombinasi keduanya merupakan bagian penting dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di proyek konstruksi.

d. Garis Keselamatan

Garis keamanan (*safety line*) pada pekerjaan pemasangan *steel box girder* merupakan elemen penting dalam sistem keselamatan kerja di proyek konstruksi. Garis ini berfungsi sebagai penanda batas aman bagi pekerja agar tidak melampaui area berisiko tinggi, terutama saat berada di ketinggian atau di sekitar alat berat. Penerapan garis keamanan umumnya menggunakan pita berwarna mencolok atau tali pengaman yang dipasang secara permanen atau sementara di sepanjang jalur kerja girder. Selain itu, penggunaan garis ini juga dipadukan dengan perlengkapan keselamatan seperti full body harness dan lifeline untuk mencegah terjadinya kecelakaan jatuh dari ketinggian. Penempatan garis keamanan harus sesuai dengan standar K3 dan diawasi secara berkala oleh petugas HSE guna memastikan efektivitas dan kepatuhannya terhadap prosedur keselamatan.

3.2.5 Persiapan Pengangkatan Steel Box Girder**a. Sumber Daya**

Tahap persiapan *erection steel box girder* memerlukan mobilisasi sumber daya yang terencana dan terkoordinasi dengan baik untuk menjamin kelancaran dan keselamatan pekerjaan. Sumber daya yang diperlukan sebagai berikut :

1. Tim teknik

Menyediakan area penyimpanan dan perakitan sebagai kondisi lokasi untuk meminimalkan penyesuaian di lokasi, siapkan dan hitung rencana pengangkatan, Ikatan pengangkatan, dan kapasitas alat angkat selama pengangkatan.

2. Tim survei

Survei bersama terkait dengan proses serah terima, survei konstruksi hingga pemasangan gelagar kotak Baja untuk mengontrol geometri.

3. Tim persiapan

Pemasangan/pelepasan sistem akses, pegangan tangan, jaring pengaman, pemasangan/pelepasan listrik sementara dan Pembersihan kepala pilar.

4. Tim pengangkatan dengan crane

Pengangkatan *steel box girder* dan alinyemen sesuai desain, pengamanan sementara *steel box girder* sesuai kebutuhan untuk menjaga stabilitas.

5. Tim Fitter

Pemasangan jig sementara, pra-perakitan segmen *steel box girder*, penyesuaian Segmen Gelagar Kotak Baja - Sambungan pelat sambatan, pemasangan dan pengencangan baut diafragma dan bracing.

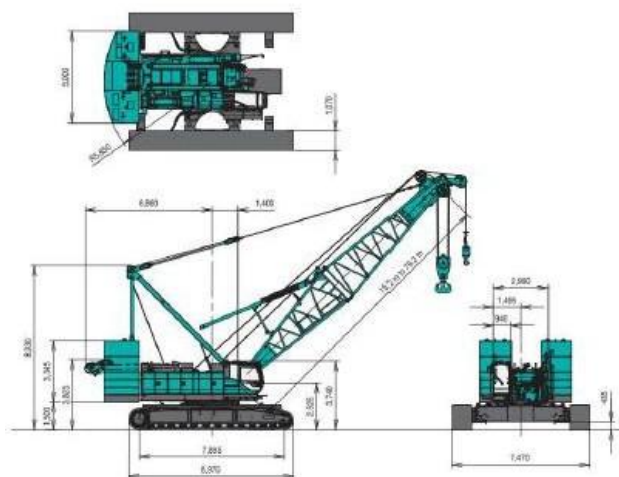
6. Tim instalasi bearing

Pemasangan bantalan permanen dan grouting.

b. Tahapan Pengangkatan

Tahap pengangkatan dalam *erection steel box girder* merupakan fase krusial yang memerlukan ketelitian tinggi, koordinasi antar tim, serta pemenuhan standar keselamatan kerja.

- a) Persiapkan alat angkat dan posisikan crane sesuai dengan posisi yang telah direncanakan. Salah satu alat utama yang digunakan adalah crawler crane KOBELCO 7250S, yang memiliki kapasitas angkat besar dan stabilitas tinggi, sehingga sangat cocok untuk pekerjaan pengangkatan girder berdimensi besar dan berat. Crane diposisikan sesuai dengan layout dan titik angkat yang telah direncanakan sebelumnya, dengan mempertimbangkan jarak jangkauan, kapasitas beban, serta kondisi tanah.



Gambar 4. 1 Gambar kobelco 7250S

(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

- b) Dalam proses pengangkatan steel box girder, langkah awal yang krusial adalah pemasangan pengikat berupa *wire rope sling* dengan *Working Load Limit* (WLL) 48 ton ke titik lifting girder. *Wire rope sling* ini dipilih karena memiliki kekuatan tarik tinggi dan mampu menahan beban berat secara aman sesuai dengan kapasitas girder yang akan diangkat. Pemasangan dilakukan oleh tim rigger berpengalaman dengan memastikan bahwa posisi sling berada pada titik angkat (*lifting point*) yang telah direncanakan dalam shop drawing dan metode kerja. Selain itu, digunakan *shackle* dan *lifting beam* sebagai perantara untuk mendistribusikan beban secara merata dan mencegah konsentrasi tegangan pada salah satu titik. Seluruh koneksi diperiksa kembali oleh supervisor lapangan dan tim HSE untuk memastikan bahwa tidak ada kerusakan, kelonggaran, atau posisi yang berisiko sebelum proses *lifting* dimulai. Pemasangan *wire rope sling* yang tepat menjadi kunci utama dalam menjaga stabilitas dan keselamatan selama pengangkatan girder berlangsung.



Gambar 4. 2 Pemasangan Wire Rope Sling
(Sumber :Dokumentasi Pribadi)

- c) Sebelum proses pengangkatan *steel box girder* dilakukan, empat personel rigger akan ditempatkan di sisi kiri dan kanan pada setiap ujung girder untuk memegang *tag line*. Penempatan ini bertujuan untuk menjaga kestabilan girder selama proses lifting serta memastikan girder tidak berayun atau menyentuh bagian pilar maupun struktur lainnya di sekitar area kerja. *Tag line* berfungsi sebagai alat kontrol manual untuk menstabilkan arah dan posisi girder saat berada di udara. Sebagai bagian dari prosedur keselamatan, loading test wajib dilakukan terlebih dahulu dengan ketinggian sekitar 0.3 meter dari permukaan tanah selama lima belas menit untuk memastikan sistem pengangkatan mampu menahan beban girder secara aman. Tes ini juga digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan beban, respon alat angkat, dan kinerja keseluruhan sistem *lifting* sebelum pengangkatan aktual dimulai.



Gambar 4. 3 Loading Test
(Sumber :Dokumentasi Pribadi)

- d) Setelah seluruh persiapan selesai dan sistem pengangkatan dinyatakan aman, proses pengangkatan *steel box girder* dilakukan secara perlahan dan terkontrol. Girder diangkat menggunakan crawler crane hingga mencapai elevasi yang sedikit lebih tinggi dari elevasi pemasangan yang telah ditentukan. Pengangkatan ke elevasi lebih tinggi ini bertujuan untuk memberikan ruang manuver saat melakukan penyelarasan posisi girder di atas pier head, serta mengantisipasi kemungkinan deformasi atau toleransi peralatan selama proses penurunan. Selama pengangkatan, koordinasi antara operator crane, rigger, dan signalman sangat penting untuk menjaga kestabilan girder dan mencegah ayunan yang tidak diinginkan. Setelah girder berada pada posisi aman di atas elevasi target, selanjutnya dilakukan proses penurunan secara perlahan ke titik pemasangan sesuai dengan metode *erection* yang direncanakan.



Gambar 4. 4 Lifting Steel Box Girder
(Sumber :Dokumentasi Pribadi)

- e) Setelah steel box girder berhasil diangkat dan ditempatkan pada posisi yang telah ditentukan di atas pier head, dilakukan proses perakitan sambungan antar girder. Tahap awal perakitan dimulai dengan penyelarasan posisi girder secara presisi, dilanjutkan dengan pengencangan baut sementara sebesar 60% menggunakan alat *Impact Wrench*. Pengencangan awal ini bertujuan untuk menahan girder tetap pada posisinya dan memudahkan penyesuaian sambungan. Setelah semua sambungan terpasang dan posisi girder telah dikunci secara akurat, dilakukan pengencangan akhir 100% dengan menggunakan alat *Shiren (torque wrench)* untuk memastikan momen torsi sesuai dengan spesifikasi teknis. Tahapan ini sangat penting guna menjamin kekuatan dan kestabilan sambungan antargirder, serta mencegah potensi kelonggaran yang dapat mempengaruhi integritas struktur. Seluruh proses ini dilakukan di bawah pengawasan tim quality control dan HSE untuk memastikan kualitas serta keselamatan kerja di lapangan.



Gambar 4. 5 Pemasangan Baut
(Sumber :Dokumentasi Pribadi)

- f) Setelah proses pemasangan bracing selesai dan seluruh baut dikencangkan sesuai standar, Inspektur *Quality Control* (QC) akan *Test Plan* (ITP) yang berlaku. Pemeriksaan ini mencakup aspek kelurusan, kekencangan baut, stabilitas bracing, serta kesesuaian dengan gambar kerja dan metode pelaksanaan. Apabila hasil inspeksi dinyatakan memuaskan dan sesuai dengan spesifikasi, maka area tersebut akan dilepaskan untuk tahap selanjutnya, yaitu pemasangan *Cable Stayed Duct* (CSD). Penyerahan area kerja dilakukan secara formal kepada Kontraktor Sipil, yang bertanggung jawab melanjutkan pekerjaan instalasi. Proses pemasangan CSD harus mengikuti rencana penandaan (*Marking Plan*) yang telah disediakan, serta mematuhi semua spesifikasi teknis dari pabrikan, guna menjamin ketepatan pemasangan dan performa sistem dalam mendukung struktur girder secara menyeluruh.

4 Hasil Internship

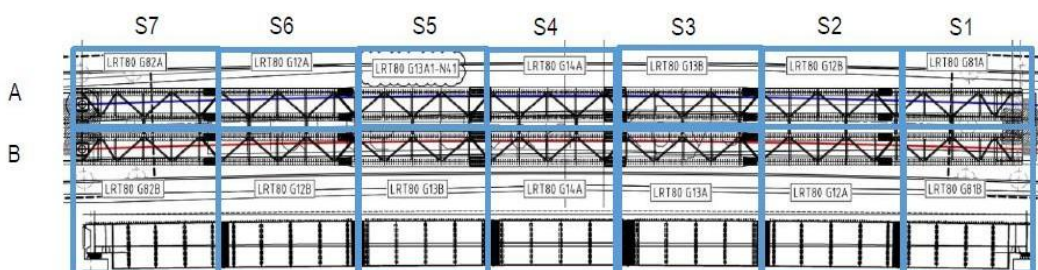
4.1 Perhitungan Produktivitas Erection

4.1.1 Analisis Data Lapangan

Perolehan data lapangan pekerjaan *erection steel box girder* P81 – P82 pada proyek *Light Rail Transit* (LRT) fase 1B antara lain :

a. Gambar *steel box girder* P81 – P82

Gambar detail *steel box girder persegmen*, pada proyek *Light Rail Transit* (LRT) fase 1B dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Gamabar rencana *steel box girder* P81 – P82
(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

b. Profil alat crawler crane

Tabel 4.1 Profil Alat Crawler Crane
(Sumber : PT Waskita Nindya LRS)

Crane Configuration	Crane Information
Lifting Equipment	Cap. 250T-Kobelco 7250s
Boom Length	42.70 m
Radius	13.00 m
100% Crane Capacity from Load Chart (a)	80.30 Ton
Weight of Material (b)	56.76 Ton
Weight of Accessories Lifting (c)	2.86 Ton
Pierhead Height + Bearing Plate Height	15.15 m
Maximum Lifting Height during Manuver	15.65 m
Total Weight (d)=(b)+(c)	59.62 Ton
Safety Factor =(a)/(f)	1.35
Utilization of Crane =(f)/(a) x 100%	74.25%

4.1.2 Perhitungan Waktu Siklus

Dalam proyek ini, proses erection girder memerlukan waktu siklus mulai dari tahap pengaitan girder pada sling crane hingga girder berada pada posisi pemasangan, kemudian dilanjutkan dengan proses pengangkatan dan penempatan girder pada tumpuan. Berdasarkan durasi siklus tersebut, produktivitas erection dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui :

$T_{Rigging}$	: 60 Menit
$T_{Lifting}$	: 25 Menit
T_{swing}	: 10 Menit
$T_{Positioning}$	: 6.30 Jam / 390 Menit
$T_{Unrigging}$	: 20 Menit

$$\text{Waktu Siklus} = T_{rigging} + T_{lifting} + T_{swing} + T_{positioning} + T_{unrigging}$$

$$\text{Waktu Siklus} = 30 + 21 + 8 + 390 + 15 = 505 \text{ Menit}$$

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{505}{60} = 8,41 \text{ Jam}$$

4.1.3 Perhitungan Produktivitas Crane

Availability menunjukkan kesiapan alat, dalam hal ini crawler crane, untuk beroperasi dengan mempertimbangkan downtime, dan menurut Caterpillar Performance Handbook nilainya berada pada kisaran 0,80–0,90 sehingga pada proyek sering digunakan $A = 0,85$. Efisiensi lapangan (E) menggambarkan efektivitas kerja crawler crane di kondisi lapangan, dengan rentang 0,70–0,85 menurut Douglas D. Craig, dan pada proyek di Indonesia umumnya digunakan nilai 0,75–0,80. Dalam perhitungan ini digunakan nilai efisiensi $E = 0,78$, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas Crane} = \frac{1}{\text{Waktu Siklus}} \times \text{Availability} \times \text{Efisiensi lapangan}$$

$$\text{Produktivitas Crane} = \frac{1}{8,41} \times 0,85 \times 0,78 = 0,0788 \text{ girder/jam}$$

4.1.4 Perhitungan Produktivitas Harian

Produktivitas harian adalah jumlah pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu hari operasional, dipengaruhi oleh durasi siklus, kondisi lapangan, availability, dan efisiensi kerja. Pada

pekerjaan erection girder dengan crawler crane, produktivitas harian dihitung dari jumlah siklus pemasangan girder yang dapat dilakukan dalam jam kerja efektif setelah dikurangi waktu tidak produktif, dapat dihitung sebagai berikut :

Produktivitas Harian = Produktivitas (girder/jam) x Jam Kerja Efektif Per Hari

Produktivitas Harian = $0,0788 \times 10 = 0,788$ girder/hari

4.1.5 Perhitungan Durasi Total

Durasi total merupakan waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas, dihitung dari akumulasi seluruh siklus kerja dan faktor pendukungnya, termasuk waktu efektif operasi serta waktu tidak produktif di lapangan, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Durasi Total} = \frac{\text{Jumlah SBG (Steel Box Girder)}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$\text{Durasi Total} = \frac{14}{0,788} = 17,76 \text{ Hari}$$

Dibulatkan menjadi 18 hari

5 Kesimpulan

Selama menjalani internship, penulis memperoleh pengalaman praktis yang mendalam, khususnya dalam aspek teknis pelaksanaan *erection Steel Box Girder* menggunakan metode crawler crane. Pemahaman mengenai tahapan *erection*, perencanaan *lifting*, pengendalian stabilitas crane, serta koordinasi antar tim menjadi hal krusial dalam menjamin keselamatan dan efisiensi pelaksanaan di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama pelaksanaan internship, dapat disimpulkan bahwa:

1. Mengenai proses pada *steel box girder*, mulai dari penyusunan segmen, pemasangan bracing, hingga pengencangan baut sesuai spesifikasi teknis. Setiap tahapan membutuhkan ketelitian dan koordinasi yang baik agar posisi girder presisi dan sesuai desain. Proses dilanjutkan dengan pengecekan torsi untuk memastikan kekencangan baut memenuhi standar, serta pengukuran chamber guna menjamin elevasi girder tetap sesuai dengan rencana geometri struktur.
2. Proses Selain itu, analisis produktivitas *erection steel box girder* menggunakan crawler crane menunjukkan bahwa waktu siklus rata-rata pekerjaan adalah 8,41 jam, dengan produktivitas crane sebesar 0,06788 girder/jam dan produktivitas harian 0,788 girder/hari. Berdasarkan produktivitas tersebut, durasi total pekerjaan erection diperkirakan mencapai 18 hari. Temuan ini memberikan gambaran nyata mengenai efisiensi pelaksanaan *erection* SBG dan dapat menjadi acuan dalam optimalisasi perencanaan serta pelaksanaan proyek infrastruktur serupa di masa mendatang.

References

- [1] S. Anisah, B. U. S, and I. Kustiani, "Analisis Persepsi Pengguna Layanan Transportasi Lrt Kota Palembang," *J. Tekno Glob. UIGM Fak. Tek.*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.36982/jtg.v9i1.1213.
- [2] H. Rizkianto, "Analisis Pemilihan Metode Erection Girder Menggunakan Crawler Crane dan Launcher Berdasarkan Biaya dan Waktu," *Tesis (UII)*, 2024.
- [3] A. A. Arimba, A. Rijaluddin, and C. Hamilton, "Teknis Pelaksanaan Erection dengan Metode Tandem Crane pada Steel Box Girder Jembatan Cikeruh Untuk Proyek Jembatan Callender Hamilton (CH) Di desa Loji Kecamatan Jatiwangi," *Tek. Sipil Univ. Majalengka*, pp. 233–243, 2023.
- [4] M. Baihaqi, S. Utoyo, and B. A. Raharjo, "Perbandingan Erection Steel Box Girder Menggunakan Incremental Launch Dan Self Launch Pada Proyek Junction Wringinanom," *J. Online Skripsi Manaj. Rekayasa Konstr.*, vol. 5, no. 2, pp. 115–119, 2024, doi: 10.33795/jos-mrk.v5i2.4104.