**TUGAS AKHIR**

# ANALISIS KESELAMATAN KERJA DENGAN METODE *CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS* (CSA) PADA PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* MENGGUNAKAN *LAUNCHER GANTRY* DI TITIK P43S

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1)**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**




**ANGGA**
**22511082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM SARJANA**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK DESAIN INOVASI**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**2026**

# TUGAS AKHIR

## ANALISIS KESELAMATAN KERJA DENGAN METODE *CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS* (CSA) PADA PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* MENGGUNAKAN *LAUNCHER GANTRY* DI TITIK P43S

## *WORK SAFETY ANALYSIS USING THE CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS (CSA) METHOD ON GIRDER ERECTION WITH A TRUSS LAUNCHING GANTRY AT POINTS P43S*

Disusun Oleh

**ANGGA**
**22511082**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 20 Agustus 2026
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing :
Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIK : 005110101
Tanggal

Penguji 1 :
Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T.
NIK : 195110502
Tanggal 27/08/26

Penguji 2 :
Rizki Budiman, S.T., M.T.
NIK : 245111203
Tanggal 27/08/2026

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

28/8-26

**Diola Anggraheni, S.T., M.Eng.**
**NIK : 165110105**

# PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan penuh tanggung jawab bahwa Tugas Akhir yang saya susun guna memenuhi persyaratan kelulusan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Desain dan Inovasi, Universitas Islam Indonesia adalah murni hasil karya pribadi. Seluruh kutipan maupun saduran yang diambil dari literatur atau karya ilmiah pihak lain telah dicantumkan sumbernya secara eksplisit, mengikuti kaidah serta etika penulisan akademik yang berlaku. Jika di masa mendatang terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan isi Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya dan menerima segala sanksi hukum, termasuk pembatalan gelar sarjana yang telah saya peroleh.

Yogyakarta, 27 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,




Angga

(22511082)

# KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji dan syukur penulis persembahkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir bertajuk "Analisis Keselamatan Kerja Dengan Metode *Construction Safety Analysis* (CSA) Pada Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* di Titik P43S (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1)" ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan karya ilmiah ini ditujukan sebagai salah satu kewajiban akademis dalam rangka menyelesaikan jenjang pendidikan sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Desain dan Inovasi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kendala. Namun, berkat masukan, bimbingan, serta motivasi yang diberikan oleh berbagai pihak, seluruh hambatan tersebut dapat diatasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan apresiasi dan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Ibu Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng., selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Desain dan Inovasi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta;
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni S.T., M.T., P.h.D., IPM., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan-masukan berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran dan tambahan ilmu yang membangun pada penulisan Tugas Akhir ini;

4. Bapak Rizki Budiman, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberi saran dan tambahan ilmu yang membangun pada penulisan Tugas Akhir ini;
5. Ibu Shofwatul Fadilah, S.T.P., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan motivasi, saran, dan bimbingan selama masa kuliah;
6. Bapak Ali Tugiono, S. Tr. Kes. selaku HSE Konsultan dari PT. Daya Mulia Turangga, yang telah membantu mengarahkan, memberikan saran perbaikan, serta memverifikasi data penelitian pada Tugas Akhir ini;
7. Keluarga Besar Proyek Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1, khususnya PT Daya Mulia Turangga, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian, bantuan data, serta bimbingan yang sangat berharga selama penulis melakukan penelitian ini di lapangan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat keekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang

Semoga segala kebaikan, bantuan, serta bimbingan yang telah diberikan oleh berbagai pihak mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang nyata, baik sebagai referensi akademis maupun masukan praktis bagi perkembangan ilmu Teknik Sipil. Semoga hasill penelitian ini juga dapat menjadi konstribusi positif dalam mendukung penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi di masa mendatang

Selain itu, besar harapan Penulis agar temuan serta rekomendasi dalam penelitian ini dapat diimplementasikan secara efektif oleh para praktisi di lapangan guna meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan efisiensi operasional proyek. Semoga naskah Tugas Akhir ini dapat menjadi pemicu bagi hadirnya inovasi-inovasi baru yang lebih komprehensif dalam bidang manajemen konstruksi dan keselamatan kerja.

*Wa'alaikumussalam warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 20 Agustus 2026

Penulis,



Angga

22511082

# DAFTAR ISI


HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI **Error! Bookmark not defined.**

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

ABSTRAK xiv

*ABSTRACT* xv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 5

1.4 Manfaat Penelitian 5

1.5 Batasan Penelitian 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Definisi 7

2.2 Tinjauan Penelitian 7

2.2.1 Analisis Risiko K3 Menggunakan Pendekatan HIRADC dan Metode JSA (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung BPKAD Samarinda) 7

2.2.2 Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan JSA (Studi Kasus: Pembangunan Mall 23 Paskal Extension) 8
2.2.3 Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa 9
2.2.4 Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC Pada Struktur Bawah Gedung DPRD Manokwari Selatan 10
2.2.5 Pengembangan Standar Operasional Prosedur Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Proses Pengecoran Logam di UD. Sinar Mulya Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) 10
2.3 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu 11
2.4 Keaslian Penelitian 17
BAB III LANDASAN TEORI 18
3.1 Dasar Teori Penelitian 18
3.2 Manajemen Proyek 19
3.2.1 Manajemen 19
3.2.2 Proyek 20
3.2.3 Manajemen Proyek 20
3.3 Kecelakaan Kerja 22
3.3.1 Definisi Kecelakaan Kerja 22
3.3.2 Penggolongan Kecelakaan Kerja 22
3.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja 22
3.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 24
3.5 Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) 24

3.6 *International Standardization Organization* (ISO) 25
3.7 Teori Domino Oleh Heinrich (1931) 26
3.8 *Construction Safety Analysis* (CSA) 28
3.8.1 Definisi 28
3.8.2 Metode *Construction Safety Analysis* (CSA) 28
3.8.3 Tujuan *Construction Safety Analysis* (CSA) 29
3.8.4 Manfaat *Construction Safety Analysis* (CSA) 30
3.8.5 Penyusunan *Construction Safety Analysis* (CSA) 30
3.9 *Girder* 34
3.9.1 Pekerjaan *Erection Girder* 37
3.10 Bahaya 37
3.11 Risiko 40
3.11.1 Definisi Risiko 40
3.11.2 Identifikasi Risiko 40
3.11.3 Pengendalian Risiko 41
BAB IV METODE PENELITIAN 42
4.1. Definisi 42
4.2. Subjek dan Objek Penelitian 42
4.3. Metode Pengumpulan Data Penelitian 43
4.3.1 Metode Pelaksanaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* 46
4.4. Tahap Analisis Data 48
4.5. Bagan Alir 50
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 53
5.1. Pelaksanaan Penelitian 53

5.2. Data Umum Proyek 53
5.2.1 Profil Proyek 53
5.2.2 Lokasi Proyek Penelitian 54
5.3. Analisis Data 55
5.3.1 Identifikasi Urutan Pelaksanaan Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* Sebelum Verifikasi 55
5.3.2 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* Setelah Verifikasi 57
5.3.3 Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Pekerjaan *Erection Girder* Sebelum Verifikasi 62
5.3.4 Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Pekerjaan *Erection Girder* Setelah Verifikasi 88
5.3.5 Pengendalian Risiko 98
5.3.6 Tindakan Pengendalian Risiko Proses Verifikasi 109
5.4. Formulir *Construction Safety Analysis (*CSA) 164
5.5. Pembahasan 198
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 201
6.1. Kesimpulan 201
6.2. Saran 202
DAFTAR PUSTAKA 204

# DAFTAR TABEL


Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang 13

Tabel 3. 1 Contoh Lembar Kerja *Construction Safety Analysis* (CSA) 33

Tabel 5. 1 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Sebelum Verifikasi 56

Tabel 5. 2 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Setelah Validasi 58

Tabel 5. 3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi 80

Tabel 5. 4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi 89

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Potensi Risiko 100

Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi 110

Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi 137

Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi 165

Tabel 5. 9 *Form* CSA Persiapan Alat Launcher Setelah Verifikasi 170

Tabel 5. 10 *Form* CSA Proses Pengikatan (Slinging) dan Persiapan Angkat di Tempat Setelah Verifikasi 174

Tabel 5. 11 *Form* CSA Pengangkatan Awal (Initial Lifting) dan Pengondisian Beban Setelah Verifikasi 178

Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi 182

# DAFTAR GAMBAR


Gambar 3. 1 Teori Domino 27

Gambar 3. 2 PC-I *Girder* 34

Gambar 3. 3 PC-U *Girder* 35

Gambar 3. 4 *Box Girder* 36

Gambar 3. 5 PC *Voided Slab* 36

Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian 43

Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian 50

Gambar 5. 1 Lokasi Penelitian Pekerjaan *Erection Girder* Pada 55

Gambar 5. 2 Hierarki Pengendalian 99

# DAFTAR LAMPIRAN


Lampiran 1 Dokumen Surat Izin Penelitian 209

Lampiran 2 Bukti Validasi Dokumen Penyusunan *Form* CSA 211

Lampiran 3 Peraturan Yang Terkait 217

Lampiran 4 Gambar Keadaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 220

Lampiran 5 *Form* CSA Sebelum Diverifikasi 224

# ABSTRAK

Kegiatan konstruksi mencakup serangkaian aktivitas pembangunan fisik yang menghasilkan fasilitas komersial maupun pribadi, seperti area pertokoan, kawasan industri, dan perumahan, serta infrastruktur pelayanan publik seperti jaringan dalan dan jembatan. Memgingat tingginya risiko di sektor ini, manajemen keselamatan kerja mutlak diperlukan, berkaca pada insiden kecelakaan kerja yang pernah terjadi pada proyek jembatan penghubung kawasan industri Jababeka di Cikarang Timur, Kabupaten Bekasi tahun 2023. Oleh sebab itu, pengawasan ketat terhadap implementasi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10/PRT/M/2021 mengenai pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstuksi (SMKK) sangat krusial untuk diterapkan. Penerapan SMKK secara optimal di lapangan terbukti mampu menekan fatalitas kecelakaan kerja secara signifikan. Di dalam SMKK, terdapat instrumen Rencana Kerja Konstruksi (RKK) yang mengulas kontrol operasional melalui metode *Construction Safety Analysis* (CSA). Studi ini berfokus pada penyusunan CSA untuk mengawal tahapan pekerjaan *erection girder* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo -Yogyakarta - NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1.

Metodologi penyusunan CSA dijalankan melalui observasi langsung di lapangan guna mengidentifikasi sekuens kerja serta ancaman bahaya secara komprehensif. Perumusan langkah pengendalian bahaya mengacu pada hierarki kontrol, regulasi pemerintah, StandarNasional Indonesia (SNI), serta rekomendasi dari para praktisi ahli

Luaran yang ditargetkan dari riset ini yaitu sebuah dokumen formulir *Construction Safety Analysis* (CSA) yang telah melalui proses validasi oleh pakar keselamatan kerja (K3) khusus untuk aktivitas *erection girder*. Penelitian ini diproyeksikan mampu memetakan seluruh potensi risiko bahaya yang berpeluang muncul pada setiap fase pekerjaaan tersebut. Selanjutnya, rekomendasi penanganan terhadap risiko yang teridentifikasi akan diformulasikan berdasarkan prinsip hierarki pengendalian risiko, yang meliputi tahapan substitusi, rekayasa teknis, kontrol administratif, hingga penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Kata Kunci : Konstruksi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, *Girder*, *Erection Girder*, *Construction Safety Analysis* (CSA)

# *ABSTRACT*

*Construction projects involve a series of physical development activities aimed at producing buildings for private or commercial use, such as housing, shops, and factories, as well as public infrastructure like roads and bridges. In the construction sector, proper management of work accidents is essential, particularly following the incident at the Pasuruan–Probolinggo Toll project in 2017. Consequently, specialized supervision is required regarding the implementation of the Minister of Public Works and Public Housing Regulation No. 10/PRT/M/2021 concerning the Construction "Safety Management System (SMKK)". Effective SMKK implementation can minimize the work accident rate at project sites. One component of the Construction Work Plan (RKK) within SMKK is the control of construction safety operations using the Construction Safety Analysis (CSA) method. This study aims to develop a CSA for girder erection work on the Yogyakarta-Solo Toll Road development project.*

*The preparation of the CSA will be conducted through field observations to clearly identify work sequences and potential hazards occurring at the project site. Potential hazard controls will be formulated based on the hierarchy of controls, government regulations, Indonesian National Standards (SNI), and expert recommendations.*

*The expected outcome of this research is the development of a Construction Safety Analysis (CSA) form, which will be validated by OHS (Occupational Health and Safety) experts in stressing girder operations. This research is targeted to identify various potential hazards arising during these work stages. Furthermore, appropriate control measures will be formulated for the identified hazards based on the hierarchy of controls, including substitution, engineering controls, administrative controls, and Personal Protective Equipment (PPE).*

Keywords: *Construction, Occupational Health and Safety, Girder, Erection Girder, Construction Safety Analysis (CSA)*

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|---|---|
| CSA | = *Costruction Safety Analysis* |
| K3 | = Keselamatan dan Kesehatan Kerja |
| SMKK | = Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi |
| RKK | = Rencana Keselamatan Konstruksi |
| ISO | = *International Standardization Organization* |

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi digambarkan sebagai sebuah aktivitas temporer yang berlangsung satu kali, dibatasi oleh rentang waktu spesifik, serta melibatkan interaksi antarpihak yang kompleks sehingga rentan memicu perselisihan (Ervianto, 2023). Pelaksanaan agenda ini berupa tindakan terorganisasi yang wajib tunduk pada batasan durasi, anggaran belanja, standar kualitas, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan orientasi utama menghasilkan wujud fisik berupa fasilitas atau gedung. Ranah pekerjaannya tergolong sangat luas, berkisar dari pembuatan aset privat milik individu maupun instansi korporasi layaknya kawasan industri dan area perumahan, hingga penyediaan sarana infrastruktur primer untuk pemenuhan hajat hidup masyarakat seperti jalan raya serta jembatan.

Sistem transportasi darat menempatkan jalan sebagai elemen penghubung vital yang menuntut proses perancangan secara saksama. Desain pada jalan raya wajib memberikan perhatian khusus bagi komponen geometrik yang mencakup kelandaian tanjakan, lebar jalur kendaraan, beserta radius pada tikungan demi menjamin faktor keselamatan dan kenyamanan seluruh pengguna jalan (Nadi dkk. 2025). Jalan layang menjadi salah satu variasi perancangan yang diimplementasikan melalui pembuatan struktur bertingkat tidak sebidang guna mengurai titik-titik lokasi yang rawan terhadap kemacetan arus lalu lintas. Konstruksi pada jalan layang secara garis besar terbagi ke dalam dua komponen utama, yakni bagian struktur atas serta bagian struktur bawah. Tiap-tiap elemen pengerjaan pada komponen tersebut menyimpan karakteristik faktor risiko kecelakaan kerja yang bersifat spesifik sekaligus beraneka ragam dalam ranah praktiknya.

Sektor pengerjaan fisik bangunan secara konsisten dikategorikan sebagai bidang aktivitas dengan kecenderungan angka kecelakaan kerja yang sangat masif. Fenomena insiden kerja di wilayah Indonesia memperlihatkan tren penurunan, di mana data statistik menunjukkan adanya 462.241 peristiwa sepanjang tahun 2024 (Satu Data Indonesia, 2024) dan pada tahun 2025 menyentuh 319.382 kasus pada (GoodStats, 2025). Meskipun mengalami penurunan, angka tersebut terbilang masih tinggi sehngga mempertegas urgensi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) secara optimal di setiap proyek. Penyelenggaraan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja secara ideal dan tepat memegang peranan vital demi meminimalkan probabilitas kemunculan kecelakaan kerja yang berpotensi menghambat ritme progres penyelesaian suatu proyek (Saraswati dkk. 2020).

Kewajiban pemenuhan aspek perlindungan di dalam iklim proyek konstruksi telah memiliki kekuatan hukum yang mengikat melalui regulasi Permen PUPR No. 10/PRT/M/2021 terkait panduan pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Eksekusi SMKK secara maksimal di area lapangan memiliki kontribusi besar dalam menekan visualisasi kuantitas cedera maupun kecelakaan kerja. Realitas di lapangan menunjukkan bahwa kebijakan ini masih kerap dikesampingkan oleh para tenaga kerja maupun pihak pelaksana proyek sehingga berbagai bentuk insiden fatal tetap saja terjadi. Aktivitas *erection girder* tergolong ke dalam jenis pekerjaan yang memiliki intensitas tingkat risiko sangat tinggi. Kasus riil dari ancaman ini terbukti pada peristiwa tanggal 2 Oktober 2023, saat sebuah struktur komponen beton penyangga (*box girder*) berskala masif di proyek jembatan penghubung area industri Jababeka, Cikarang Timur, Kabupaten Bekasi, runtuh hingga terbelah menjadi dua bagian. Kerusakan fatal tersebut disinyalir kuat bersumber dari ketidakmampuan elemen baja penyangga di kedua sisi ujung struktur jembatan untuk menopang beban berat sehingga berujung pada keruntuhan, di mana catatan menunjukkan terdapat dua personel pekerja yang mengalami luka-luka akibat tertimpa

bongkahan beton tersebut (Testindo, 2023). Kejadian serupa kembali berulang pada tanggal 7 Maret 2024 dalam tahapan pengerjaan *erection girder* pada proyek konstruksi jembatan atau jalan layang, yaitu peristiwa ambruknya balok *girder* di lokasi Flyover Bantaian, Muara Enim, Sumatera Selatan, yang dipicu oleh hilangnya keseimbangan beban tatkala proses peluncuran dan pengangkatan (*erection girder*). Problem miskomunikasi antar-operator yang bertugas di area *abutment* satu dan dua mengakibatkan perangkat *launcher* alat berat bergeser miring ke sisi kanan, lalu menjatuhkan material beton berukuran raksasa tepat ke arah jalur pelintasan kereta api di kolong bangunan, dengan dampak kerugian berupa satu korban jiwa dari kalangan pekerja serta enam personel lainnya mengalami cedera fisik (Putra & Susanti, 2024).

Rekam jejak dari berbagai contoh kasus di atas memperlihatkan bahwa tahapan dalam operasional *erection girder* membawa konsekuensi risiko yang sangat ekstrem di dalam penerapannya, baik ditinjau dari parameter keselamatan kerja ataupun tingkat stabilitas struktural. Sepasang peristiwa pilu tersebut menjadi bukti nyata bahwa setiap fase di dalam rangkaian proses pengangkatan serta penempatan posisi balok jembatan sangat sensitif terhadap kemunculan eror teknis maupun pelanggaran regulasi prosedural, sehingga bentuk deviasi sekecil apa pun akan langsung memicu dampak fatal berupa kegagalan konstruksi dan mengancam keselamatan pekerja di area lapangan.

Faktor internal manusia, kondisi lingkungan pekerjaan, serta kelemahan pada sistem manajemen diidentifikasi sebagai stimulus utama di balik timbulnya insiden kecelakaan kerja merujuk pada pemikiran Birds dalam modifikasi teori Domino Heinrich (1931). Pemakaian instrumen *Construction Safety Analysis* (CSA) dapat diposisikan sebagai salah satu alternatif metodologi efektif untuk memangkas potensi bahaya di sekeliling wilayah proyek selaras dengan amanat di dalam Permen PUPR No. 10/PRT/M/2021. Orientasi utama dari pengaplikasian metode CSA ini difokuskan pada aktivitas pengidentifikasian sumber-sumber bahaya serta

perumusan langkah pengendalian yang disusun secara sistematis berdasarkan urutan pekerjaan atau rangkaian tugas yang hendak diselesaikan.

Pelaksanaan mega proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta yang telah digulirkan sejak periode tahun 2021 dirancang demi mengintegrasikan wilayah YIA menuju area Pusat Kota Yogyakarta beserta beberapa wilayah kabupaten penyangga di sekitar lingkungan DIY termasuk Solo dan Klaten. Agenda pembangunan fisik tersebut dipastikan membawa eskalasi risiko yang tergolong tinggi pada tiap-tiap item pekerjaannya. Studi terdahulu yang mengkaji perihal analisis keselamatan dengan menggunakan instrumen metode HIRADC khusus pada tahapan pengerjaan komponen *girder* tercatat pernah diselesaikan oleh Ramadhan (2021). Atas dasar pertimbangan tersebut, fokus penulisan Tugas Akhir ini diarahkan untuk melakukan peninjauan mendalam mengenai aspek keselamatan konstruksi khusus pada aktivitas *erection girder* di lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1. Penetapan objek pengerjaan ini dilandasi oleh tingginya kadar kompleksitas teknis serta besarnya potensi fatalitas bahaya, sebagaimana telah terefleksi dari rentetan insiden jatuhnya *girder* pada bermacam-macam proyek strategis nasional yang umumnya dipicu oleh kekeliruan metode kerja ataupun malafungsi pada alat angkat. Jalannya penelitian ilmiah ini akan bertumpu pada penggunaan alat analisis berupa metode *Construction Safety Analysis* (CSA).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat dirumuskan yaitu

1. Apa potensi bahaya dan risiko keselamatan kerja pada pekerjaan erection girder di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1?

2. Bagaimana upaya pengendalian risiko keselamatan kerja yang efektif berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Construction Safety Analysis* (CSA) pada pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kecelakaan kerja yang berpotensi terjadi pada pekerjaan *erection girder* menggunakan metode CSA dan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1
2. Merumuskan dan merekomendasikan upaya pengendalian risiko yang efektif dan tepat berdasarkan hasil analisis CSA pada pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi referensi bagi para praktisi lapangan serta mahasiswa yang mendalami bidang Sistem Manajemen Keselamatan Kontruksi (SMKK) pada proyek.
2. Menyajikan data dan informasi tambahan bagai pihak manajemen perusahaan mengenai aspek keselamatan kerja pada tahapan *erection girder*, guna mengoptimalkan produktivitas serta efisiensi operasional pekerjaan tersebut.

## 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah di paparkan adalah sebagai berikut;

1. Ruang lingkup amatan difokuskan secara khusus pada tahapan pekerjaan *erection girder*.
2. Penelitian hanya fokus pada bahaya keselamatan pekerjaan *erection girder* di titik P43S.
3. Metode pelaksanaan *erection girder* di lapangan dibatasi pada metode angkat di tempat (*lifting*), tidak meninjau penggunaan truk trailer atau *boogie*
4. Penelitian menggunakan metode *Contructin Safety Analysis* (CSA)
5. Validasi form CSA hanya dilakukan oleh Ahli K3.
6. Lokasi pengambilan data penelitian bertempat di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta - NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Definisi

Tinjauan pustaka memegang peranan krusial dalam sebuah penelitian karena kontribusinya dalam membangun fondasi teoretis, memetakan kesenjangan studi, serta memperkokoh kerangka konseptual yang diusung. Snyder (2019) mengemukakan bahwa penelaahan literatur berfungsi membantu peneliti dalam memahami rekam jejak studi terdahulu, mendeteksi gap yang belum terpecahkan, dan menempatkan urgensi studi baru dalam ranah ilmiah yang sesuai. Melalui tahapan penelaahan ini, peneliti dapat menyusun kerangka teori secara komprehensif, menetapkan fokus kajian, serta menjamin bahwa studi yang dilaksanakan memiliki relevansi nyata sekaligus memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

## 2.2 Tinjauan Penelitian

### 2.2.1 Analisis Risiko K3 Menggunakan Pendekatan HIRADC dan Metode JSA (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung BPKAD Samarinda)

Menurut Supriyadi dkk. (2023), terdapat tiga sasaran utama yang ingin dicapai dalam studi ini. Sasaran pertama ialah memetakan aktivitas kerja yang memiliki potensi bahaya paling tinggi melalui pemanfaatan teknik HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Controls*) serta JSA (*Job Safety Analysis*). Sasaran kedua yaitu menyusun draf rekomendasi tindakan yang solutif dan efektif melalui teknik wawancara guna menekan angka probabilitas kecelakaan kerja dalam pelaksanaan proyek. Sasaran ketiga berupa pengujian komparatif antara realisasi mitigasi bahaya pada aktivitas berisiko tinggi di lokasi proyek

dengan dokumen rencana kerja K3 yang sebelumnya telah disepakati untuk pembangunan gedung BPKAD tersebut. Pendekatan yang diimplementasikan pada studi ini berupa metode campuran (*mixed method*). Pengumpulan data kuantitatif dilakukan melalui kuesioner dengan pilihan jawaban tertutup, yang kemudian diuji validitas serta reliabilitasnya memanfaatkan bantuan perangkat lunak SPSS. Sementara itu, penjaringan data kualitatif diperoleh melalui pertanyaan terbuka yang divalidasi keabsahannya dengan pendekatan triangulasi sumber. Temuan akhir dari analisis ini mengidentifikasi empat aktivitas utama yang berada pada kategori level risiko Tinggi (*High Risk*), antara lain Pekerjaan Kolom (3 risiko ekstrim), Pekerjaan Balok dan Pelat (1 risiko ekstrim), Pekerjaan ACP dan Kaca (2 risiko ekstrim), serta Pekerjaan Drainase (2 risiko ekstrim). Penyusunan usulan mitigasi risiko diformulasikan berdasarkan hasil wawancara, meliputi kewajiban melengkapi APD (seperti *full body harness* dan helm), inspeksi berkala pada kelayakan instrumen/material/kabel, hingga penempatan *safety line* serta rambu-rambu peringatan. Hasil studi komparasi terhadap dokumen RKK3 memperlihatkan bahwa aspek kendali teknis dan administratif secara umum telah diaplikasikan dengan baik, namun kedisiplinan pekerja dalam memakai Alat Pelindung Diri (APD) masih tergolong rendah dan pemenuhan logistik APD yang komplet di area proyek dinilai belum memenuhi standar baku.

2.2.2 Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan JSA (Studi Kasus: Pembangunan Mall 23 Paskal Extension)

Menurut Aulia dan Rahayu (2025), kajian ini dirancang untuk melakukan evaluasi mendalam mengenai tingkat bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada area kerja Proyek Pembangunan Mall 23 Paskal Extension yang berlokasi di Kota Bandung. Proses analisis risiko dijalankan dengan menerapkan kombinasi pendekatan HIRADC dan JSA, di mana data diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, sesi wawancara mendalam bersama praktisi ahli K3, serta pendistribusian kuesioner kepada

10 orang tenaga kerja. Penghitungan tingkat keparahan risiko diukur menggunakan kalkulasi *Severity Index* yang dipetakan langsung ke dalam matriks risiko. Hasil akhir dari proses identifikasi berhasil memetakan 55 jenis variabel bahaya yang tersebar pada tiga aktivitas utama, yaitu pekerjaan pondasi, sloof, dan kolom. Berdasarkan akumulasi data tersebut, sebanyak 59,2% temuan berada dalam kategori risiko tinggi dan 1,9% berada pada level risiko ekstrem. Jenis bahaya dengan status risiko ekstrem yang paling mendominasi adalah potensi insiden "jatuh dari ketinggian" pada tahapan aktivitas pembesian, pemasangan bekisting, serta proses pengecoran kolom. Melalui temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode HIRADC dan JSA memegang peranan yang sangat vital dalam menumbuhkan kepedulian para pekerja sekaligus meminimalkan potensi kecelakaan di tempat kerja lewat pengetatan fungsi pengawasan dan pemenuhan APD.

2.2.3 Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa

Target utama pelaksanaan studi ini yaitu memetakan serta mengkaji kalkulasi penilaian risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), sekaligus memformulasikan rancangan strategi mitigasi bahaya dalam Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa. Kerangka metodologi yang diaplikasikan untuk membedah potensi bahaya tersebut menggunakan instrumen HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) yang dipadukan dengan JSA (*Job Safety Analysis*). Berdasarkan observasi yang dilakukan, tercatat ada 54 bentuk risiko yang teridentifikasi pada tahapan pekerjaan pondasi, sloof, dan kolom. Melalui hasil penilaian kuantitatif tersebut, porsi terbesar yakni 59,2% diklasifikasikan sebagai kelompok risiko tinggi, diikuti dengan 38,9% pada kategori risiko sedang, dan sisanya sebanyak 1,9% masuk dalam kelompok risiko ekstrim. Rekomendasi tindakan korektif dan preventif yang diusulkan menitikberatkan pada aspek pengendalian

langsung terhadap individu pekerja (seperti kepatuhan instruksi kerja aman serta mandatori penggunaan APD), di samping optimalisasi kendali pada aspek teknis maupun administratif.

2.2.4 Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC Pada Struktur Bawah Gedung DPRD Manokwari Selatan

Susilo dkk. (2023) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menganalisis risiko pekerjaan, dan menentukan pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menggunakan metode HIRADC pada proyek pembangunan struktur bawah Gedung DPRD Manokwari Selatan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menganalisis risiko pekerjaan, dan menentukan pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menggunakan metode HIRADC pada proyek pembangunan struktur bawah gedung DPRD Manokwari Selatan. Metode yang digunakan adalah analisis kualitatif melalui observasi di lapangan, penyebaran kuesioner kepada 8 informan, dan wawancara dengan ahli K3. Hasil penelitian mengidentifikasi total 141 risiko kecelakaan pada tiap pekerjaan struktur bawah. Sebelum pengendalian dilakukan, persentase risiko tergolong sangat tinggi, dengan risiko ekstrem (E) sebesar 16,31% dan risiko tinggi (H) sebesar 35,46%. Setelah pengendalian awal dan lanjutan diterapkan, tingkat risiko menurun drastis, di mana risiko ekstrem dan tinggi menjadi 0,00%, sementara risiko rendah (L) meningkat signifikan menjadi 80,85%, menunjukkan hasil yang aman.

2.2.5 Pengembangan Standar Operasional Prosedur Untuk Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Proses Pengecoran Logam di UD. Sinar Mulya Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA)

Menurut Hilmi dkk. (2025), fokus utama dari pelaksanaan riset ini ialah merancang dokumen Standar Operasional Prosedur (SOP) yang solutif pada lini pengerjaan pengecoran logam di UD. Sinar Mulya, dengan orientasi mendeteksi dan mengendalikan ancaman kecelakaan demi

memacu efisiensi serta mutu hasil produksi. Metodologi yang diimplementasikan berpusat pada pemanfaatan *Job Safety Analysis* (JSA), yang dikombinasikan dengan penilaian efektivitas penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) serta kepatuhan terhadap SOP yang sedang berjalan di internal perusahaan. Berdasarkan pengolahan data, hasil analisis memberikan penegasan bahwa agenda pemutakhiran regulasi keselamatan, pengadaan APD dengan spesifikasi yang lebih tepat, serta penambahan fasilitas pengendali faktor lingkungan menjadi instrumen krusial untuk mengeliminasi potensi cedera maupun kecelakaan kerja. Temuan ini memberikan konfirmasi nyata bahwa eksekusi regulasi keselamatan kerja yang adaptif merupakan elemen kunci untuk menciptakan atmosfer ruang kerja yang aman sekaligus produktif pada lingkup industri pengecoran logam.

## 2.3 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Studi yang dilaksanakan ini memiliki orientasi serta ruang lingkup pembahasan yang berbeda secara fundamental apabila disandingkan dengan lima literatur sejenis sebelumnya. Publikasi dari Supriyadi dkk. (2023) menitikberatkan pembahasannya pada komparasi riil kepatuhan K3 di lapangan dengan dokumen RKK3 di lingkungan Proyek Gedung BPKAD Samarinda, sedangkan studi oleh Aulia & Rahayu (2025) bersama dengan Harahap dkk. (2022) menerapkan kombinasi HIRADC dan JSA guna mengukur besaran bahaya pada Proyek Mall 23 Paskal Extension serta Proyek Rumah Sakit Regional Langsa dengan output berupa persentase nilai risiko. Di sisi lain, riset dari Susilo dkk. (2023) memfungsikan pendekatan HIRADC secara eksklusif guna menguji signifikansi dampak intervensi kontrol pada pengerjaan struktur bawah gedung DPRD yang memperlihatkan reduksi risiko secara masif pasca-kendali diterapkan. Berbeda dari keempat literatur di atas yang mengambil latar belakang pada sektor konstruksi, riset yang diselesaikan oleh Hilmi dkk. (2025) memfokuskan bahasannya pada perancangan SOP berbasis metode JSA pada lini pengecoran logam di lingkup manufaktur. Secara garis besar,

distingsi utama dari studi ini terletak pada aspek objek amatan (karakteristik industri atau proyek yang spesifik), jenis metodologi yang diunggulkan (kombinasi HIRADC/JSA versus aplikasi JSA murni), serta target luaran yang ingin dicapai (penilaian kepatuhan RKK3, kalkulasi persentase risiko, ataupun penyusunan SOP baru).

Tinjauan terhadap ragam studi terdahulu memberikan kesimpulan konkrit bahwa belum ditemukan adanya analisis ilmiah yang mengupas aktivitas *erection girder* memanfaatkan pendekatan *Construction Safety Analysis* (CSA). Berlandaskan gap tersebut, peneliti akan melaksanakan studi mengenai analisis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) berbasis metode CSA pada pengerjaan *Erection Girder* di lingkungan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1. Penjelasan komparatif mengenai pembeda antara studi yang akan dijalankan saat ini dengan literatur-literatur terdahulu dipaparkan secara rinci pada Tabel 2.1 di bawah ini.

**Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

| **Penelitian Sebelumnya** | | | | | | **Penelitian yang Dilakukan** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aspek** | **Supriyadi dkk. (2023)** | **Aulia dan Rahayu (2025)** | **Harahap dkk. (2022)** | **Susilo dkk. (2023)** | **Hilmi dkk. (2025)** | **Angga (2026)** |
| **Judul Penelitian** | Analisis Risiko K3 Menggunakan Pendekatan HIRADC dan Metode JSA (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung BPKAD Samarinda) | Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan JSA (Studi Kasus: Pembangunan Mall 23 Paskal Extension) | Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC Dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa | Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC Pada Struktur Bawah Gedung DPRD Manokwari Selatan | Pengembangan Standar Operasional Prosedur Untuk Peningkatan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dalam Proses Pengecoran Logam Di UD. Sinar Mulya Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) | Analisis Keselamatan Kerja Dengan Metode *Construction Safety Analysis* (CSA) Pada Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* Di Titik P43S Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo - Yogyakarta |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

| Penelitian Sebelumnya | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aspek** | **Supriyadi dkk. (2023)** | **Aulia dan Rahayu (2025)** | **Harahap dkk. (2022)** | **Susilo dkk. (2023)** | **Hilmi dkk. (2025)** | **Angga (2026)** |
| **Tujuan Penelitian** | Mengetahui jenis & level risiko K3, serta membandingkan penerapan pengendalian risiko di lapangan dengan dokumen RKK3. | Mengevaluasi risiko K3 melalui HIRADC dan JSA, dan merumuskan tindakan pengendalian pada proyek pembangunan Mall 23 Paskal Extension. | Mengetahui identifikasi, menganalisis penilaian, dan merencanakan upaya pengendalian risiko K3 pada Proyek Rumah Sakit Regional Langsa. | Mengidentifikasi bahaya, menganalisis risiko, dan menentukan pengendalian menggunakan metode HIRADC pada struktur bawah gedung DPRD. | Mengembangkan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang efektif melalui JSA untuk peningkatan K3 dalam proses pengecoran logam. | Mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko serta pengendalian risiko dengan metode CSA (C*onstruction Safety Analysis*) untuk pekerjaan *Erection Girder* pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta. |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

| Penelitian Sebelumnya | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aspek** | **Supriyadi dkk. (2023)** | **Aulia dan Rahayu (2025)** | **Harahap dkk. (2022)** | **Susilo dkk. (2023)** | **Hilmi dkk. (2025)** | **Angga (2026)** |
| **Metode Penelitian** | *Mixed Method* (Kuantitatif SPSS & Kualitatif Triangulasi). Analisis risiko dengan HIRADC & JSA. | Observasi, Wawancara, Kuesioner (10 pekerja). Analisis risiko dengan HIRADC & JSA (Matriks Risiko). | Metode gabungan HIRADC dan JSA. Analisis risiko untuk mengetahui tingkat risiko (Sedang, Tinggi, Ekstrim). | Analisis Kualitatif (Observasi, Wawancara, Kuesioner 8 informan). Penilaian risiko menggunakan HIRADC (AS-NZW 4360). | Evaluasi APD & SOP eksisting. Pengembangan SOP baru menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA). | Penelitian ini menggunakan metode *Construction Safety Analysis* (CSA) untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko serta menyusun pengendalian risiko pada pekerjaan *Erection Girder*, dengan data yang divalidasi ahli K3. |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

| Penelitian Sebelumnya | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Aspek** | **Supriyadi dkk. (2023)** | **Aulia dan Rahayu (2025)** | **Harahap dkk. (2022)** | **Susilo dkk. (2023)** | **Hilmi dkk. (2025)** |
| **Hasil Penelitian** | 4 pekerjaan berisiko Tinggi (Kolom, Balok/Pelat, ACP/Kaca, Drainase). Penerapan APD pekerja kurang menaati peraturan RKK3**.** | Teridentifikasi 55 variabel bahaya. 59,2% risiko Tinggi dan 1,9% risiko Ekstrem (mayoritas: Jatuh dari Ketinggian). | Teridentifikasi 54 risiko. 59,2% risiko Tinggi dan 1,9% risiko Ekstrem pada pekerjaan pondasi, sloof, dan kolom. | Total 141 risiko. Risiko Ekstrem sebelum kontrol 16,31%. Setelah kontrol, risiko Ekstrem dan Tinggi menjadi 0,00%. | Perlunya pemutakhiran SOP dan penggunaan APD yang lebih sesuai untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan cedera kerja. |

## 2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian yang diajukan ini memiliki jalinan korelasi yang erat dengan deretan studi terdahulu yang sama-sama berfokus pada ranah identifikasi serta mitigasi bahaya K3 di lingkup berbagai sektor usaha. Publikasi ilmiah oleh Supriyadi dkk. (2023), Aulia dan Rahayu (2025), beserta Harahap dkk. (2022) memberikan bukti nyata mengenai tingkat efektivitas dari penggabungan instrumen HIRADC dan JSA ketika membedah risiko pada area proyek infrastruktur gedung bertingkat, contohnya pada pengerjaan Pembangunan Mall 23 Paskal Extension serta Rumah Sakit Regional Langsa, yang terbukti sukses mendeteksi ragam variabel bahaya pada pengerjaan elemen struktur seperti pondasi, sloof, kolom, hingga ancaman bahaya ketinggian saat beraktivitas. Publikasi dari Susilo dkk. (2023) ikut memperkuat kontribusi riil dari implementasi metode HIRADC yang diaplikasikan khusus pada pengerjaan struktur bawah gedung demi mengikis intensitas risiko dari level *extreme* menuju koridor batas aman. Di samping itu, Hilmi dkk. (2025) menyuguhkan khazanah pandangan ilmiah mengenai signifikansi pemanfaatan metode JSA dalam menyusun draf Standar Operasional Prosedur (SOP) baru guna menekan angka insiden kecelakaan kerja di sektor industri manufaktur.

Bertolak belakang dengan konstelasi penelitian-penelitian di atas yang secara dominan memfungsikan HIRADC dan JSA dengan latar belakang objek bangunan gedung atau manufaktur logam, studi yang dirancang sekarang ini akan berorientasi secara spesifik pada aktivitas pengerjaan *Erection Girder* di area Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 dengan target akhir merumuskan identifikasi bahaya sekaligus pola pengendalian bahaya berbasis metode *Construction Safety Analysis* (CSA).

# BAB III
# LANDASAN TEORI

## 3.1 Dasar Teori Penelitian

Gagasan mengenai teori didefinisikan oleh Sugiyono (2013) sebagai sebuah alur penalaran atau logika yang memuat kumpulan konsep, proposisi, beserta definisi yang diintegrasikan secara sistematis. Karakteristik teori pada umumnya mengemban tiga fungsi esensial, yakni sebagai instrumen untuk memberikan penjelasan (*explanation*), melakukan peramalan (*prediction*), serta menjalankan pengendalian (*control*) terhadap suatu fenomena.

Penyusunan bab III ini diarahkan untuk menguraikan kerangka teoritis yang telah dirumuskan oleh para pakar sebagai landasan dalam memfasilitasi kegiatan penelitian yang hendak dilaksanakan. Menurut Tjahyadi (2024), kontribusi teori dalam aktivitas ilmiah diidentifikasi melalui poin-poin kegunaan berikut:

1. Teori mempersempit ruang lingkup fakta yang perlu kita pelajari.
2. Teori menunjukkan pendekatan penelitian yang paling mungkin menghasilkan makna terbesar.
3. Teori menyarankan suatu sistem bagi peneliti untuk mengorganisasi data agar dapat mengklasifikasikannya dengan cara yang paling bermakna.
4. Teori merangkum apa yang telah diketahui tentang objek penelitian dan menyatakan keseragaman (pola-pola umum) yang melampaui pengamatan langsung.
5. Teori dapat digunakan untuk memprediksi fakta-fakta lanjutan yang seharusnya ditemukan.

Pemahaman mendalam terhadap rangkaian kegunaan landasan teori di atas mempertegas bahwa posisi kerangka teoritis bersifat sangat krusial dalam menopang sebuah penelitian. Keberadaan landasan teori mengemban

fungsi sebagai penguat fundamental penelitian agar seluruh tahapan operasional yang dieksekusi memiliki arah yang jelas, bukannya sekadar langkah coba-coba (*trial and error*). Fokus pemaparan dalam studi ini akan dipusatkan pada konsep-konsep teoritis yang memiliki relevansi langsung dengan analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada area proyek konstruksi.

## 3.2 Manajemen Proyek

### 3.2.1 Manajemen

Konsep mengenai manajemen diartikan oleh Hantono dkk. (2025) sebagai rangkaian proses yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian atas seluruh sumber daya organisasi demi merealisasikan target yang telah ditetapkan secara efektif serta efisien.

Penyelenggaraan manajemen diorientasikan untuk mengoptimalkan kapabilitas segenap sumber daya, baik dari aspek manusia, finansial, maupun material, demi meraih capaian yang paling maksimal. Mekanisme manajerial ini menurut Siswanto dan Salim (2019) mengintegrasikan empat fungsi pokok:

1. Perencanaan (*Planning*)
   Perencanaan yaitu menetapkan tujuan dan merumuskan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapainya.
2. Pengorganisasian (*Organizing*)
   Pengorganisasian yaitu Menyusun dan mengatur sumber daya serta tugas-tugas untuk mencapai tujuan.
3. Pelaksanaan (*Actuating*)
   Pelaksanaan merupakan implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan.
4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian yaitu memantau dan mengevaluasi pelaksanaan rencana, serta membuat perbaikan jika diperlukan

### 3.2.2 Proyek

Karakteristik proyek dijelaskan oleh Daulay dkk. (2022) sebagai suatu aktivitas usaha berskala temporer atau tidak rutin yang dilingkupi batasan durasi waktu, alokasi anggaran, pendayagunaan sumber daya, serta spesifikasi khusus terhadap produk akhir yang diproduksi. Kehadiran organisasi proyek mutlak diperlukan guna memastikan setiap item pekerjaan dapat dituntaskan melalui metode yang efisien, tepat waktu, serta memenuhi tolok ukur kualitas yang ditargetkan. Adapun dalam studi ini, objek penelitian berfokus pada proyek konstruksi jalan tol. Proyek konstruksi jalan tol merupakan kegiatan pembangunan infrastruktur jalan bebas hambatan berskala besar yang dirancang khusus untuk kendaraan bermotor roda empat atau lebih guna meningkatkan aksesibilitas, mobilitas, dan konektivitas antarwilayah. Deskripsi mengenai karakteristik suatu proyek dijabarkan oleh Ervianto (2023) melalui indikator-indikator di bawah ini:

1. Kegiatan yang memiliki tujuan yang spesifik, dengan spesifikasi tertentu
2. Jelas kapan waktu memulai dan kapan waktu berakhirnya
3. Memerlukan sumber daya (uang, manusia, dan peralatan)
4. Memerlukan anggaran tertentu

### 3.2.3 Manajemen Proyek

Studi mengenai manajemen diartikan sebagai instrumen tata kelola yang menitikberatkan pada kapabilitas kepemimpinan dalam mengarahkan totalitas potensi sumber daya manusia, pemanfaatan bahan, hingga operasional alat berat. Skema koordinasi ini diupayakan agar segenap komponen bergerak secara tepat sasaran, berdaya guna, serta berhasil guna dalam mengamankan pemenuhan target mutu, keandalan kualitas, kesesuaian jadwal penjadwalan, sekaligus efisiensi pembiayaan. Realisasi

manajemen proyek secara komprehensif mengintegrasikan serangkaian tindakan terstruktur untuk mengelola modal kerja yang mencakup ketersediaan tenaga kerja, suplai material, aplikasi teknis, kedalaman wawasan, hingga keahlian khusus demi mentransformasikan visi proyek menjadi output nyata. Orientasi utama penerapan manajemen proyek dirumuskan oleh Angellia dkk. (2023) demi mengeksekusi siklus proyek secara efektif dan efisien guna mewujudkan tingkat kepuasan tertinggi bagi pihak pemilik proyek atau pelanggan. Indikator keberhasilan operasional proyek dipengaruhi oleh parameter *triple constraint* berupa batasan durasi waktu, pagu biaya, serta kualitas mutu sebagaimana diutarakan Zega (2025). Keselarasan tiga pilar utama tersebut wajib melandasi integrasi aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai fondasi vital dalam memitigasi insiden kecelakaan di lapangan sekaligus memberikan garansi proteksi penuh atas keselamatan para pekerja:

1. *On time* yaitu waktu yang dihabisakan dalam proyek harus sesuai dan tidak terlambat, jika waktu yang dibutuhkan terlambat maka proyek akan mengalami kerugian, seperti kerugian waktu, tenaga, dan lainnya.
2. *On budget* yaitu pengeluaran biaya yang dikeluarkan dalam proyek harus sesuai dengan yang direncanakan dan ditetapkan.
3. *On specification* yaitu spesifikasi atau rincian dalam proyek harus sesuai dengan yang telah direncanakan dan ditetapkan.
4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), yaitu seluruh kegiatan proyek harus dilaksanakan dengan memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, serta menjamin keamanan dan kesejahteraan tenaga kerja selama proyek berlangsung.

## 3.3 Kecelakaan Kerja

### 3.3.1 Definisi Kecelakaan Kerja

Landasan formal mengenai kecelakaan kerja berdasarkan standar OHSAS 18001:2007 didefinisikan sebagai suatu peristiwa yang memiliki kaitan langsung dengan aktivitas pekerjaan, yang mana berakibat pada timbulnya cedera fisik, penyakit akibat kerja (tanpa memandang skala keparahan dampak medisnya), ataupun hilangnya nyawa pekerja. Melalui substansi definisi tersebut, seorang personel dikategorikan mengalami insiden kecelakaan kerja apabila terbukti mendapat cedera, menderita gangguan kesehatan, ataupun meninggal dunia yang dipicu oleh aktivitas operasional pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya.

### 3.3.2 Penggolongan Kecelakaan Kerja

Menurut Irkas dkk. (2020), klasifikasi kecelakaan kerja dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Terjatuh;
2. Tertimpa;
3. Tertumbuk atau terkena benda-benda, terkena benda-benda, terkecuali benda jatuh;
4. Terjepit oleh benda;
5. Gerakan-gerakan melebihi kemampuan;
6. Pengaruh suhu tinggi;
7. Terkena arus listrik;
8. Kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi;
9. Dan jenis-jenis lainnya,

### 3.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja

Kecelakaan yang terjadi memiliki beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja diantaranya sebagai berikut:

1. Faktor Manusia (*Human Factor Theory*) Analisis mengenai kecelakaan kerja berdasarkan pandangan Sucipto (2014) dalam

Rifdha dan Susilawati (2024) menegaskan bahwa *human factor* menempatkan kesalahan dari tindakan individu sebagai pemicu utama insiden. Dimensi manusia ini mengikat komponen internal yang melekat pada diri pekerja, seperti pemahaman regulasi, penguasaan keahlian teknis, mentalitas kerja, keikutsertaan pelatihan, serta pola perilaku operasional. Ragam manifestasi faktor manusia yang memicu eskalasi risiko kecelakaan di antaranya adalah kondisi kelelahan fisik, minimnya edukasi mengenai SOP kerja, serta kecerobohan perilaku tidak aman layaknya mengabaikan alat pelindung diri (APD) maupun menentang prosedur operasi standar atau SOP yang berlaku.

2. Faktor Peralatan Indikator pemicu kecelakaan kerja berikutnya bersumber dari aspek kelaikan mekanik ataupun kondisi peralatan kerja. Sektor konstruksi sangat bergantung pada pemanfaatan permesinan mekanik demi mendongkrak capaian volume produksi serta memacu produktivitas agar tercapai efisiensi kerja. Langkah preventif melalui pemantauan intensif terhadap performa alat, ketepatan tata letak operasional, konsistensi pemeliharaan terjadwal, hingga penarikan aset yang tidak layak operasi menjadi kunci utama dalam mereduksi eskalasi risiko kecelakaan akibat kegagalan mekanis.
3. Faktor Lingkungan Parameter spasial di area kerja turut memegang andil besar sebagai stimulan risiko terjadinya kecelakaan pada pelaksanaan konstruksi sipil. Pemicu utama insiden ini umumnya dilatarbelakangi oleh eksistensi kondisi tidak aman (*unsafe condition*). Temuan empiris dari studi yang digagas oleh Kristiawan dan Abdullah (2020) mengidentifikasi bahwa potret kondisi tidak aman (*unsafe condition*) pada kawasan kerja PT Semen Padang secara umum dipengaruhi oleh: rute jalan operasional yang dipenuhi lubang (khususnya saat intensitas hujan tinggi), paparan debu jalanan pekat pada siang hari dan musim kemarau, konfigurasi

tikungan tajam, jalur tanjakan serta turunan curam, hingga sebaran titik area yang rawan memicu bencana tanah longsor.

### 3.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Monoarfa dan Miolo (2022) menjelaskan bahwa keselamatan kerja ialah suatu instrumen atau upaya terstruktur demi mewujudkan lingkungan kerja yang kondusif, aman, serta tenteram untuk seluruh pegawai pada internal perusahaan terkait. Sementara itu, Darmayani dkk. (2023) merumuskan bahwa sasaran dari keselamatan dan kesehatan kerja secara umum terbagi ke dalam tiga poin esensial berikut:

1. Melindungi hak keselamatan tenaga kerja selama menjalankan tugasnya demi mengoptimalkan hasil produksi, produktivitas nasional, serta taraf kesejahteraan hidup.
2. Memberikan jaminan keamanan bagi setiap individu lain yang tengah berada di area sekitar tempat kerja.
3. Menjaga dan merawat seluruh sumber produksi agar senantiasa siap dioperasikan secara aman maupun efisien.

### 3.5 Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)

Merujuk pada ketetapan Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021, gagasan mengenai Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dimaknai sebagai bagian integral dalam tata kelola pelaksanaan proyek demi mewujudkan penegakan standar keselamatan konstruksi. Cakupan dari keselamatan konstruksi itu sendiri merepresentasikan seluruh tindakan rekayasa teknis dalam mengawal jalannya pekerjaan supaya senantiasa selaras dengan parameter keamanan, kesehatan, serta aspek keberlanjutan. Fokus utama dari tindakan ini diarahkan pada pemberian jaminan atas kekuatan struktur bangunan, pemenuhan aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3), serta jaminan perlindungan bagi masyarakat luas maupun kelestarian alam sekitar. Aturan tersebut juga menegaskan bahwa dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) memegang peran yang

mengikat, di mana tiap lembar RKK wajib mengintegrasikan beberapa poin perencanaan keselamatan di bawah ini:

1. Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Penentuan pengendalian.
2. Rencana tindakan keteknikan, manajemen, dan tenaga kerja yang tertuang dalam sasaran, dan program.
3. Pemenuhan standar dan peraturan perundang-undangan keselamatan konstruksi.

### 3.6 *International Standardization Organization* (ISO)

ISO 45001 dipahami sebagai suatu regulasi global yang mengatur ranah kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dengan menyuguhkan pola kerja sistematis demi mengendalikan sekaligus meminimalisir potensi risiko di lingkungan kerja. Panduan ini menjadi basis utama dalam merumuskan ketetapan terkait pengadaan fasilitas maupun infrastruktur yang menjamin aspek keamanan dan kesehatan bagi para pekerja beserta elemen pengunjung. Sebagai bentuk standarisasi yang mutakhir, ISO 45001 mengusung cakupan atensi yang lebih luas terhadap jalinan interaksi di antara korporasi dengan lingkungan bisnis sekitarnya. Kehadiran standar ini diproyeksikan untuk mengadopsi sekaligus menggantikan regulasi pendahulu yakni OHSAS 18001:2007, dengan menyertakan sejumlah perbedaan fundamental sebagai berikut:

1. ISO:45001 berdasarkan proses, OHSAS 18001 berdasarkan prosedur.
2. ISO:45001 bergerak dalam semua klausa, OHSAS 18001 tidak.
3. ISO:45001 mempertimbangkan pada risiko dan peluang, OHSAS 18001 secara kusus pada risiko.
4. ISO:45001 terdapat pandangan dari pihak berkepentingan, OHSAS 18001 tidak.

### 3.7 Teori Domino Oleh Heinrich (1931)

Konsep dasar dari Teori Domino memberikan visualisasi bahwa mata rantai kecelakaan kerja yang memicu timbulnya cedera fisik berakar dari keterkaitan lima elemen yang saling menjatuhkan secara berurutan, meliputi aspek genetik/lingkungan sosial, kelemahan individu, tindakan tidak aman, kondisi berbahaya (*hazard*), serta peristiwa kecelakaan dan konsekuensi cedera itu sendiri. Pendekatan Heinrich menitikberatkan strategi eliminasi insiden pada pemutusan salah satu rangkaian sebab-akibat tersebut, khususnya pada pembuangan faktor perilaku tidak aman (*unsafe act*). Tindakan korektif ini bertujuan agar efek domino runtuhnya komponen berikutnya dapat dicegah, sehingga kejadian kecelakaan maupun cedera fisik bisa dieliminasi secara total. Struktur dari 5 (lima) faktor kecelakaan tersebut dijabarkan melalui poin-poin berikut:

1. Warisan lingkungan sosial (*social environmental ancestry*)

   Warisan lingkungan sosial ini mencakup pada latar belakang dari seseorang, seperti ilmu pengetahuan yang kurang, atau sifat seseorang, seperti keras kepala.

2. Kesalahan oleh manusia (*fault of person*)

   Kesalahan yang bersumber dari faktor manusia (*fault of person*) umumnya disebabkan oleh kelalaian individu, rendahnya tingkat keterampilan dalam mengoperasikan peralatan teknis, serta etos kerja yang kurang optimal.

3. Perilaku dan kondisi tidak aman (*unsafe act or unsafe condition*)

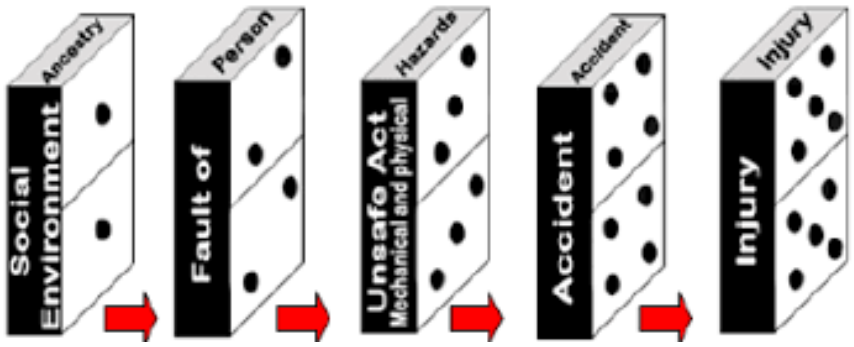
   Perilaku tidak aman mencakup tindakan pekerja yang tidak mematuhi prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), tidak menjalankan prosedur kerja yang telah ditetapkan, serta mengabaikan rambu-rambu keselamatan di lingkungan kerja. Selain itu, kondisi tidak aman dapat berupa lingkungan kerja yang licin sehingga meningkatkan risiko tergelincir, peralatan kerja yang tidak tertata dengan baik sehingga berpotensi menyebabkan tersandung, serta pencahayaan yang tidak memadai.

4. Kecelakaan (*accident*)

   Kecelakaan kerja dapat berupa kejadian seperti tergelincir, tertimpa material saat berada di area kerja, serta jatuh dari ketinggian ketika melakukan aktivitas pekerjaan, dan berbagai bentuk kecelakaan lainnya.

5. Dampak kerugian (*injury*)

   Dampak kerugian akibat kecelakaan kerja dapat dirasakan oleh berbagai pihak. Bagi pekerja, kerugian tersebut dapat berupa cedera, cacat fisik, hingga risiko meninggal dunia. Sementara itu, bagi pengusaha, kecelakaan kerja dapat menimbulkan kerugian berupa biaya langsung maupun tidak langsung yang berkaitan dengan penanganan kecelakaan dan gangguan operasional. Selain itu, konsumen juga dapat terdampak melalui berkurangnya ketersediaan produk akibat terhambatnya proses produksi.




**Gambar 3. 1 Teori Domino**

(Sumber : https://www.researchgate.net, 2015)

Teori Domino menggambarkan rangkaian kecelakaan melalui analogi lima buah kartu yang disusun berdiri tegak secara berurutan, di mana jatuhnya satu kartu akan memicu jatuhnya kartu-kartu berikutnya sebagai representasi hubungan sebab-akibat. Dalam kerangka ini, kecelakaan dipandang sebagai hasil akhir dari rentetan kegagalan struktural yang saling terkait. Oleh karena itu, langkah preventif yang paling efektif adalah dengan mengintervensi atau mengambil tindakan pada salah satu

elemen domino tersebut untuk memutus alur kegagalan, sehingga dampak negatif dari kecelakaan dapat diminimalisasi atau dihindari sepenuhnya.

## 3.8 *Construction Safety Analysis* (CSA)

### 3.8.1 Definisi

Menurut Azzakiyah dkk. (2025), identifikasi potensi bahaya dalam proyek konstruksi dapat dilakukan melalui metode *Costruction Safety Analysis* (CSA), sebuah pendekatan evaluasi risiko yang berorientasi pada keterkaitan antara aspek pekerja, material, peralatan, dan lingkungan kerja. Selain itu penanggulangan risiko di lapangan juga turut dianalisis dalam metode ini. Melalui pendekatan ini pihak manajemen proyek dapat merumuskan tindakan preventif yang lebih akurat guna menekan angka kecelakaan kerja serta mewujudkan target zero accident pada lingkungan proyek.

### 3.8.2 Metode *Construction Safety Analysis* (CSA)

*Construction Safety Analysis* (CSA) diposisikan sebagai sarana teknis untuk mengidentifikasi sekaligus mengontrol potensi bahaya dalam pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Ditinjau dari aspek prosedural, pengerjaan dokumen CSA mengadopsi pola pengerjaan yang identik dengan *Job Safety Analysis* (JSA). Merujuk pada pandangan OSHA 3071 (2002), JSA ialah bentuk analisis risiko yang menitikberatkan perhatian pada tiap rincian tugas untuk membaca indikasi bahaya sebelum timbulnya insiden. Senada dengan pernyataan itu, Azzakiyah dkk. (2025) memastikan bahwa pemanfaatan CSA terbukti andal dalam memetakan bahaya pada tiap klasifikasi pekerjaan sehingga formulasi pencegahan dapat dirumuskan secara presisi. Di samping itu, terdapat tiga opsi metode mendasar dalam mengaplikasikan CSA yang dapat dipilih sesuai kondisi di lapangan.

1. Metode Observasi

   Teknik wawancara bersama dengan pengamatan langsung di lapangan dikombinasikan dalam Metode Observasi guna

menghimpun data risiko secara mendalam. Data lapangan tersebut selanjutnya ditelaah secara detail untuk menyusun urutan tahapan kerja sekaligus membaca potensi bahaya yang berpeluang muncul di lingkungan kerja.

2. Metode Diskusi dikonsepkan secara khusus guna memetakan jenis pekerjaan dengan tingkat kerumitan tinggi yang sulit dipantau secara langsung di lapangan. Pada pelaksanaannya, penentuan tahapan kerja beserta pemetaan potensi bahaya dirumuskan lewat aktivitas bertukar pikiran serta berbagi pengalaman bersama para pekerja ahli di bidangnya demi melahirkan hasil analisis yang valid.
3. Metode peninjauan kembali prosedur yang lampau

   Metode Peninjauan Kembali Prosedur yang Lampau diaplikasikan sewaktu aktivitas pekerjaan masih berjalan, namun terdapat batasan situasi untuk bertatap muka secara langsung dengan pekerja. Kontribusi pemikiran dari para personel yang terlibat dalam metode ini tetap diposisikan sebagai basis utama dalam membedah tahapan kerja serta mendeteksi potensi bahaya yang tengah dievaluasi.

### 3.8.3 Tujuan *Construction Safety Analysis* (CSA)

Penerapan *Construction Safety Analysis* (CSA) secara garis besar ditujukan untuk memetakan potensi bahaya pada tiap urutan aktivitas kerja. Langkah ini ditempuh agar para tenaga kerja sanggup mendeteksi indikasi risiko secara dini sebelum melahirkan insiden kecelakaan kerja ataupun munculnya penyakit akibat kerja. Keterlibatan aktif dari para pekerja dalam perancangan CSA diharapkan mampu menumbuhkan atmosfer lingkungan kerja yang aman sekaligus kondusif. Adapun di dalam lembar formulir CSA, penjabaran mengenai potensi bahaya dituliskan secara runut dan teratur mengikuti runtunan tahapan pekerjaan yang akan dikerjakan di lapangan.

### 3.8.4 Manfaat *Construction Safety Analysis* (CSA)

Penerapan *Construction Safety Analysis* (CSA) di lingkungan kerja memberikan kontribusi positif melalui berbagai keunggulan strategis, antara lain:

1. Membangun standar persepsi yang sama di antara seluruh tenaga kerja mengenai pentingnya mengutamakan prosedur keselamatan dalam setiap aktivitas operasional.
2. Berfungsi sebagai instrumen pelatihan yang efektif guna menumbuhkan kesadaran K3, khususnya bagi personel baru.
3. Menjadi referensi utama dalam penyusunan daftar periksa keselamatan, materi pengarahan (*safety briefing*), observasi lapangan, hingga agenda evaluasi dalam rapat keselamatan.
4. Mempermudah penyusunan protokol keselamatan kerja untuk metode pengerjaan baru maupun modifikasi teknis yang dilakukan.
5. Menjadi alat pengendalian risiko yang andal untuk jenis pekerjaan yang jarang dilakukan namun memiliki potensi bahaya tinggi.

### 3.8.5 Penyusunan *Construction Safety Analysis* (CSA)

Berikut langkah penyusunan CSA:

1. Langkah-langkah pekerjaan

   Proses awal dalam analisis keselamatan kerja melibatkan pendokumentasian seluruh rangkaian aktivitas pekerjaan secara kronologis, rinci, dan mendalam, mulai dari tahap persiapan hingga penyelesaian. Tujuan utama dari pencatatan sistematis ini adalah untuk memfasilitasi analisis potensi bahaya (*hazard*) berdasarkan hasil observasi langsung di lokasi kerja. Selanjutnya, seluruh temuan hasil analisis tersebut diintegrasikan dan dilaporkan secara resmi ke dalam lembar kerja sebagai dokumen acuan keselamatan.
2. Tahap identifikasi potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja

   Urutan kerja yang telah disusun sebelumnya berfungsi sebagai fondasi utama dalam merancang dokumen *Construction Safety*

*Analysis* (CSA). Dalam proses identifikasi potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja, terdapat beberapa variabel krusial yang wajib dipertimbangkan secara mendalam, antara lain:

a. Menilai besarnya peluang terjadinya kecelakaan pada setiap detail aktivitas yang dilakukan.
b. Memetakan perbedaan risiko antara kegiatan yang bersifat rutin maupun non-rutin di area proyek.
c. Meninjau kembali catatan insiden atau kejadian yang pernah terjadi sebelumnya sebagai bahan evaluasi.
d. Mempertimbangkan aspek teknis seperti jenis bahan konstruksi, penggunaan zat kimia, pengaruh cuaca, serta kondisi geografis lokasi proyek.

3. Tahap pengendalian

Setelah seluruh aktivitas yang memiliki potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja berhasil diidentifikasi pada tahapan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menetapkan prosedur kontrol dan pengendalian yang tepat. Implementasi kendali ini bertujuan secara strategis untuk meminimalisir atau mengeliminasi sepenuhnya ancaman bahaya yang ada di lokasi kerja. Dalam menentukan metode yang paling efektif, organisasi dapat merujuk pada hierarki pengendalian bahaya sebagai landasan pengambilan keputusan, yang meliputi:.

a. Menghilangkan bahaya eliminasi (*elimination*)

   Eliminasi merupakan strategi pengendalian risiko yang paling efektif karena berfokus pada penghilangan sumber bahaya secara total, baik berupa material maupun tahapan kerja yang berisiko tinggi. Melalui pendekatan ini, potensi kecelakaan kerja dapat ditiadakan secara fundamental dengan cara menghapus elemen berbahaya dari sistem operasional.

b. Mengganti bahaya (*substitution*)

Substitusi merupakan upaya pengendalian risiko melalui penggantian material atau peralatan berbahaya dengan alternatif lain yang memiliki tingkat risiko lebih rendah atau lebih aman bagi pengguna. Sebagai contoh, optimalisasi aspek keselamatan dapat dilakukan dengan mengganti proses manual, seperti pembuatan sengkang besi, dengan penggunaan teknologi mesin guna mereduksi potensi kecelakaan kerja.

c. Pengendalian secara Teknik (*engineering controls*)

Pengendalian secara Teknik (*Engineering Controls*) diimplementasikan melalui modifikasi struktur atau desain objek kerja guna memitigasi risiko paparan bahaya terhadap personel. Contoh aplikasinya meliputi pemasangan pelindung pada komponen mesin serta penggunaan plat baja sebagai landasan di area tanah yang lunak untuk mencegah insiden kendaraan tergelincir.

d. Administrasi

Pengendalian Administratif dilakukan melalui penyediaan sistem kerja yang dirancang untuk mereduksi risiko paparan bahaya serta insiden kecelakaan di lingkungan kerja. Keberhasilan metode ini sangat bergantung pada perilaku disiplin tenaga kerja, sehingga diperlukan pengawasan yang ketat guna memastikan kepatuhan terhadap prosedur yang berlaku. Contoh implementasinya meliputi penempatan personel sesuai kompetensi, penerapan prosedur kerja standar, serta penyelenggaraan pelatihan keahlian dan edukasi K3 secara berkala.

e. Alat pelindung diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan tingkat pertahanan terakhir dalam hierarki pengendalian bahaya yang berfungsi untuk melindungi personel dari risiko cedera. Implementasi

metode ini mencakup penggunaan perlengkapan standar keselamatan, seperti helm pelindung (*safety helmet*), sabuk pengaman tubuh (*full body harness*), sarung tangan, kacamata pengaman, serta peralatan pelindung lainnya yang relevan dengan jenis pekerjaan di lapangan.

Lembar kerja CSA berisi tentang urutan langkah pekerjaan, potensi bahaya (*hazards*), dan tindakan pengendalian. Contoh lembar kerja *Construction Safety Analisys* (CSA) sesuai Permen PUPR No. 10 tahun 2021 dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

**Tabel 3. 1 Contoh Lembar Kerja *Construction Safety Analysis* (CSA)**

| Urutan Langkah Kerja | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan/ Kesehatan Publik | | |
| | | | | | | | |

## 3.9 *Girder*

Fungsi dari *girder* dipaparkan oleh Susanto. dkk (2021) sebagai elemen dari struktur atas yang memegang peran utama untuk menyalurkan distribusi beban yang diterimanya menuju bagian struktur bawah sebelum akhirnya diteruskan ke fondasi. Model komponen beton prategang ini diproduksi ke dalam berbagai variasi dimensi, meliputi PC I *Girder*, PC U *Girder*, *Box Girder*, dan *Voided Slab*, yang mana masing-masing konfigurasi menyimpan keunggulan maupun kelemahan tersendiri. Karakteristik dari tipe girder beton tersebut diuraikan sebagai berikut.

1. PC -I *Girder*

   PC-I *Girder* adalah balok beton dengan penampang berbentuk huruf I yang didesain secara ramping untuk efisiensi struktural. Komponen ini dapat diaplikasikan dalam metode pengerjaan monolit maupun segmental. Fungsi utamanya adalah sebagai media transmisi beban termasuk beban lalu lintas dan berat struktur itu sendiri ke bagian *abutment*. Hal ini dilakukan untuk meredam gaya yang bekerja dan mencegah terjadinya tumpang tindih beban yang tidak direncanakan pada struktur bawah. Berikut contoh PC-I *Girder* pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 2 PC-I *Girder***

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

2. PC-U *Girder*

PC-U *Girder* merupakan salah satu jenis gelagar jembatan yang memiliki karakteristik penampang melintang berbentuk huruf "U" dengan dimensi yang relatif lebar. Meskipun secara fungsional memiliki kesamaan dengan PC-I *Girder*, penggunaan jenis ini umumnya diprioritaskan untuk konstruksi jembatan yang memiliki bentang lebih panjang atau dimensi yang lebih besar.

Berikut contoh gambar PC-U *Girder* pada Gambar 3.2.



**Gambar 3. 3 PC-U *Girder***

(Sumber : https://girder-indonesia.com/proyek/pc-u-girder/ , 2023)

3. *Box Girder*

*Box Girder* adalah komponen beton pracetak yang digunakan pada struktur jembatan dengan bentuk penampang menyerupai kotak atau trapesium. Dalam prosedur pelaksanaannya, unit *box girder* terlebih dahulu diangkat dan ditempatkan pada posisi rencana sebelum dilanjutkan dengan proses pemberian tegangan atau *stressing*. Berikut contoh box girder pada Gambar 3.3.



**Gambar 3. 4 *Box Girder***

(Sumber : https://www.jayabeton.com/products/roads-bridges/box-girder, 2022)

4. PC *Voided Slab*

*Precast concrete voided slab* merupakan salah satu jenis *girder* yang menggabungkan fungsi *girder* dengan *slab*. Jenis *girder* yang ini biasa digunankan pada jembatan dengan jarak bentang yang pendek. Bentang maksimal *girder* ini adalah 17 meter. Berikut contoh PC *voided slab* pada Gambar 3.4.



**Gambar 3. 5 PC *Voided Slab***

(Sumber : https://www.gulfprecast.ae/products/hollowcore/, 2025)

### 3.9.1 Pekerjaan *Erection Girder*

Aktivitas teknis berupa *erection girder* dipahami oleh Sudjatmiko dan Jayady (2023) sebagai tahapan mobilisasi sekaligus penempatan elemen balok *girder* ke posisi tumpuan atas struktur jembatan. Sektor peletakan balok yang kerap diterapkan pada pekerjaan jembatan umumnya memanfaatkan bantalan karet (*rubber bearing*). Mengingat proses pendirian komponen *girder* ini menyimpan potensi bahaya dan risiko yang sangat tinggi, penetapan metodologi pengerjaan wajib didasarkan pada kalkulasi matang terkait aspek spasial di lapangan. Kondisi riil di area kerja akan menentukan tingkat efektivitas penyerapan anggaran biaya dan durasi waktu pelaksanaan. Penggunaan variasi metode *erection* girder dibarengi dengan analisis kelebihan dan keterbatasan masing-masing instrumen, dengan opsi pemanfaatan metode *crawler crane* serta *launching gantry* sebagai alternatif yang paling sering dioperasikan menurut Umar dan Naibaho (2022).

## 3.10 Bahaya

Definisi bahaya menurut Erliana dan Azis (2020) adalah segala kondisi yang dapat merugikan baik cidera maupun kerugian lainnya. Berikut ini beberapa jenis atau macam bahaya yang sering dijumpai pada lingkungan kerja:

1. Bahaya fisik

   Kategori ini merujuk pada segala bentuk ancaman yang memicu problem kesehatan bagi pekerja yang terpapar secara langsung, seperti paparan bising berintensitas tinggi, temperatur ekstrem (kondisi panas maupun dingin), minimnya sistem pencahayaan, rambatan getaran, serta paparan radiasi.

   a. Radiasi Radiasi diartikan sebagai proses perpindahan energi melewati media ruang atau material dalam wujud panas, emisi partikel, ataupun pancaran gelombang elektromagnetik/cahaya yang bersumber dari alat pemancar radiasi. Lingkungan kerja

memiliki beberapa contoh sumber radiasi seperti perangkat komputer, sistem lampu penerangan, perangkat mesin, serta instrumen lainnya.

b. Kebisingan Bising merupakan perpaduan dari bermacam-macam suara tak dikehendaki yang dapat menurunkan derajat kesehatan, di mana fenomena kebisingan saat ini dikelompokkan sebagai salah satu faktor pemicu penyakit lingkungan. Kondisi kebisingan juga dapat dipahami sebagai tiap-tiap suara mengganggu yang memicu konsekuensi buruk bagi kesehatan sekaligus kenyamanan hidup seorang individu maupun kelompok masyarakat.

c. Penerangan Kondisi pencahayaan yang redup di area kerja tidak hanya memperberat beban kerja akibat terganggunya aktivitas operasional melainkan mampu menghadirkan kesan lingkungan yang kumuh. Kondisi pencahayaan pada ruang kerja idealnya harus memadai agar sanggup menumbuhkan atmosfer yang higienis. Pancaran cahaya yang optimal juga dapat menolong para pegawai dalam melihat detail objek kerja secara jernih sekaligus menghindarkan mereka dari kekeliruan fatal. Dampak dari minimnya sistem pencahayaan di tempat kerja berpotensi memicu problem kelelahan secara fisik maupun psikis bagi para pekerjanya.

d. Getaran Aspek getaran mempunyai karakteristik parameter yang hampir identik dengan bising seperti aspek frekuensi, tingkat amplitudo, durasi paparan, serta sifat rambatannya yang terjadi terus-menerus atau berselang (*intermitten*). Penggunaan perangkat kerja yang menghasilkan getaran konstan juga berisiko memberikan dampak buruk pada jaringan saraf serta sistem *musculoskeletal* yang ditandai dengan melemahnya daya cengkeram tangan hingga keluhan nyeri punggung.

2. Bahaya Kimia

   Sumber utama dari kategori bahaya ini berasal dari senyawa ataupun bahan-bahan kimia yang diaplikasikan sepanjang aktivitas produksi berlangsung. Unsur bahaya tersebut berpeluang masuk atau merusak kondisi tubuh para pekerja melalui jalur inhalation (sistem pernapasan), ingestion (saluran pencernaan melalui mulut), serta kontak langsung melalui kulit (skin contact)

3. Bahaya Biologi

   Elemen yang masuk ke dalam kelompok bahaya biologi ini meliputi sebaran virus, pertumbuhan jamur, paparan bakteri, jenis tanaman tertentu, serta serangan binatang yang berpotensi memicu infeksi atau memunculkan respons negatif pada tubuh manusia.

4. Bahaya Psikologi

   Bentuk ancaman ini berwujud gangguan psikologis atau tekanan mental pada diri seseorang yang dipicu oleh tingginya beban tekanan atau intervensi di area kerjanya. Kondisi tersebut memicu problem lanjutan pada fisik manusia seperti fluktuasi tekanan darah yang diakibatkan oleh tidak dijalankannya kaidah ergonomi secara ideal atau tidak selaras dengan standar pemanfaatan ergonomi yang berlaku.

5. Bahaya Ergonomi

   Aspek ini mencakup ketidaksesuaian postur tubuh, penataan lokasi kerja, serta posisi tubuh yang salah sewaktu menuntaskan tugas sehingga memicu timbulnya cedera otot, yang juga dipengaruhi oleh rancangan peralatan kerja serta keselarasan tempat kerja dengan antropometri tubuh.

## 3.11 Risiko

### 3.11.1 Definisi Risiko

Risiko didefinisikan sebagai potensi terjadinya dampak negatif atau konsekuensi yang tidak menguntungkan akibat dari suatu kondisi dan perbuatan spesifik. Menurut Sholeh (2023), pada industri pembangunan, risiko diartikan sebagai potensi munculnya suatu keadaan atau insiden tidak terduga yang berpeluang menghambat keberhasilan sasaran kerja. Tantangan ini mencakup aspek ketidakmenentuan dari berbagai elemen yang mampu mengintervensi lini mana, anggaran, mutu, hingga proteksi kerja di lapangan

### 3.11.2 Identifikasi Risiko

Jawat dan Suwitanujaya (2018), menjelaskan bahwa pengenalan risiko merupakan sebuah tahapan terstruktur yang bertujuan untuk memetakan segala sumber ancaman keselamatan di area kerja. Melalui pemahaman yang mendalam mengenai bentuk dan ciri bahaya tersebut, kesadaran pekerja dapat dibangun sehingga langkah-langkah preventif bisa diterapkan demi menekan angka insiden kerja. Kendati begitu, patut dipahami bahwa identifikasi seluruh bentuk ancaman di lapangan bukanlah hal yang mudah.

Dalam studi ini, pemetaan faktor risiko dikelompokkan ke dalam empat dimensi utama, antara lain:

1. Faktor manusia (pekerja), merujuk pada segala risiko yang berdampak langsung terhadap kondisi fisik serta kesejahteraan pada staf di lapangan. Sebagai ilustrasi, aktivitas mengangkat beban yang melampaui kapasitas tubuh atau postur tubuh yang keliru saat beraktifitas.
2. Faktor alat (peralaran), berkaitan dengan potensi kerusakan teknik maupun malafungsi pada peranti kerja. Misalnya, pengoperasian mesin atau perangkas yang menyimpang dari petunjuk teknis tesminya.

3. Faktor bahan (material), mencakup seluruh bahan baku konstruksi atau proyek yang berpotensi memicu kerugian apabila proses penanganannya kurang tepat.
4. Faktor eksternal (lingkungan), meliputi konsekuensi buruk yang ditimbulkan oleh operasional proyek terhadap area di sekitarnya.

### 3.11.3 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan tahapan krusial dalam manajemen K3 konstruksi yang bertujuan untuk mengeliminasi atau meminimalisir dampak dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Sejalan dengan pandangan Sholeh (2023), tindakan pengendalian risiko bertindak sebagai upaya fundamental untuk menjamin agar ancaman yang telah dideteksi senantiasa terarah dan tidak membengkak menjadi bahaya yang kian masif. Proses pengawasan dijalankan secara rutin guna meninjau dinamika risiko saat ini, menakar tingkat keberhasilan mitigasi yang diaplikasikan, sekaligus mengidentifikasi hadirnya potensi bahaya anyar yang berpeluang muncul sepanjang operasional proyek berjalan.

# BAB IV
# METODE PENELITIAN

## 4.1. Definisi

Cara ilmiah guna memperoleh data demi memenuhi target serta kegunaan tertentu merupakan definisi dari metode penelitian berdasarkan pandangan Sugiyono (2013). Merujuk pada pemaparan tersebut, terdapat empat poin kunci yang wajib dicermati meliputi cara ilmiah, data, tujuan, beserta kegunaan. Strategi dalam menghimpun data serta memecahkan suatu persoalan secara faktual dapat dilakukan dengan mengaplikasikan metode penelitian.

Sugiyono (2023) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif ialah sebuah metode penelitian yang didasarkan pada aliran filsafat interpretif atau postpositivisme, di mana penggunanya ditujukan untuk mengamati kondisi objek yang bersifat alamiah dengan memosisikan peneliti sebagai instrumen kunci. Pendekatan kualitatif diterapkan dalam menjalankan studi ini lewat pelaksanaan dokumentasi, observasi secara langsung di lapangan, serta proses verifikasi CSA oleh ahli K3.

## 4.2. Subjek dan Objek Penelitian

Sumber informasi dalam sebuah latar penelitian yang dikategorikan sebagai 'orang dalam' merupakan definisi subjek penelitian menurut Wijaya dkk. (2025). Subjek penelitian tersebut juga dapat diartikan sebagai individu yang dimanfaatkan agar bisa memperoleh keterangan terkait situasi maupun kondisi dari latar penelitian. Berdasarkan deskripsi tersebut, personil yang dijadikan subjek dalam studi ini yaitu para pekerja konstruksi yang terlibat langsung dalam pekerjaan *erection girder*, Ahli K3, beserta pihak terkait lainnya (seperti Supervisor Lapangan). Putri dan Lestari (2023) mengemukakan bahwa “objek penelitian pada umumnya akan memetakan penelitian daerah dan menggambarkan wilayah atau sasaran penelitian

secara komprehensif". Objek yang dipilih sebagai pusat pengamatan dalam studi ini adalah Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1. Visualisasi mengenai lokasi proyek tersebut dapat dicermati lewat gambar 4.1 di bawah ini.




**Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian**
(Sumber : Data Proyek, 2026)

### 4.3. Metode Pengumpulan Data Penelitian

Kualitas beserta ketepatan data akan memengaruhi validitas dan akurasi dari hasil temuan secara langsung, sehingga data menjadi fondasi utama dalam sebuah studi. Menurut Sulung dan Muspawi (2024), ditinjau dari asal muasalnya, klasifikasi data dalam studi ini dikelompokkan menjadi kategori dibawah ini.

1. Data Primer

   Sulung dan Muspawi (2024) mendefinisikan data primer sebagai wujud data mentah yang didapatkan secara langsung dari lapangan tanpa melalui proses pengolahan pihak lain sebelumnya. Kondisi tersebut memberikan keleluasaan bagi peneliti dalam melakukan interpretasi data secara kontekstual, tepat, dan sejalan dengan arah penelitian. Risiko timbulnya salah tafsir maupun bias informasi dapat diminimalisasi lewat pemanfaatan data primer karena didapatkan langsung dari objek pertama. Pengumpulan data primer

pada studi ini dilaksanakan lewat teknik pengamatan langsung (observasi) dan wawancara di lokasi proyek. Ragam data primer yang diaplikasikan dalam studi ini meliputi:

a. Data hasil observasi di lapangan sesuai dengan objek yang diamati.
b. Dokumentasi berupa foto pada proyek penelitian.
c. Wawancara dan validasi *form* CSA dengan ahli K3

2. Data Sekunder

Sulung dan Muspawi (2024) mengemukakan bahwa data sekunder ialah jenis sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara. Peneliti tidak menghimpun data ini secara mandiri melainkan mengambil dari referensi yang sudah tersedia, layaknya literatur, dokumen, ataupun data dari himpunan pihak lain. Jenis data sekunder yang digunakan dalam studi ini mencakup:

a. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 10 tahun 2021 Tentang Pedoman SMKK.
b. Studi literatur mengenai Manajemen Keselamatan Konstruksi.
c. Penelitian terdahulu berhubungan tentang tindakan pencegahan potensi bahaya.
d. Data informasi tindakan pencegahan potensi bahaya dari penelitian terdahulu.
e. ISO:45001:2018 tentang sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja,

3. *Costruction Safety Analysis* (CSA)

Tahapan *Construction Safety Analysis* (CSA) pada penelitian ini terbagi menjadi 6 tahapan sebagai berikut.

a. Identifikasi Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Amatan Penerapan teknik observasi secara langsung di lapangan kerja menjadi dasar pelaksanaan tahap ini. Hasil yang diharapkan dari proses

ini ialah perolehan data sekuens langkah dari pelaksanaan pekerjaan amatan secara rinci dan kronologis.

b. Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko

Proses pengamatan terhadap urutan langkah pelaksanaan pekerjaan dilakukan secara bersamaan dengan tahap ini. Pemetaan potensi-potensi bahaya yang berpeluang muncul pada tiap butir pelaksanaan tugas pekerja menjadi tujuan utama tahapan ini, dengan mengacu pada *Standard Operating Procedure* K3 yang sudah ditetapkan korporasi.

c. Pengendalian Potensi Risiko

Penjabaran mengenai opsi tindakan pengendalian secara mendalam pada pekerjaan amatan menjadi langkah akhir yang disusun dalam tindakan mitigasi, yang berfungsi sebagai instrumen meminimalkan atau menghilangkan peluang kecelakaan kerja terhadap potensi risiko di item pekerjaan studi ini.

d. Penyusunan *Form Construction Safety Analysis* (CSA)

Penyusunan draf awal form CSA yang mengintegrasikan seluruh item pekerjaan, potensi bahaya dan risiko, dan opsi tindakan pengendalian risiko yang telah dirumuskan sebelumnya.

e. Penguatan Desain *Construction Safety Analysis* (CSA) dan Verifikasi Ahli K3

Langkah finalisasi guna menyempurnakan draf CSA yang telah terstruktur dari hasil identifikasi serta pengendalian risiko berada pada tahap ini. Pelaksanaan proses verifikasi ditempuh melalui tinjauan ahli (*expert judgement*) atau diskusi mendalam dengan pihak berwenang di lapangan guna memastikan bahwa desain analisis tersebut layak, aplikatif, dan efektif untuk diimplementasikan sebagai standar

keselamatan kerja dalam memitigasi kecelakaan di lokasi penelitian.

f. Penyusunan Akhir Dokumen dan *Form* CSA Terverifikasi

Tahap penyempurnaan dokumen CSA berdasarkan masukan dan perbaikan hasil verifikasi. Dokumen ini disusun secara final dan panduan acuan standar keselamatan kerja yang siap dan diimplementasikan secara resmi di lapangan

### 4.3.1 Metode Pelaksanaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry*

Terdapat runtutan fase dalam prosedur pengerjaan *erection girder* dengan menggunakan *launcher*. Dibawah ini dipaparkan beberapa tahapannya sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan

   Pekerjaan persiapan merupakan tahap awal yang krusial untuk memastikan kelancaran seluruh rangkaian proyek. Lingkup pekerjaan ini meliputi pembersihan area kerja, pemetaan serta pengukuran koordinat (*surveying*), pemastian daya dukung tanah pada area lintasan, hingga koordinasi rekayasa lalu lintas disekitar area proyek guna meminimalkan risiko gangguan operasional dan menjamin keselamatan publik.

2. Persiapan Alat *Launcher*

   Tahap ini berfokus pada kesiapan mekanis dari instrumen utama pengangkat struktur. Proses yang dilakukan mencakup mobilisasi komponen, perakitan (*assembling*) struktur *truss launcher* di atas pilar jembatan (*pier head*), serta pelaksanaan pengujian kelayakan fungsi terhadap sistem hidrolik, kelistrikan, *sling* baja, dan sistem pengereman untuk memastikan alat beroperasi sesuai standar keselamatan kerja.

3. Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder*

   Proses pemuatan (*loading*) dilakukan untuk memindahkan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas kendaraan angkut

(*bogie*/*multi-axle trailer*). Pengangkatan balok beton prategang ini memanfaatkan *gantry crane statis* secara simultan dan perlahan guna menghindari konsentrasi tegangan fungsional atau kejut yang dapat memicu retak prematur pada material beton.

4. Mobilisasi *Girder*

   Mobilisasi *girder* merupakan proses pengangkutan balok beton dari lokasi pemuatan menuju titik jangkauan bawah alat *launcher*. Proses pemindahan horizontal ini menuntut pengawasan ketat terhadap kecepatan kendaraan angkut, kestablian jalur lintasan yang dilalui, serta pengkondisian area sekitar jalur demi mencegah terjadinya risiko tergulingnya beban akibat medan elevasi jalan yang tidak merata

5. *Erection Girder*

   Tahap inti ini merupakan proses pengangkatan dan penempatan balok *girder* dari atas kendaraan angkut menuju posisi akhir di antara dua pilar. Menggunakan mekanisme *trolley hoist* pada alat *launcher*, *girder* diangkat secara vertikal, digeser secara horizonral, dan diturunkan secara presisi hingga duduk sempurna di atas banta

6. *Bracing Girder*

   Segera setelah *girder* menumpu sempurna pada pilar, dilakukan pemasangan strukur pengaku sementara (*temporary bracing*) berupa besi siku atau kabel baja pengikat antar balok. Tahap ini berfungsi untuk mencegah kegagalan guling akibat beban angin, getaran, atau gaya lateral lingkungan sebelum seluruh rangkaian balok *girder* disatukan secara permanen melalui pengecoran komponen *diaphragm wall*

## 4.4. Tahap Analisis Data

Rijali (2018) mengemukakan bahwa analisis data merupakan upaya mencari dan menata secara sistematis catatan hasil observasi, wawancara, dan lainnya untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang kasus yang diteliti serta menyajikannya sebagai temuan bagi orang lain. Sementara itu, untuk meningkatkan pemahaman tersebut, analisis perlu dilanjutkan dengan berupaya mencari makna.

Identifikasi terhadap jenis pekerjaan yang akan dilangsungkan dalam tahapan pekerjaan *erection girder* di proyek menjadi awal mula tahapan analisis data. Suryadana dkk. (2024) memaparkan bahwa identifikasi potensi bahaya secara lebih spesifik dapat dicapai melalui analisis mendalam pada setiap proses, sehingga memungkinkan penerapan langkah-langkah pencegahan yang efektif. Tahapan pengerjaan kemudian dirinci dari awal hingga tuntas. Perincian langkah tersebut dibuat secara khusus untuk satu area pekerjaan tertentu dan bukan bersifat umum bagi satu jenis pekerjaan. Penyebabnya yaitu apabila area pekerjaan berubah meskipun jenis pekerjaannya sama, maka langkah pada pekerjaan tersebut harus dirubah.

Langkah dalam prosedur analisis data diteruskan dengan mengidentifikasi segala kemungkinan risiko bahaya yang melekat pada setiap tahapan pekerjaan. Temuan dalam studi pustaka turut menjadi basis konfirmasi bagi identifikasi ini selain dari hasil observasi empiris peneliti. Penggunaan aspek pertimbangan dalam proses identifikasi bahaya didasarkan pada poin-poin berikut:

1. Kewajiban untuk menilai risiko dan menerapkan langkah pencegahan sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Perilaku, keahlian, dan kondisi fisik maupun psikologis dari para pekerja.
3. Bahaya yang muncul langsung dari proses atau cara sebuah pekerjaan dilakukan.

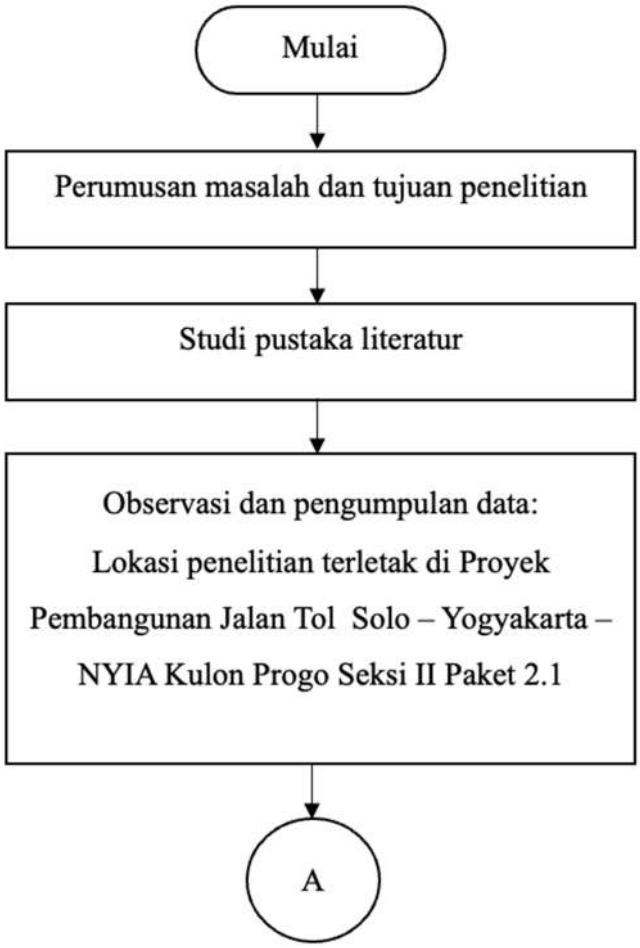
4. Kondisi semua fasilitas, alat kerja, dan bahan yang digunakan, baik milik perusahaan maupun pihak lain.
5. Penyebab terjadinya kecelakaan pekerjaan sebelumnya (jika ada).

Penetapan pengendalian berdasarkan potensi bahaya pada setiap pekerjaan menjadi agenda pada tahap berikutnya. Kontrol mutlak diperlukan bagi setiap bahaya yang telah diidentifikasi demi mencegah kecelakaan kerja. Menurut Suryadana dkk. (2024), pengendalian risiko merupakan upaya perbaikan guna menurunkan risiko kecelakaan. Tindakan pengendalian ini mencakup aspek tenaga kerja, peralatan, mesin, material, dan lingkungan kerja, dengan tujuan menghilangkan atau mengurangi risiko secara signifikan. Formulasi dari tahapan pengendalian tersebut berikutnya dimasukkan ke dalam bentuk formulir.

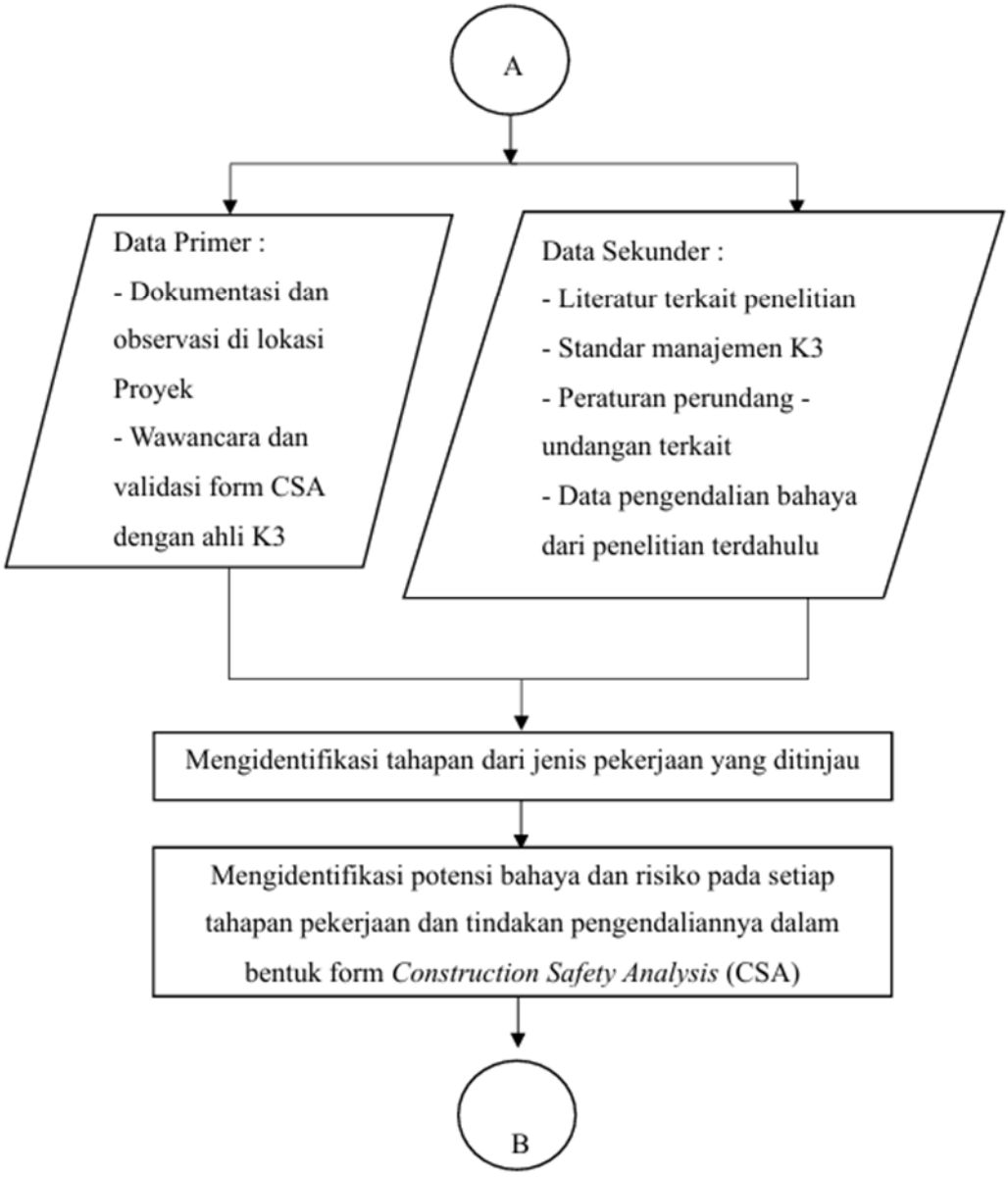
Formulir CSA yang sudah selesai disusun oleh peneliti kemudian diserahkan kepada ahli K3 agar dapat dikaji ulang bila ditemukan kekeliruan dan membutuhkan pembenahan. Hasil revisi tersebut mendasari perbaikan data yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai capaian akhir dalam studi ini.

## 4.5. Bagan Alir

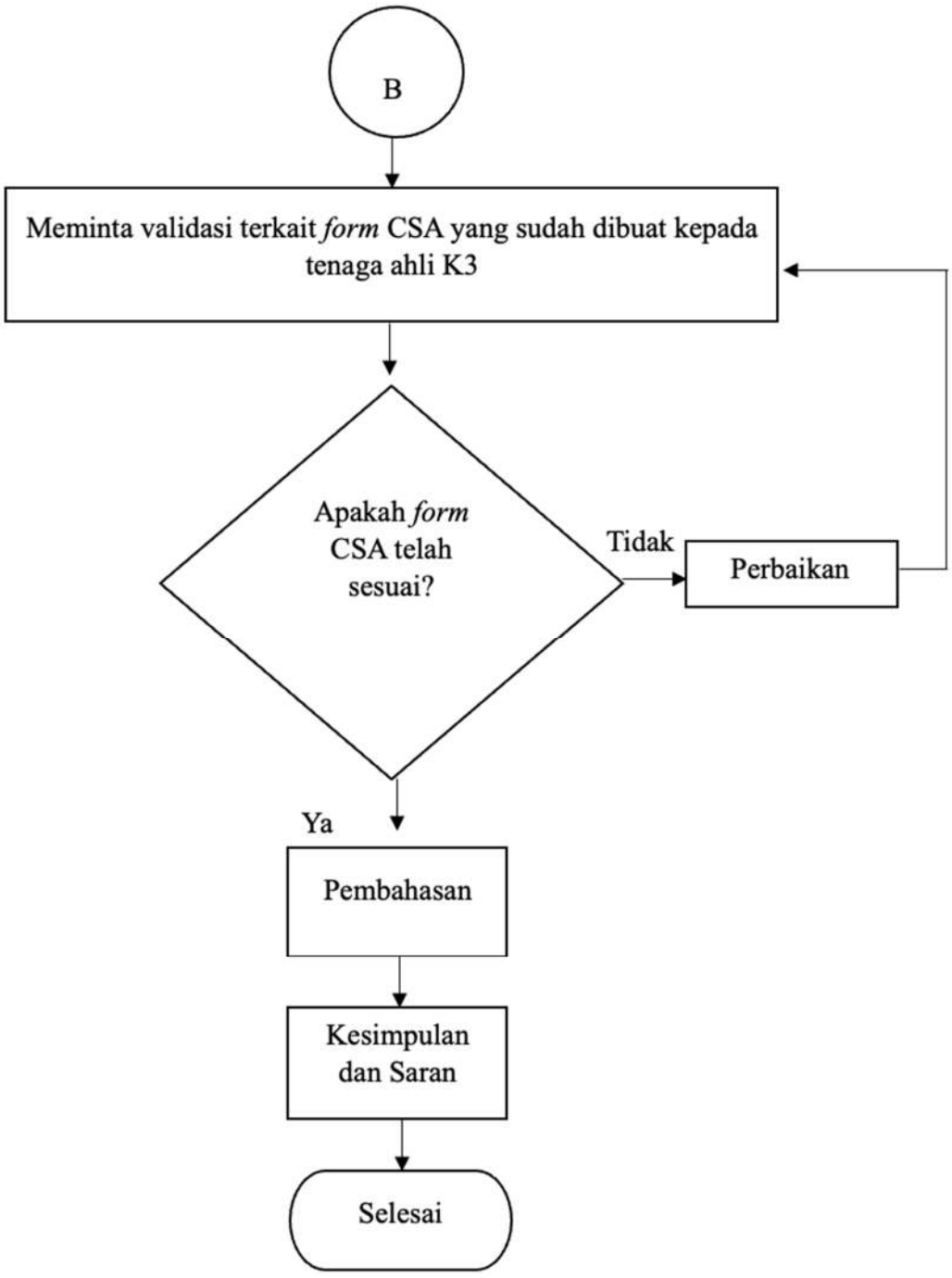
Sebuah kerangka kerja yang sistematis sangat diperlukan demi menghadirkan deskripsi yang transparan perihal jalannya penelitian dari awal hingga akhir. Tata kerja ini mencakup tahapan persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, hingga penarikan kesimpulan. Gambaran utuh mengenai alur beserta tahapan pelaksanaan penelitian ini dipaparkan melalui bentuk bagan alir yang tertera pada Gambar 4.2 berikut:




**Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian**




**Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**




**Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**

# BAB V
# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

## 5.1. Pelaksanaan Penelitian

Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 menjadi tempat dilaksanakannya penelitian ini. Terdapat berbagai macam aktivitas pekerjaan pada Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1, salah satunya yaitu pekerjaan *Erection Girder* dengan menggunakan *Launcher*. Proses perolehan data riset dilakukan melalui metode observasi secara langsung pada lokasi kerja serta melakukan verifikasi data berdasarkan hasil tinjauan bersama ahli K3. Kondisi dan karakteristik lingkungan di sekitar site proyek juga dijadikan sebagai variabel pertimbangan ketika menyusun dokumen formulir *Construction Safety Analysis* (CSA). Sementara itu, acuan regulasi keselamatan yang diterapkan untuk menyusun CSA ini berlandaskan pada ISO 45001 serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi.

## 5.2. Data Umum Proyek

### 5.2.1 Profil Proyek

Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA dirancang untuk menghubungkan Kota Solo dengan Daerah Istimewa Yogyakarta guna memangkas waktu perjalanan . Berlokasi di Jalan Candi Sambisari A No.17, Kadirojo I, Purwomartani, Kec. Kalasan. Berikut adalah rincian data umum mengenai proyek pembangunan tol tersebut:

| | | |
|---|---|---|
| Nama Proyek | : | Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 |
| Lokasi Proyek | : | Jl. Candi Sambisari A No.17, Kadirojo I, Purwomartani, Kec. Kalasan |
| Panjang Lintasan | : | 15,63 Km |
| Pemilik Proyek | : | PT. Jasamarga Jogja-Solo |
| Kontraktor | : | PT. Daya Mulia Turangga (DMT) |
| Konsultan Perencana | : | PT. Delta Global Struktur |
| Nilai Kontrak | : | Rp.1.502.202.790.528,79 |
| Waktu Pelaksanaan | : | 730 Hari Kalender |
| Status Pembangunan | : | Progres 31,0036% |
| Target Selesai | : | Desember 2026 |

### 5.2.2 Lokasi Proyek Penelitian

Pelaksanaan studi ini mengambil lokalisasi pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 yang beralamat di Jl. Candi Sambisari A No.17, Kadirojo I, Purwomartani, Kec. Kalasan. Gambaran mengenai peta area proyek tersebut dapat dicermati pada Gambar 5.1 di bawah ini:




**Gambar 5. 1 Lokasi Penelitian Pekerjaan *Erection Girder* Pada Titik P43S**

(Sumber : Data Proyek, 2026)

## 5.3. Analisis Data

Aktivitas pengolahan dan analisis data dilakukan sebagai tahapan lanjutan setelah seluruh data selesai dihimpun melalui observasi. Proses evaluasi data pada riset ini mengimplementasikan metode *Construction Safety Analysis* (CSA) yang disesuaikan terhadap standar regulasi keselamatan kerja ISO 45001.

### 5.3.1 Identifikasi Urutan Pelaksanaan Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* Sebelum Verifikasi

Pelaksanaan pekerjaan *Erection Girder* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 memilih tipe *Prestressed Concrete-I Girder* sebagai komponen dalam metode pelaksanaan *erection girder*-nya. Terdapat 5 tahapan utama dalam pekerjaan *erection girder* yang meliputi pekerjaan persiapan, persiapan alat *launcher*, proses pemuatan (*loading*) *girder*, mobilisasi *girder*, serta pelaksanaan *erection girder* dan *bracing girder*. Penjelasan mendalam mengenai urutan dari masing-masing tahapan pekerjaan tersebut disajikan dalam Tabel 5.1 beriku

**Tabel 5. 1 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | - Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.<br>- Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru.<br>- Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.<br>- Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | - Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan.<br>- Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan.<br>- Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. |
| 3 | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | - Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat girder secara presisi.<br>- Pemindahan dan pengangkatan balok girder dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*.<br>- Penguncian dan pengikatan (*lashing*) *girder* pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi.<br>- Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan *girder* setelah posisi muatan dipastikan aman. |
| 4 | Mobilisasi *Girder* | - Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection*<br>- Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan diarena *erection* |

**Lanjutan Tabel 5.1 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | - Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection*<br>- Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher*<br>-*Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder*<br>- Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad*<br>- Pengukuran elevasi pada komponen *girder*<br>- Pemasangan angkur sebagai penguat<br>- Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai<br>-Pemasangan diafragma untuk mengikat dan menyatukan antar *girder* |

### 5.3.2 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Gantry* Setelah Verifikasi

Tahapan ini merupakan langkah awal sebelum dilakukannya penyusunan form CSA. Pada fase ini, setiap rincian aktivitas pada pekerjaan *erection girder* perlu diuraikan secara mendalam guna mengidentifikasi potensi bahaya spesifik yang terkandung pada tiap-tiap sub-pekerjaan. Proses validasi terhadap runtunan aktivitas kerja ini dilakukan oleh Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan, mengingat kapasitas dan kompetensi teknis yang dimilikinya dalam memahami seluruh rangkaian operasional pada pekerjaan *erection girder.* Hasil validasi pada uraian pekerjaan *erection girder* dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut

**Tabel 5. 2 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Setelah Validasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | - Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.<br>- Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru.<br>- Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.<br>- Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | - Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan.<br>- Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan.<br>- Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. |
| 3 | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | - Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat girder secara presisi.<br>- Pemindahan dan pengangkatan balok girder dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*.<br>- Penguncian dan pengikatan (*lashing*) *girder* pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi.<br>- Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan girder setelah posisi muatan dipastikan aman. |

**Lanjutan Tabel 5.2 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| | *Lanjutan Proses Pengikatan (Slinging) dan Persiapan Angkat di Tempat* | - Memosisikan *hook block launcher* tepat secara vertikal di atas balok *girder* yang akan dipasang<br>- Pemasangan instalasi *lifting sling belt* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi sesuai perhitungan beban.<br>- Pemeriksaan ulang kuncian dan konfigurasi alat pengikat (*rigging*) untuk memastikan tidak ada celah keamanan sebelum beban diangkat. |
| 4 | Mobilisasi *Girder* Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | - Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection*<br>- Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan diarena *erection*<br>- Melakukan pengangkatan vertikal awal (*jacking/lifting*) setinggi kurang lebih 10–30 cm dari landasan tanah untuk menguji keseimbangan balok *girder*.<br>- Menahan posisi *girder* sejenak (uji statis) untuk memastikan rem *winch launcher* dan *sling* bekerja dengan sempurna.<br>- Memastikan kondisi lingkungan aman (kecepatan angin normal) sebelum melanjutkan pengangkatan penuh ke elevasi jembatan. |

**Lanjutan Tabel 5.2 Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Menggunakan Metode *Launcher* Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | - Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection*<br>- Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher*<br>- *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder*<br>- Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad*<br>- Pengukuran elevasi pada komponen *girder*<br>- Pemasangan angkur sebagai penguat<br>- Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai<br>-Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar *girder* |

*Warna kuning pada tulisan merupakan penghapusan yang telah dibuat sebelumnya

*Warna hijau pada tulisan merupakan koreksi dari hasil verifikasi oleh Ahli K3

Berdasarkan tahapan verifikasi yang dilakukan oleh Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes. selaku HSE Konsultan, ditemukan adanya ketidaksesuaian antara urutan draf tahapan kerja awal dengan pelaksanaan aktual di lapangan. Melalui peninjauan tersebut, Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes. memberikan tindakan korektif berupa rekonstruksi dan pengurutan kembali langkah – langkah perkerjaan secara sistematis agar selaras dengan fakta operasional di area proyek. Penjabaran mengenai hasil revisi urutan langkah kerja berdasarkan verifikasi dari Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes. disajikan di bawah ini.

1. Berdasarkan hasil verifikasi terhadap Tabel 5.9 mengenai draf awal Uraian Pekerjaan, Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes. selaku HSE Konsultan mengoreksi urutan pelaksanaan pada poin nomor 3. Pada draf awal (ditandai dengan warna kuning), tercantum tahapan Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* menggunakan Truk Trailer *Multi-Axle*. Namun, urutan tersebut dinilai keliru dan tidak sesuai dengan kondisi rill di lapangan karena pada pelaksanaan aktualnya, komponen *girder* langsung diangkat secara vertikal di tempat (erection langsung dari lokasi perakitan). Oleh karena itu, atas rekomendasi ahli K3, tahapan tersebut dieliminasi dan digantikan dengan sekuens urutan kerja yang benar (ditandai dengan warna hijau), yaitu Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat yang diawali dengan penyesuaian posisi *hoist*/*trolley* launcher secara vertikal di atas balok *girder*.
2. Selanjutnya, pada poin nomor 4 mengenai tahapan Mobilisasi *Girder* menggunakan Truk Trailer *Multi-Axle* (ditandai dengan warna kuning), Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan merekomendasikan penghapusan total terhadap aktivitas tersebut. Langkah eliminasi ini dilakukan karena dieksekusi secara statis di area kerja jembatan. Sebagai gantinya, draf tersebut direvisi menjadi tahapan Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban (ditandai dengan warna hijau). Fokus utama pada sekuens kerja baru ini adalah melakukan *jacking*/*lifting* setinggi 10-30 cm guna menguji keseimbangan balok, melakukan uji statis untuk memastikan fungsionalitas rem *winch launcher* serta kabel *sling*, sekaligus memastikan faktor lingkungan seperti kecepatan angin berada dalam batas aman sebelum pengangkatan penuh dilakukan.

### 5.3.3 Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Pekerjaan *Erection Girder* Sebelum Verifikasi

Secara umum, terdapat dua teknik dalam mengidentifikasi bahaya, yaitu teknik semiproaktiif yang berbasis pada evaluasi pengalaman pihak lain, serta teknik proaktif yang berfokus pada deteksi potensi bahaya dan risiko sebelum kecelakaan terjadi. Penelitian ini menerapkan pendekatan proaktif melalui metode *Construction Safety Analysis* (CSA). Berdasarkan integrasi kedua metode tersebut, setiap tahapan pekerjaan akan diurai secara mendalam guna memetakan langkah-langkah spesifik, menganalisis potensi penyimpangan operasional, mengidentifikasi risiko yang melekat, serta merumuskan tindakan pengendalian yang tepat. Adapun hasil identifikasi potensi bahaya dan risiko sebelum verifikasi pada tiap item pekerjaan .

1. Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.

   Tahap awal sebelum melaksanakan kegiatan erection girder dimulai dengan pemeriksaan menyeluruh terhadap kondisi area kerja, kesiapan seluruh peralatan utama (seperti *crane*, *launcher gantry*, *tali sling*, *lifting frame*, dan *boogie*), serta kondisi kesehatan para pekerja. Prosedur ini merujuk pada Permenaker No. 5 Tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja, yang mengamanatkan terciptanya iklim kerja yang aman, sehat, dan bebas dari faktor pemicu penyakit akibat kerja (PAK). Pemetaan sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

   a. Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan

      Kondisi fisik yang kurang optimal menurunkan tingkat kesadaran situasional, fokus, dan waktu respons personel selama pelaksanaan pekerjaan.

   b. Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.

      Lingkup pekerjaan kerap kali menuntut adanya interaksi langsung dan penggunaan fasilitas bersama. Apabila seorang

personel mengalami penyakit menular (misalnya influenza atau infeksi pernapasan lainnya), agen biologi tersebut berpotensi menyebar secara cepat melalui droplet atau melalui permukaan benda yang telah terkontaminasi.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja
2) Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja

2. Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru.

Sebelum memulai aktivitas operasional harian di lapangan, seluruh kru diwajibkan mengikuti koodinasi awal melalui pelaksanaan *safety briefing* atau *Toolbox Meeting* (TBM) yang disertai dengan pengarahan teknis. Prosedur ini merupakan langkah komunikasi preventif yang bertujuan menyelaraskan persepsi seluruh pekerja mengenai target kerja, metode pelaksanaan, serta pembagian peran masing-masing personel pada hari tersebut. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif.

   Komunikasi yang buruk membuat pekerja tidak memahami prosedur keselamatan atau langkah kerja yang benar.

   Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

   1) Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.

3. Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah melakukan mobilisasi serta penempatan barikade pembatas dan rambu peringatan keselamatan disekitar area operasional *erection girder*. Tindakan ini merupakan

angkah isolasi area (*area demarcation*) yang bertujuan untuk menandai zona kerja aktif dan memisahkan titik bahaya tinggi dari jangkauan personel non-kepentingan maupun masyarakat umum. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.
   Keberadaan kendaraan publik di dekat area proyek sangat berbahaya karena pergerakannya sulit diprediksi, memiliki titik buta (*blind spot*), dan melaju dengan kecepatan tinggi di luar kendali manajemen proyek.
b. Pengangkutan beban material barikade secara manual
   Mengangkat beban berat secara manual berbahaya karena memberikan tekanan ekstrem langsung pada struktur tubuh tanpa bantuan mekanis, terutama jika dilakukan berulang kali atau dengan posisi tubuh yang membungkuk.
   Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:
   1) Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.
   2) Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang

4. Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi.

   Tahapan pekerjaan berikutnya melibatkan pengondisian akses jalan melalui penerapan rekayasa dan manajemen arus lalu lintas (*traffic management*) di sekitar area konstruksi. Prosedur ini esensial untuk mengendalikan pola pergerakan kendaraan logistik proyek maupun kendaraan umum guna mencegah terjadinya konflik arus yang memicu hambatan kelancaran lalu lintas atau kecelakaan lalu lintas. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur

Jumlah kendaraan yang menumpuk atau berkurangnya lebar jalan akibat proyek sangat berbahaya karena menciptakan antrean kendaraan dan membatasi ruang gerak aman, baik bagi pengendara maupun pekerja.

b. Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan

Pengendara yang tidak patuh rambu atau tidak sabar berbahaya karena memicu stres di jalan raya, mengabaikan aba-aba petugas (*flagman*), serta nekat menerobos pembatas proyek.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Terganggunya kelancaran arus lalu lintas
2) Konflik/gesekan dengan pengguna jalan.

5. Merakit struktur besi alat launcher di atas tiang jembatan.

Tahapan krusial berikutnya adalah proses perakitan komponen struktur besi alat *launcher* yang dilaksanakan langsung di atas tiang jembatan (*pier head*). Aktivitas ini meliputi pengangkatan, penyambungan, dan penguncian rangka baja utama yang nantinya akan digunakan sebagai penopang beban penyusunan beton balok jembatan. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Bekerja di ketinggian

Aktivitas di atas permukaan tanah/jembatan ini berbahaya karena adanya gaya gravitasi dan keterbatasan ruang pijak yang membuat keseimbangan pekerja mudah goyah.

b. Adanya material besi berat yang belum terikat kuat

Besi berbobot besar yang posisinya belum kokoh atau belum dilas/dibaut sempurna sangat berbahaya karena posisinya labil dan mudah bergeser akibat beban sendiri atau sentuhan.

c. Ketidakstabilan sambungan struktur sementara

Tahap perakitan ini sangat berbahaya karena struktur rangka *launcher* belum sepenuhnya stabil, sehingga kesalahan dalam

perhitungan distribusi beban (statis/dinamis) atau adanya sambungan baut/las yang tidak sempurna dapat langsung memicu kegagalan struktural.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja jatuh dari ketinggian
2) Tertimpa/kejatuhan material
3) Struktur roboh/*kolaps*

6. Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan.

Tahapan pekerjaan berikutnya adalah pelaksanaan inspeksi kelayakan teknis terhadap fungsi mesin, instalasi kabel listrik, serta mekanisme sistem pengangkat pada alat *launcher*. Prosedur ini krusial untuk memastikan seluruh instrumen mekanis dan elektrikal berada dalam kondisi prima serta mendeteksi dini adanya malafungsi komponen sebelum operasional *erection* dimulai. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan

Kabel atau komponen aktif tanpa isolasi pelindung sangat berbahaya karena arus listrik dapat langsung melompat atau mengalir ke tubuh manusia jika terjadi kontak fisik atau kondisi lingkungan yang basah.

b. Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik

Fluida dalam sistem hidrolik bekerja di bawah tekanan ekstrem yang sangat besar. Kebocoran sekecil apa pun berbahaya karena fluida dapat menyembur keluar dengan kecepatan tinggi, atau menyebabkan pekerja terkena cairan hidrolik dan kegagalan fungsi alat secara mendadak.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Tersengat aliran Listrik (*korsleting*)

2) Terkena semburan cairan hidrolik

7. Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan.

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah melakukan sterilisasi atau pengosongan area pada zona proyek yang berada tepat di bawah posisi penempatan alat *launcher* dan tiang jembatan. Prosedur ini merupakan langkah preventif mutlak untuk memisahkan ruang aktivitas logistik struktural di bagian atas dengan area sirkulasi di bawahnya. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah

Keberadaan kendaraan proyek atau publik di bawah zona kerja launcher sangat berbahaya karena area tersebut seharusnya steril dari segala aktivitas sirkulasi untuk menghindari paparan bahaya dari pekerjaan di atasnya.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja lapangan tertabrak kendaraan
2) Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat

8. Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi.

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah melakukan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat balok *girder* secara presisi sesuai dengan cetak biru perencanaan teknis. Proses pemasangan ini sangat krusial karena titik angkat tersebut berfungsi sebagai pusat distribusi beban utama saat balok *girder* diangkat dan diposisikan. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Titik jepit mekanis saat mengunci komponen pin

Area sambungan mekanis sangat berbahaya karena adanya celah sempit di antara dua komponen logam berat yang bergerak aktif atau bergeser saat pin pengunci dimasukkan.

b. Akses kerja di atas permukaan girder yang sempit dan tinggi

Bekerja di atas balok *girder* berbahaya karena keterbatasan ruang pijak dikombinasikan dengan faktor ketinggian ekstrem tanpa adanya dinding pembatas alami.

c. Mekanisme penguncian *lifting frame* yang tidak sempurna

Penguncian rangka pengangkat (*lifting frame*) yang longgar atau tidak presisi berbahaya karena membuat sistem penahan beban utama kehilangan kekuatan ikatannya saat menahan berat balok *girder*.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja terjepit tangan atau jari
2) Pekerja terjatuh dari atas *girder*
3) Kegagalan angkat akibat *lifting frame* terlepas saat beban diangkat

9. Pemindahan dan pengangkatan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*.

Tahapan pekerjaan berikutnya adalah pelaksanaan proses *lifting* dan pemindahan balok *girder* dari area penyimpanan sementara (*stockyard*) menuju sasis moda transportasi khusus berupa Truk Trailer *Multi-Axle*. Proses ini merupakan bagian dari rantai logistik berat yang memerlukan sinkronisasi penuh antara operator *crane* atau *gantry* dengan kru darat. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Tegangan tinggi pada kabel sling beban berat

Kabel sling yang menahan balok *girder* berada di bawah tekanan tarik ekstrem. Hal ini berbahaya jika kondisi sling sudah aus, mengalami korosi, atau beban melebihi kapasitas (*overload*), yang dapat membuat kabel putus tiba-tiba.

b. Beban gantung yang terkena hembusan angin kencang

Balok *girder* yang sedang tergantung memiliki luas permukaan besar, sehingga sangat peka terhadap embusan angin. Hal ini

berbahaya karena angin kencang dapat membuat beban berayun tanpa kendali di udara.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Kabel *sling* putus
2) *Girder* berayun liar secara tidak terkendali

10. Penguncian dan pengikatan (*lashing*) *girder* pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi.

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah melakukan penguncian mekanis dan pengikatan kuat (*lashing*) balok *girder* pada struktur dudukan (*saddle*) Truk Trailer *Multi-Axle*. Prosedur ini merupakan langkah krusial untuk mengintegrasikan beban masif *girder* dengan sasis kendaraan angkut menggunakan rantai baja (*load binder*) atau sabuk pengikat berkekuatan tinggi (*ratchet lashing*). Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Berada di bawah radius atau jalur ayunan material berat

   Posisi ini sangat berbahaya karena menempatkan pekerja langsung di area rawan benturan (jalur lintasan beban). Jika terjadi pergerakan mendadak atau kegagalan alat, pekerja tidak memiliki ruang dan waktu yang cukup untuk menghindar.

b. Posisi *girder* diatas sasis truk sebelum terikat dengan kuat

   Kondisi *girder* yang sudah duduk di atas sasis tetapi belum diikat (*lashing*) sangat labil karena pusat gravitasinya yang tinggi. Guncangan sekecil apa pun dari kendaraan atau getaran sekitar berbahaya karena dapat menggeser posisi beban.

c. Ikatan rantai atau tali yang kehilangan ketegangan

   Rantai atau *ratchet lashing* yang kendur saat proses pengikatan atau akibat getaran sangat berbahaya karena menghilangkan gaya penahan mekanis yang menjaga beban masif tetap menyatu dengan sasis truk.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja tertimpa material/beban di bawah radius angkat
2) *Girder* terguling dari sasis truk
3) Muatan girder bergeser atau lepas selama perjalanan akibat rantai kendur

11. Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan *girder* setelah posisi muatan dipastikan aman.

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pelepasan kembali perangkat rangka angkat (*lifting frame*) dari badan balok *girder* setelah seluruh sistem pengikatan (*lashing*) pada sasis truk trailer diverifikasi aman. Proses ini melibatkan aktivitas mekanis di area ketinggian untuk membuka pin pengunci atau baut struktural yang menghubungkan alat angkat dengan komponen *girder*. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Titik jepit mekanis pada alat pengait

   Bagian pengait (*hook*) dan pin struktural yang dilepas memiliki bobot berat serta celah mekanis yang sempit. Hal ini sangat berbahaya karena adanya potensi pergerakan sisa (*stored energy*) atau pergeseran tiba-tiba saat pengunci dibuka.

b. Metode komunikasi isyarat tangan/radio yang tidak sinkron

   Proses pelepasan di area ketinggian membutuhkan koordinasi ketat antara operator alat angkat (crane) dan kru darat. Komunikasi yang tidak sinkron atau salah tangkap isyarat sangat berbahaya karena operator bisa saja menggerakkan alat di saat pekerja belum siap.

   Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

   1) Pekerja terjepit alat pengait crane

2) Terjadinya miskomunikasi antara aba-aba yang disampaikan rigger dan operator crane, yang memicu pergerakan yang keliru hingga berujung pada kecelakaan.

12. Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection*

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah proses mobilisasi Truk Trailer *Multi-Axle* yang membawa muatan balok *girder* menuju ke area pemasangan (*erection*). Aktivitas ini merupakan fase krusial dalam logistik konstruksi karena melibatkan pengangkutan beban dengan dimensi panjang dan tonase yang sangat masif melintasi rute yang telah ditentukan. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Daya dukung tanah/jalan yang labil

Rute yang dilewati truk pengangkut memiliki struktur tanah atau perkerasan jalan yang empuk, amblas, atau tidak mampu menahan beban terpusat yang sangat masif dari tonase balok *girder*.

b. Penutupan badan jalan atau antrean kendraan yang panjang

Truk trailer *multi-axle* yang membawa balok *girder* memiliki panjang dan radius putar yang ekstrem, sehingga saat bermanuver atau berjalan lambat akan menutup sebagian besar lajur jalan umum.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Jalan amblas
2) Truk terbalik/terguling
3) Penutupan akses jalan atau antrean kendraan yang panjang

13. Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan diarena *erection*

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah penempatan posisional Truk Trailer *Multi-Axle* di dalam area pemasangan (*erection area*) sesuai dengan rencana titik pemberhentian (*stopping point*) yang telah ditentukan. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Kondisi permukaan landasan yang berlumpur dan licin

Area penempatan yang basah atau berlumpur sangat berbahaya karena menghilangkan gaya gesek ban truk trailer, terutama saat harus menahan beban masif dari balok *girder*.

b. Keterbatasan jarak pandang pengemudi saat truk mundur

Memosisikan truk trailer panjang dengan cara mundur menciptakan area titik buta (*blind spot*) yang sangat besar di bagian belakang dan samping, sehingga pengemudi tidak dapat melihat objek kecil atau personel di sekitarnya secara langsung. Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Roda truk slip/tergelincir
2) Pekerja terserempet/terjepit

14. Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan erection.

Tahapan pekerjaan berikutnya adalah proses instalasi dan penguncian *lifting sling belt* (rangka pengangkat) pada badan balok *girder* yang telah bersiap di area pemasangan (*erection area*). Aktivitas teknis ini meliputi penurunan rangka khusus menggunakan alat angkat secara perlahan, penyelarasan (*alignment*) posisi lubang angkat, hingga pengencangan sistem pin pengunci (*shackle* dan *bolt*) agar menyatu sempurna dengan struktur *girder*. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

*a.* Titik jepit pin/*shackle*

Proses penyelarasan lubang angkat (*alignment*) dan pengencangan sistem pin pengunci (*shackle* dan *bolt*) melibatkan pertemuan komponen logam berat yang bergerak. Area ini berbahaya karena ruang toleransinya sangat sempit bagi jari atau tangan pekerja.

b. Bekerja di ketinggian

Aktivitas instalasi ini dilakukan langsung di atas struktur balok *girder* yang berada di area kerja *erection*. Hal ini berbahaya karena minimnya ruang pijak yang stabil dan adanya risiko kehilangan keseimbangan di area terbuka.

c. Posisi pemasangan tidak presisi

Ketidakakuratan dalam menyelaraskan lubang angkat atau penguncian *lifting sling belt* yang miring (tidak sentris) sangat berbahaya karena distribusi beban *girder* saat diangkat nanti menjadi tidak seimbang.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci
2) Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*
3) Komponen angkat slip akibat salah posisi

15. Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher*

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pelaksanaan pengangkatan (*lifting*) balok *girder* dari atas sasis truk trailer menuju elevasi yang ditentukan menggunakan sistem *launcher gantry*. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Tegangan tinggi sling dan beban masif

Saat *launcher gantry* mengangkat balok *girder* dari atas sasis trailer, seluruh beban masif puluhan ton terpusat langsung pada kabel baja. Hal ini memicu tegangan tarik ekstrem pada tali baja tersebut

b. Faktor cuaca (embusan angin kencang)

Balok *girder* yang sedang tergantung menuju elevasi atas memiliki luas penampang samping yang besar, menjadikannya sangat peka terhadap dorongan angin kencang yang dapat mengganggu keseimbangan beban di udara.

c. Kerusakan/keausan sistem mekanis

Komponen mekanis penggerak pada *launcher gantry* (seperti roda gigi, sistem pengereman katrol/*winch brake*, atau motor penggerak) bekerja keras menahan beban dinamis selama proses pengangkatan. Jika ada keausan atau kerusakan tersembunyi, sistem dapat gagal mendadak.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh
2) *Girder* berayun akibat embusan angin kuat
3) Kegagalan sistem hidrolik atau mesin *hoist*

16. *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder*

Tahapan pekerjaan berikutnya adalah proses pergerakan longitudinal maupun transversal dari struktur *launcher gantry* menuju bentang jembatan selanjutnya. Aktivitas teknis ini meliputi perpindahan posisi seluruh rangkaian jembatan peluncur (*launching truss*) secara perlahan di atas rel penumpu, penyelarasan kaki-kaki struktur (*front and rear support*), hingga penguncian kembali posisi *launcher* pada titik kolom (*pier*) yang baru. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Jarak bebas muatan sempit

Saat *launcher* bergerak memindahkan *girder* secara longitudinal maupun transversal, ruang sela antara muatan beton yang masif dengan kaki struktur *launcher* atau kolom jembatan (*pier*) sangat terbatas.

b. Ketidakselarasan jalur rel

Jalur rel penumpu tempat berjalannya seluruh rangkaian jembatan peluncur (*launching truss*) mengalami kemiringan, pergeseran posisi, atau tidak sejajar akibat deformasi atau pemasangan yang tidak presisi.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) *Girder* menabrak pilar/pier head jembatan
2) Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak

17. Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad*

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah penempatan akhir (*positioning*) balok *girder* secara permanen di atas bantalan karet jembatan (*bearing pad*) yang terletak pada permukaan *pier head*. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Sisa material bebas di atas struktur

Keberadaan puing beton, kerikil, sisa kawat, atau peralatan kerja yang tertinggal di permukaan *pier head* atau di sekitar *bearing pad* sangat berbahaya

b. Beban masif di atas bantalan karet

Proses penurunan balok beton dengan berat puluhan ton secara permanen ke atas *bearing pad* memberikan tekanan kompresi yang sangat masif dan seketika pada struktur tumpuan karet tersebut.

c. Titik jepit bawah beton

Area pertemuan antara sisi bawah balok *girder* dengan permukaan atas *bearing pad*/*pier head* merupakan zona bahaya mekanis yang krusial. Jarak sela yang terus mengecil saat balok diturunkan menciptakan titik jebakan.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Material jatuh menimpa area di bawah *launcher*
2) *Bearing pad* bergeser atau rusak
3) Tangan pekerja terjepit

18. Pengukuran elevasi pada komponen girder

Tahapan pekerjaan berikutnya adalah proses verifikasi dan pengukuran elevasi (*leveling*) balok *girder* setelah diposisikan di

atas tumpuan. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Bekerja di atas perancah (*scaffolding*)

   Proses verifikasi elevasi mengharuskan pekerja berdiri di atas struktur *scaffolding* penunjang untuk menjangkau titik ukur balok *girder*. Area ini berbahaya jika *scaffolding* tidak dipasang dengan benar, tidak memiliki *platform* yang rata, atau tidak dilengkapi *guardrail* (pagar pengaman).

b. Penggunaan alat ukur di ketinggian

   Pengukuran elevasi (*leveling*) melibatkan penggunaan instrumen optik atau digital, meteran, dan prisma ukur di area ketinggian jembatan. Bahaya utama muncul ketika alat-alat kerja ini terlepas dari genggaman pekerja akibat kondisi angin atau kelalaian.

c. Metode pembacaan/kalibrasi alat

   ni merupakan bahaya kesalahan teknis (non-fisik) di mana alat ukur (*theodolite/waterpass*) tidak dikalibrasi secara berkala, atau terdapat kesalahan paralaks saat surveyor membaca data elevasi di lapangan.

   Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

   1) Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding*
   2) Alat ukur jatuh ke area bawah jembat
   3) Salah baca data elevasi oleh tim surveyor

19. Pemasangan angkur.sebagai penguat

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pemasangan besi angkur (*anchor bolt*) sebagai elemen pengikat struktural antara balok *girder* dengan struktur tumpuan bawah (*pier head*). Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Tekanan/putaran mekanis mata bor

Pembuatan lubang pada beton *pier head* untuk menanam besi angkur menggunakan mesin bor elektrik/pneumatik berdaya besar. Alat ini menghasilkan torsi putaran tinggi dan tekanan mekanis kuat yang harus ditahan langsung oleh fisik pekerja.

b. Paparan serpihan beton dan debu bor

Proses pengeboran beton secara agresif menghasilkan pelepasan partikel material secara masif, mulai dari serpihan kerikil tajam hingga debu halus

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Mata bor patah/mengenai besi tulangan
2) Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan

20. Pelepasan *lifting sling bet* dari *girder* setelah selesai

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah proses demobilisasi atau pelepasan rangka pengangkat (*lifting sling belt*) dari badan balok *girder*. Aktivitas teknis ini dilakukan setelah posisi *girder* dipastikan stabil, elevasi telah sesuai rencana, dan sistem angkur telah terkunci dengan sempurna. Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Kondisi *girder* belum stabil/terikat

Melepas perangkat pengangkat (*lifting sling belt*) ketika sistem angkur belum terkunci sempurna atau beton tumpuan belum sepenuhnya stabil adalah kecerobohan teknis yang fatal.

b. Rangka gantungan *sling belt* bebas setelah rilis

Sesaat setelah pin pengunci dilepas, *lifting sling belt* yang berbobot sangat berat akan menggantung sepenuhnya secara bebas pada kabel *launcher/crane*.

c. Motode komunikasi isyarat *ringger* dan operator

Proses rilis di area ketinggian memerlukan koordinasi mutlak antara *rigger* (pemberi aba-aba) dan operator alat angkat. Jika isyarat tangan tidak terlihat jelas atau komunikasi radio

terganggu, operator bisa saja salah menginterpretasikan instruksi untuk menaikkan atau menggeser *frame*.

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) *Girder* terguling ke samping
2) Alat pengait terayun liar pasca dilepas
3) Miskomunikasi gerak alat (*hoist*)

21. Pemasangan diafragma untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder*

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pemasangan *diafragma* (*diaphragm beam*) sebagai elemen pengikat melintang antar-balok *girder*. Aktivitas teknis ini meliputi perakitan tulangan atau penempatan panel beton pracetak diafragma di antara dua *girder*, penyambungan besi kekang (*tie bars*), penyetelan cetakan (*bekisting*), hingga proses pengecoran beton basah setempat (*cast in-situ*). Identifikasi sumber bahaya pada langkah ini mencakup:

a. Celah kosong/terbuka di antara bentang *girder*

Selama proses perakitan tulangan atau penempatan panel diafragma, area di antara dua balok *girder* yang sejajar masih berupa lubang terbuka tanpa lantai kerja yang utuh.

b. Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan

Saat proses pengeboran atau pengecoran beton basah dilakukan (*cast in-situ*), adukan beton cair mengeluarkan tekanan hidrolik yang mendorong dinding cetakan (*bekisting*) ke arah luar.

c. Beban struktur sebelum beton mengeras (curing).

Sebelum beton diafragma mencapai kuat tekan rencana melalui proses pengerasan (*curing*), sambungan antar-*girder* belum menyatu secara struktural

Sehingga risiko yang dapat ditimbulkan dari bahaya tersebut antara lain:

1) Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder*
2) Bekisting *diafragma* jebol saat pengecoran
3) Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur

Tahap rekapitulasi dilakukan dengan mengacu pada potensi risiko dan bahaya yang telah diidentifikasi dalam tiap rincian tugas. Adapun rangkuman mengenai potensi bahaya dan risiko dalam proses *erection girder* disajikan pada Tabel 5.3 di lembar berikutnya.

**Tabel 5. 3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan<br>- Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.<br>- Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja<br>- Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja<br>- Risiko human error yang memicu kegagalan operasional |
| | | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif<br>- Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.<br>- Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan |
| | | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.<br>- Pengangkutan beban material barikade secara manual | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.<br>- Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan Persiapan)* | *Lanjutan Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.* | - Area blind spot kendaraan<br>- Pencahayaan minim | - Pekerja tertabrak akibat berada diarea blind spot<br>- Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan |
| | | Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. | - Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur<br>- Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan | - Terganggunya kelancaran arus lalu lintas<br>- Konflik/gesekan dengan pengguna jalan. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan. | - Bekerja di ketinggian<br>- Adanya material besi berat yang belum terikat kuat<br>- Ketidakstabilan sambungan struktur sementara | - Pekerja jatuh dari ketinggian<br>- Tertimpa/kejatuhan material<br>- Struktur roboh/kolaps |
| | | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan. | - Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan<br>- Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik | - Tersengat aliran Listrik (*korsleting*)<br>- Terkena semburan cairan hidrolik |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Persiapan Alat Launcher)* | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah<br>- Akses zona steril terbuka<br>- Minimnya pengawasan | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat<br>- Warga/orang luar menerobos masauk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga |
| 3 | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi. | - Titik jepit mekanis saat mengunci komponen pin<br>- Akses kerja di atas permukaan *girder* yang sempit dan tinggi<br>- Mekanisme punguncian *lifting frame* yang tidak sempurna | - Pekerja terjepit tangan atau jari<br>- Pekerja terjatuh dari atas *girder*<br>- Kegagalan angkat akibat *lifting frame* terlepas saat beban diangkat |
| | | Pemindahan dan pengangkatan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*. | - Tegangan tinggi pada kabel *sling* beban berat<br>- Beban gantung yang terkena hembusan angin | - Kabel *sling* putus<br>- *Girder* berayun liar secara tidak terkendali |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Penguncian dan pengikatan (*lashing*) girder pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi. | - Berada di bawah radius atau jalur ayunan material berat<br>- Posisi *girder* diatas sasis truk sebelum terikat dengan kuat<br>- Ikatan rantai atau tali yang kehilangan ketegangan | - Pekerja tertimpa material/beban di bawah radius angkat<br>- *Girder* terguling dari sasis truk<br>- Muatan *girder* bergeser<br>Atau lepas selama perjalanan akibat rantai kendur |
| | | Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan *girder* setelah posisi muatan dipastikan aman | - Titik jepit mekanis pada alat pengait<br>- Metode komunikasi isyarat tangan/radio yang tidak sinkron | - Pekerja terjepit alat pengait crane<br>- Terjadinya miskomunikasi antara aba-aba yang disampaikan *rigger* dan operator *crane*, yang memicu pergerakan yang keliru hingga berujung pada kecelakaan. |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Mobilisasi *Girder* | Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection* | - Daya dukung tanah/jalan yang labil<br>-Hambatan ruang publik akibat dimensi kendaraan yang sangat besar | - Jalan amblas<br>- Truk terbalik/terguling<br>- Penutupan akses jalan / terhentinya arus lalu lintas lokal |
| | | Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan di area *erection* | - Kondisi permukaan landasan yang berlumpur dan licin<br>- Keterbatasan jarak pandang pengemudi saat truk mundur | - Roda truk slip/tergelincir<br>- Pekerja terserempet/terjepit |
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection* | - Titik jepit pin/*shackle*<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Posisi pemasangan tidak presisi | - Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci<br>- Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*<br>- Komponen angkat slip akibat salah posisi<br>- Kerusakan/retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher* | - Tegangan tinggi *sling* dan beban masif<br>- Faktor cuaca (embusan angin kencang)<br>- Kerusakan/keausan sistem mekanis | - *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh<br>- *Girder* berayun akibat embusan angin kuat<br>- Kegagalan sistem hidrolik atau mesin hoist |
| | | *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder* | - Jarak bebas muatan sempit<br>- Ketidakselarasan jalur rel | - *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan<br>- Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak |
| | | Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad* | - Sisa material bebas di atas struktur<br>- Beban masif di atas bantalan karet<br>- Titik jepit bawah beton | - Material jatuh menimpa area di bawah *launcher*<br>- *Bearing pad* bergeser atau rusak<br>- Tangan pekerja terjepit |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pengukuran elevasi pada komponen *girder* | - Bekerja di atas perancah (*scaffolding*)<br>- Penggunaan alat ukur di ketinggian<br>- Metode pembacaan/kalibrasi alat | - Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding*<br>- Alat ukur jatuh ke area bawah jembat<br>- Salah baca data elevasi oleh tim *surveyor* |
| | | Pemasangan angkur sebagai penguat | - Tekanan/putaran mekanis mata bor<br>- Paparan serpihan beton dan debu bor | -Mata bor patah/mengenai besi tulangan<br>- Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan |
| | | Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai | - Kondisi *girder* belum stabil/terikat<br>- Rangka gantungan *sling belt* bebas setelah rilis<br>- Motode komunikasi isyarat ringger dan operator | - *Girder* terguling ke samping<br>- Alat pengait terayun liar pasca dilepas<br>- Miskomunikasi gerak alat (*hoist*) |

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | - Celah kosong/terbuka di antara bentang girder<br>- Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan<br>- Beban struktur sebelum beton mengeras (*curing*). | - Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder*<br>- Bekisting *diafragma* jebol saat pengecoran<br>- Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur |

Berdasarkan hasil verifikasi komprehensif terhadap urutan langkah kerja yang telah divalidasi oleh Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pembaruan dan penyesuaian pada identifikasi potensi bahaya. Evaluasi ulang terhadap potensi bahaya ini mutlak dilakukan pada dokumen *form* CSA yang telah disusun, guna memastikan seluruh risiko dilokasi proyek telah terpedakan secara akurat sesuai dengan kondisi langsung di lapangan.

### 5.3.4 Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Pekerjaan *Erection Girder* Setelah Verifikasi

Pada tahap perbaikan dokumen melalui arahan dan evaluasi dari Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan, dilakukan peninjauan ulang terhadap aspek-aspek risiko dan bahaya kerja. Hasil evaluasi menunjukkan adanya beberapa indikator potensi bahaya dan risiko relevan di lapangan yang belum teridentifikasi pada draf awal. Selain melakukan penambahan item bahaya dan risiko baru tersebut, tim ahli juga merekomendasikan untuk mempertahankan poin-poin potensi bahaya dan risiko sebelumnya yang dinilai masih esensial. Rincian mengenai hasil penyempurnaan dan bembaruan daftar identifikasi potensi bahaya tersebut dipaparkan dan ditandai dengan tulisan berwarna hijau pada Tabel 5.4 dibawah ini.

**Tabel 5. 4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan<br>- Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.<br>- Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja<br>- Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja<br>- Risiko human error yang memicu kegagalan operasional |
| | | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif<br>- Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.<br>- Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan |
| | | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.<br>- Pengangkutan beban material barikade secara manual | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.<br>- Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan Pekerjaan Persiapan* | *Lanjutan Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.* | - Area blind spot kendaraan<br>- Pencahayaan minim | - Pekerja tertabrak akibat berada diarea blind spot<br>- Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan |
| | | Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. | - Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur<br>- Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan | - Terganggunya kelancaran arus lalu lintas<br>- Konflik/gesekan dengan pengguna jalan. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan. | - Bekerja di ketinggian<br>- Adanya material besi berat yang belum terikat kuat<br>- Ketidakstabilan sambungan struktur sementara | - Pekerja jatuh dari ketinggian<br>- Tertimpa/kejatuhan material<br>- Struktur roboh/*kolaps* |
| | | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan. | - Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan<br>- Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik | - Tersengat aliran Listrik (*korsleting*)<br>- Terkena semburan cairan hidrolik |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan Persiapan Alat Launcher* | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat<br>- Warga menerobos masuk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga |
| 3 | Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | Memosisikan *hook block launcher* tepat secara vertikal di atas balok girder yang akan dipasang | - Beban menggantung<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Komponen mekanis yang bergerak (*trolley*) | - Pekerja tertimpa atau terkena hantaman alat kait yang berayun<br>- Pekerja terjatuh dari ketinggian<br>- Pekerja terjepit struktur pergerakan *trolley*<br>- Benturan alat kair dengan balok girder |
| | | Pemasangan instalasi *lifting sling belt* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi sesuai perhitungan beban. | - Ttitik Jepit<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Permukaan licin dan sempit | - Cedera otot<br>- Kegagalan struktur angkat<br>- Pekerja terjepit tangan /jari saaat pemasangan *pin shackle*<br>- Pekejra terjatuh dari atas badan *girder* |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | Pemeriksaan ulang kuncian dan konfigurasi alat pengikat (*rigging*) untuk memastikan tidak ada celah keamanan sebelum beban diangkat. | - Bekerja di ketinggian<br>- Pergerakan/ketegangan tidak sengaja pada alat pengikat<br>- Kondisi fisik material pengikat | - Pekerja terjatuh dari ketinggian<br>- Tangan pekerja terjepit akibat pergerakan tiba-tiba<br>- Luka gores pada tangan dari serabut kawat baja<br>- Kegagalan deteksi kuncian longgar yang memicu *girder* jatuh saat diangkat |
| 4 | Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | Melakukan pengangkatan vertikal awal (*jacking*/*lifting*) setinggi kurang lebih 10–30 cm dari landasan tanah untuk menguji keseimbangan balok *girder*. | - Balok *girder* beton yang mulai menggantung di udara<br>- Ketidakseimbangan beban<br>- Tegangan tinggi pada alat pengikat<br>- Kegagalan fungsi hidrolik mesin angkat | - Balok *girder* miring karena tidak seimbang<br>- Kegagalan alat pengikat (*sling* putus)<br>- Benturan keras girder kembali ke landasan jika rem gagal<br>- Paparan hempasan akibat kegagalan alat angkat |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | Menahan posisi *girder* sejenak (uji statis) untuk memastikan *rem winch launcher* dan *sling* bekerja dengan sempurna. | - Beban statis berkapasitas besar<br>- Akumulasi energi pada sistem rem winch<br>- Regangan puncak pada sling | - Rem winch selip/blong (*girder* jatuh)<br>- Alat pengikat (*sling*) putus akibat kelelahan material |
| | | Memastikan kondisi lingkungan aman (kecepatan angin normal) sebelum melanjutkan pengangkatan penuh ke elevasi jembatan | - Faktor Cuaca (kecepatan angin di ketinggian)<br>- Elevasi jembatan yang tinggi<br>- Visibilitas buruk saat isnpeksi lingkungan | - *Girder* berayun tak terkendali akibat hempasan angin<br>- Kegagalan stabilitas struktur launcher akibat gaya lateral angin<br>- Miskomunikasi antar pekerja akibat cuaca buruk |
| 5 | Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* | Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *Erection* | - Titik jepit pin/*shackle*<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Posisi pemasangan tidak presisi | - Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci<br>- Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*<br>- Komponen angkat slip akibat salah posisi<br>- Kerusakan/retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher* | - Tegangan tinggi *sling* dan beban masif<br>- Faktor cuaca (embusan angin kencang)<br>- Kerusakan/keausan sistem mekanis | - *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh<br>- *Girder* berayun akibat embusan angin kuat<br>- Kegagalan sistem hidrolik atau mesin hoist |
| | | *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder* | - Jarak bebas muatan sempit<br>- Ketidakselarasan jalur rel | - *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan<br>- Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak |
| | | Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad* | - Sisa material bebas di atas struktur<br>- Beban masif di atas bantalan karet<br>- Titik jepit bawah beton | - Material jatuh menimpa area di bawah *launcher*<br>- *Bearing pad* bergeser atau rusak<br>- Tangan pekerja terjepit |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pengukuran elevasi pada komponen *girder* | - Bekerja di atas perancah (scaffolding)<br>- Penggunaan alat ukur di ketinggian<br>- Metode pembacaan/kalibrasi alat | - Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding*<br>- Alat ukur jatuh ke area bawah jembat<br>- Salah baca data elevasi oleh tim *surveyor* |
| | | Pemasangan angkur sebagai penguat | - Tekanan/putaran mekanis mata bor<br>- Paparan serpihan beton dan debu bor | -Mata bor patah/mengenai besi tulangan<br>- Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan |
| | | Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai | - Kondisi *girder* belum stabil/terikat<br>- Rangka gantungan sling belt bebas setelah rilis<br>- Motode komunikasi isyarat ringger dan operator | - *Girder* terguling ke samping<br>- Alat pengait terayun liar pasca dilepas<br>- Miskomunikasi gerak alat (hoist) |

**Lanjutan Tabel 5.4 Potensi Bahaya dan Risiko Setelah Verifikasi**

| No | **Pekerjaan** | **Uraian Pekerjaan** | **Potensi Bahaya** | **Potensi Risiko** |
|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | - Celah kosong/terbuka di antara bentang girder<br>- Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan<br>- Beban struktur sebelum beton mengeras (*curing*). | - Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder*<br>- Bekisting *diafragma* jebol saat pengecoran<br>- Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur |

*Warna hijau pada tulisan merupakan koreksi dari hasil verifikasi oleh Ahli K3

Instrumen penelitian pada Tabel 5.4 mengalami rekonstruksi serta revisi secara menyeluruh pada poin nomor 3 dan nomor 4 berdasarkan hasil evaluasi mendalam dan validasi oleh Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan. Perubahan besar tersebut mencakup kolom jenis pekerjaan, uraian pekerjaan, potensi bahaya dan risiko. Sekuens kerja pada draf awal sebenarnya dirancang menggunakan asumsi adanya proses pemuatan (*loading*) dan mobilisasi menggunakan Truk Trailer Multi-Axle. Meskipun demikian, hasil tinjauan dari HSE Konsultan menunjukkan bahwa seluruh tahapan logistik tersebut tidak sesuai dengan metode pelaksanaan aktual di area proyek jembatan.

Draf pekerjaan nomor 3 diubah total menjadi tahapan Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat sebagai langkah perbaikan atas rekomendasi Bapak Ali Tugiono S. Tr. Kes. Pergeseran ini diikuti dengan penyesuaian menyeluruh pada kolom uraian pekerjaan yang difokuskan pada penempatan *hoist launcher*, instalasi *lifting sling belt*, serta peninjauan ulang sistem pengikat (*rigging*). Implikasi dari perubahan aktivitas tersebut juga memicu pembaruan total pada kolom potensi bahaya dan risiko seperti risiko pekerja terjepit saat pemasangan alat kait, terjatuh dari atas badan girder, risiko komponen pengikat lepas.

Keselarasan revisi ini diterapkan pula pada pekerjaan nomor 4 melalui eliminasi tahapan mobilisasi yang digantikan secara komprehensif menjadi proses Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban. Seluruh sekuens aktivitas pada kolom kedua diubah menjadi pengujian statis vertikal setinggi 10–30 cm, pengecekan rem *winch*, serta pemantauan parameter kecepatan angin. Penataan ulang sekuens kerja tersebut kemudian diikuti dengan perumusan ulang pada kolom potensi bahaya dan risiko Seluruh rangkaian pembaruan dari ketiga aspek kolom ini ditandai secara visual dengan warna hijau pada lembar instrumen setelah verifikasi

### 5.3.5 Pengendalian Risiko

Tindakan pengendalian risiko diaplikasikan sebagai langkah mitigasi untuk mereduksi atau mengeliminasi potensi bahaya yang telah terdeteksi di tiap fase kerja *erection girder*. Langkah-langkah penanggulangan ini dirumuskan berdasarkan dinamika ancaman di area proyek serta rekam jejak pengalaman dari konstruksi serupa terdahulu. Selain itu, penetapan strategi pengendalian ini turut menyelaraskan dengan regulasi global, yakni standar sistem manajemen K3 ISO 45001:2018 serta pendekatan *Construction Safety Analysis* (CSA).

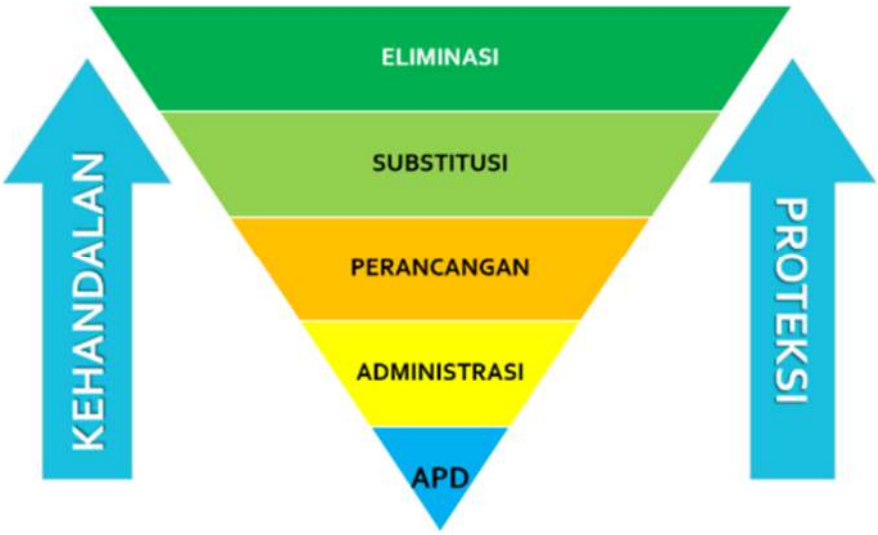
Pelaksanaan manajemen risiko pada aktivitas *erection girder* mengadopsi konsep tata urutan kendali bahaya yang mencakup lima tahapan sistematis. Kelima tahapan tersebut meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknis (*engineering control*), kontrol administratif (*administrative control*), serta penyediaan alat pelindung diri (APD). Urutan ini didesain berdasarkan tingkat efektivitasnya, yang bergerak dari penanganan paling radikal (menghapus akar bahaya) menuju proteksi akhir yang melekat pada tiap individu pekerja.

Tahap eliminasi menjadi opsi paling efektif sebab langsung memutus sumber ancaman. Namun penerapan pada pekerjaan *erection girder* ini tidak diterapkan dikarenakan seluruh proses pengangkatan dan penempatan balok *girder* pada ketinggian adalah prosedur krusial yang tidak dapat dipangkas tanpa menggagalkan konstruksi pada struktur atas. Sementara itu, substitusi berfokus pada penggantian elemen kerja baik material, perangkat, maupun prosedur ke opsi yang lebih aman, seperti mengganti pesawat angkat konvensional yang aus dengan crane bersistem proteksi otomatis. Pada level rekayasa teknis (*engineering control*), intervensi dilakukan melalui proteksi fisik di area kerja, misalnya memasang pembatas zona bahaya, memetakan rute evakuasi, serta memasang fitur keselamatan pada mesin pengangkat.

Untuk pengendalian administratif (*administrative control*), fokusnya bergeser pada tata kelola kerja guna mereduksi durasi paparan

bahaya, yang diimplementasikan lewat kebijakan sistem izin kerja aman (*work permit system*), pelaksanaan *toolbox meeting*, pemasangan rambu-ramu K3, hingga rotasi waktu kerja di zona rawan. Terakhir, Alat Pelindung Diri (APD) berfungsi sebagai perisai final apabila risiko tetap tidak terhindarkan oleh metode-metode sebelumnya. Tenaga kerja diwajibkan mengenakan perlengkapan APD standar yang memadai, seperti helm proyek, *safety shoes*, sarung tangan pelindung, *full body harness*, serta *safety glasses*, sesuai dengan karakteristik ancaman di lapangan.

Implementasi strategi kontrol tersebut wajib dilakukan secara berkesinambungan di area kerja demi menjamin jalannya proses *erection girder* secara aman, efektif, sekaligus selaras dengan regulasi keselamatan kerja yang berlaku pada industri konstruksi. Lebih lanjut, pengaplikasian hierarki kontrol risiko ini berperan penting dalam meminimalkan insiden kecelakaan kerja serta menumbuhkan kesadaran budaya K3 yang lebih kuat di seluruh lingkungan proyek.




**Gambar 5. 2 Hierarki Pengendalian**
(Sumber : ISO Center Indonesia, 2016)

**Tabel 5. 5 Rekapitulasi Potensi Risiko**

| NO | Potensi Bahaya |
|---|---|
| 1 | Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja |
| 2 | Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja |
| 3 | Risiko human error yang memicu kegagalan operasional |
| 4 | Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja. |
| 5 | Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan |
| 6 | Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas. |
| 7 | Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang |
| 8 | Pekerja tertabrak akibat berada diarea blind spot |
| 9 | Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan |
| 10 | Terganggunya kelancaran arus lalu lintas |
| 11 | Konflik/gesekan dengan pengguna jalan. |
| 12 | Pekerja jatuh dari ketinggian |
| 13 | Tertimpa/kejatuhan material |
| 14 | Struktur roboh/*kolaps* |
| 15 | Tersengat aliran Listrik (*korsleting*) |
| 16 | Terkena semburan cairan hidrolik |
| 17 | Pekerja lapangan tertabrak kendaraan |
| 18 | Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat |
| 19 | Warga menerobos masuk ke zona bahaya |
| 20 | Konflik dengan warga |
| 21 | Pekerja tertimpa atau terkena hantaman alat kait yang berayun |
| 22 | Pekerja terjatuh dari ketinggian |

**Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Potensi Risiko**

| NO | Potensi Bahaya |
|---|---|
| 23 | Pekerja terjepit struktur pergerakan *trolley* |
| 24 | Benturan alat kair dengan balok *girder* |
| 25 | Cedera otot |
| 26 | Kegagalan struktur angkat |
| 27 | Pekerja terjepit tangan /jari saaat pemasangan pin *shackle* |
| 28 | Pekejra terjatuh dari atas badan *girder* |
| 29 | Pekerja terjatuh dari ketinggian |
| 30 | Tangan pekerja terjepit akibat pergerakan tiba-tiba |
| 31 | Luka gores pada tangan dari serabut kawat baja |
| 32 | Kegagalan deteksi kuncian longgar yang memicu *girder* jatuh saat diangkat |
| 33 | Balok *girder* miring karena tidak seimbang |
| 34 | Kegagalan alat pengikat (*sling* putus) |
| 35 | Benturan keras *girder* kembali ke landasan jika rem gagal |
| 36 | Paparan hempasan akibat kegagalan alat angkat |
| 37 | Rem *winch* selip/blong (*girder* jatuh) |
| 38 | Alat pengikat (*sling*) putus akibat kelelahan material |
| 39 | *Girder* berayun tak terkendali akibat hempasan angin |
| 40 | Kegagalan stabilitas struktur launcher akibat gaya lateral angin |
| 41 | Miskomunikasi antar pekerja akibat cuaca buruk |
| 42 | Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci |
| 43 | Pekerja terjatuh dari atas badan *girder* |
| 44 | Komponen angkat slip akibat salah posisi |
| 45 | Kerusakan/retak struktural beton |
| 46 | Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* |
| 47 | *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh |

**Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Potensi Risiko**

| NO | Potensi Bahaya |
|---|---|
| 48 | *Girder* berayun akibat embusan angin kuat |
| 49 | Kegagalan sistem hidrolik atau mesin *hoist* |
| 50 | *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan |
| 51 | Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak |
| 52 | Material jatuh menimpa area di bawah *launcher* |
| 53 | *Bearing pad* bergeser atau rusak |
| 54 | Tangan pekerja terjepit |
| 55 | Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding* |
| 56 | Alat ukur jatuh ke area bawah jembat |
| 57 | Salah baca data elevasi oleh tim surveyor |
| 58 | Mata bor patah/mengenai besi tulangan |
| 59 | Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan |
| 60 | *Girder* terguling ke samping |
| 61 | Alat pengait terayun liar pasca dilepas |
| 62 | Miskomunikasi gerak alat (*hoist*) |
| 63 | Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder* |
| 64 | Bekisting diafragma jebol saat pengecoran |
| 65 | Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur |

Pasca-tahap identifikasi bahaya, langkah berikutnya melibatkan perancangan strategi pengendalian dengan mengalkulasi variabel risiko serta peluang potensial yang dapat muncul di area kerja. Upaya mitigasi ini merujuk langsung pada temuan data identifikasi di lapangan dengan prioritas utama meminimalkan probabilitas insiden kecelakaan kerja dan kerugian materiil. Dalam konteks pemasangan balok *girder* (*erection girder*), klaster risiko diklasifikasikan ke dalam empat pemicu utama, yakni aspek tenaga kerja, material, peralatan, serta kondisi lingkungan sekitar. Mengingat setiap klaster memiliki karakteristik bahaya yang unik, maka pola penanganannya pun menuntut pendekatan dan instrumen kontrol yang spesifik. Adapun kategorisasi risiko berdasarkan hasil observasi lapangan pada aktivitas erection girder diuraikan di bawah ini.

1. Dampak paparan operasional terhadap zona publik/masyarakat
2. Kekeliruan dalam prosedur operasional kerja
3. Pelaksanaan aktivitas kerja di atas ketinggian
4. Hambatan aksesibilitas serta blokade jalur lalu lintas
5. Kekeliruan pada proses kalkulasi pengukuran dan inspeksi lapangan
6. Ketidaktepatan pengoperasian serta kalibrasi/pengaturan instrumen alat
7. Insiden tertabrak ataupun tertimpa muatan beban

Detail spesifik mengenai rincian dari setiap kelompok risiko tersebut disajikan di bawah ini.

1. Dampak paparan operasional terhadap zona publik/masyarakat.

   Proses pemasangan balok *girder* (*erection girder*) yang berlokasi dekat dengan kawasan umum menyimpan tingkat risiko bahaya yang signifikan bagi masyarakat luas. Tanpa adanya sistem manajemen kendali yang optimal, serangkaian aktivitas seperti pengangkatan struktur girder, mobilisasi alat berat crane, hingga radius ayunan

material dapat melebihi batas batas perimeter proyek. Keterpaparan operasional ini berisiko memicu insiden kecelakaan yang mengancam keselamatan pengguna jalan maupun warga di sekitar lokasi konstruksi, sehingga pembatasan ketat pada batas tapak kerja menjadi hal yang mutlak dilakukan. Adapun potensi munculnya risiko tersebut dipengaruhi oleh beberapa aspek berikut:

a. Ketiadaan demarkasi atau barikade fisik yang tegas antara zona steril proyek dan kawasan umum.
b. Sistem proteksi keamanan proyek yang dinilai kurang representatif.
c. Pengabaian penerapan radius aman (*buffer zone*) di sekitar titik pengangkatan material.
d. Minimnya upaya edukasi atau sosialisasi berkala kepada komunitas lokal setempat.
e. Pelaksanaan konstruksi di lapangan yang kurang mengindahkan karakteristik lingkungan eksternal.

2. Kekeliruan dalam prosedur operasional kerja

Ketidakpatuhan terhadap instruksi kerja menjadi salah satu faktor pemicu utama insiden kecelakaan pada aktivitas instalasi balok *girder* (*erection girder*). Penyusunan regulasi kerja pada dasarnya ditujukan untuk menjamin bahwa seluruh rangkaian aktivitas berjalan secara teratur, aman, serta terarah. Apabila standardisasi tersebut diabaikan, maka operasional di lapangan akan berlangsung tanpa pengawasan yang memadai, sehingga memperbesar peluang terjadinya kelalaian teknis. Dalam konteks pengerjaan erection *girder*, penyimpangan prosedur ini rawan terjadi mulai dari fase persiapan, pengangkatan beban, pemindahan, hingga pemosisian akhir *girder*. Dampak dari kondisi ini berpotensi memicu kecelakaan kerja yang tidak hanya mengancam jiwa para personel, melainkan juga merusak aset peralatan serta stabilitas lingkungan sekitar

proyek. Adapun kemunculan risiko tersebut umumnya dipicu oleh variabel-variabel berikut:

a. Pengabaian terhadap implementasi metode kerja yang sebelumnya telah disepakati dan disetujui bersama.
b. Kurangnya pemerataan edukasi atau sosialisasi instruksi kerja kepada seluruh elemen pekerja yang bertugas.
c. Rendahnya intensitas pelaksanaan *toolbox meeting* atau pengarahan (*briefing*) K3 sebelum memulai aktivitas harian.
d. Lemahnya fungsi supervisi serta kontrol operasional di lapangan oleh pihak manajemen proyek.
e. Adanya tekanan estimasi target waktu penyelesaian proyek yang memicu dikesampingkannya protokol keselamatan.

3. Pelaksanaan aktivitas kerja di atas ketinggian

Kerja di ketinggian merupakan elemen operasional berisiko tinggi pada metode *erection girder*. Potensi bahaya jatuh langsung mengancam pekerja sewaktu melakukan perakitan *lifting sling belt*, pengikatan beban, ataupun pemosisian struktur *girder*. Dampak kecelakaan jatuh dari ketinggian sangat fatal bisa berujung cacat permanen hingga kematian sehingga manajemen bahaya ini harus ditempatkan sebagai fokus utama di lapangan. Faktor-faktor penyebab terjadinya risiko tersebut meliputi:

a. Alat pengaman dan penahan jatuh yang tersedia masih sangat minim atau tidak layak.
b. Area landasan tempat menapak kerja kondisinya tidak stabil atau terlalu licin
c. Kelalaian pekerja yang mengabaikan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar.
d. Kurangnya kompetensi pekerja akibat minimnya pelatihan keselamatan kerja di ketinggian.

e. Pengaruh faktor alam eksternal, seperti turunnya hujan lebat atau terpaan angin kencang.

4. Hambatan aksesibilitas serta blokade jalur lalu lintas

Hambatan terhadap akses mobilitas umum dan pemblokiran jalur transportasi umum kerap kali tidak terhindarkan pada proyek instalasi balok *girder* (*erection girder*), mengingat besarnya ruang operasional yang diperlukan di lapangan. Apabila penutupan akses jalan tersebut tidak diorganisasi secara matang, dampaknya dapat memicu bahaya kecelakaan lalu lintas serta menghambat rutinitas harian warga setempat. Di samping itu, keadaan ini turut menaikkan kerawanan insiden akibat gesekan langsung antara aktivitas proyek dengan para pengguna jalan di sekitar perimeter konstruksi. Kemunculan risiko lalu lintas tersebut dipengaruhi oleh beberapa variabel berikut:

a. Penyusunan manajemen rekayasa lalu lintas (*traffic management*) yang dinilai kurang optimal.
b. Pelaksanaan penutupan jalur tanpa adanya jalinan koordinasi dengan lembaga atau instansi berwenang terkait.
c. Minimnya pemasangan rambu peringatan darurat serta keterbatasan jumlah personel pengatur arus kendaraan di lapangan.
d. Keterbatasan ketersediaan lahan atau radius kerja yang memadai di sekeliling site proyek.
e. Rendahnya tingkat kepatuhan para pengendara atau pengguna jalan terhadap skema pengalihan arus lalu lintas sementara.

5. Kekeliruan pada proses kalkulasi pengukuran dan inspeksi lapangan

Ketidakakuratan dalam kalkulasi dimensi serta proses peninjauan berisiko memicu deviasi atau ketidaksesuaian pada pemasangan struktur *girder* maupun elemen pendukungnya. Perolehan data ukur yang kurang valid serta pelaksanaan evaluasi fisik yang tidak komprehensif berpotensi mengakibatkan dislokasi posisi *girder*,

penurunan stabilitas struktural, hingga eskalasi potensi kecelakaan kerja. Oleh sebab itu, agenda survei pengukuran dan inspeksi teknis memegang kontribusi yang sangat krusial dalam memproteksi aspek keselamatan sekaligus menjaga mutu output pengerjaan *erection girder*. Munculnya ancaman risiko kegagalan ini melingkupi beberapa indikator berikut:

a. Pengoperasian instrumen ukur yang belum melalui proses kalibrasi secara berkala.
b. Kekeliruan dalam menafsirkan atau membaca angka hasil survei pengukuran oleh personel terkait.
c. Rendahnya kapasitas kompetensi teknis serta jam terbang dari personel yang bertugas melakukan inspeksi.
d. Ketiadaan verifikasi atau pemeriksaan ulang (*re-check*) sebelum fase operasional *erection* dimulai.
e. eterbatasan alokasi waktu yang berdampak pada ketidaklengkapan pelaksanaan proses audit evaluasi di lapangan.

6. Ketidaktepatan pengoperasian serta kalibrasi/pengaturan instrumen alat

Ketidaktepatan dalam pengoperasian serta konfigurasi alat berat menjadi variabel risiko yang sangat krusial dalam aktivitas *erection girder*, sebab seluruh rangkaian prosesnya mengandalkan sistem pengangkatan bermuatan masif. Pemanfaatan perangkat seperti *crane*, *lifting sling belt*, *sling*, *shackle*, hingga *hook* diwajibkan selalu patuh terhadap instruksi spesifikasi teknis dan batas daya angkut maksimum yang diizinkan. Apabila terjadi kekeliruan saat menyetel atau mengoperasikan instrumen tersebut, maka keseimbangan muatan dapat terganggu dan memicu naiknya probabilitas kegagalan pada sistem katrol angkat. Implikasi dari deviasi teknis ini dapat menyebabkan muatan terlepas, kerusakan mekanis pada alat, hingga mengancam keselamatan para pekerja di

area lapangan. Kemunculan risiko kegagalan fungsi ini dilatarbelakangi oleh beberapa aspek berikut:

a. Pemakaian unit alat berat angkat yang melampaui atau tidak sejalan dengan kapasitas tonase balok girder.
b. Pengaturan posisi (*setting*) *crane* dan struktur *lifting sling belt* yang kurang presisi atau menyimpang dari buku manual pabrikan.
c. Kekeliruan teknis saat merakit atau memasang komponen pembantu seperti *sling*, *shackle*, serta *hook*.
d. Pengabaian terhadap prosedur uji berkala atau inspeksi kelayakan operasional alat sebelum diterjunkan ke lapangan.
e. Kondisi fisik peralatan kerja yang telah mengalami keausan atau dikategorikan tidak layak operasi.

7. Insiden tertabrak ataupun tertimpa muatan beban

Potensi bahaya kejatuhan atau benturan akibat material muatan dikategorikan sebagai salah satu dampak paling fatal dalam operasional pengerjaan *erection girder*. Mengingat struktur girder dan komponen lain yang dimobilisasi memiliki tonase yang sangat masif, malafungsi pada sistem mekanis pengangkat ataupun kecerobohan prosedur kerja dapat menimbulkan konsekuensi yang amat serius. Kerawanan terhadap ancaman ini mengintai para personel yang berada tepat di kolong area kerja maupun di sekitar perimeter pengangkatan material. Pemicu utama dari munculnya risiko fatal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

a. Kerusakan fungsi (*failure*) pada unit mesin pengangkat ataupun sistem perkabelan (*rigging*).
b. Kekeliruan dalam metode pengikatan serta penguncian stabilitas muatan barang.
c. Pergerakan ayunan beban yang kehilangan kendali akibat faktor terpaan angin atau kesalahan manuver alat.

d. Lemahnya koordinasi komunikasi antara pihak operator crane dengan petugas pemandu (*rigger*) di lapangan.
e. Posisi keberadaan pekerja yang memasuki zona rawan jatuhnya material (*falling zone*).

### 5.3.6 Tindakan Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi

Merujuk pada hasil analisis bahaya dan penilaian risiko sebelumnya, perumusan langkah kendali yang sistematis wajib diterapkan untuk memastikan pengerjaan *erection girder* berlangsung aman dan sesuai standar keselamatan. Sistem kontrol ini menjadi tolok ukur implementasi lapangan agar ancaman bahaya dapat ditekan lewat tindakan preventif, proteksi, serta pengawasan intensif. Manajemen risiko ini juga menjadi instrumen penting untuk melindungi keselamatan kru, mencegah kecelakaan kerja, dan menjaga kelancaran alur instalasi *girder* mulai dari persiapan alat berat, proses *lifting*, mobilisasi beban, hingga penempatan akhir di atas *pier*. Maka dari itu, subbab ini menyajikan poin-poin penanganan yang dirumuskan berdasarkan derajat risiko, aspek lingkungan proyek, dan standar operasional, yang selanjutnya dipetakan dalam Tabel 5.6 pengendalian risiko berikut.

**Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | Melakukan *skrining* kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan<br>- Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.<br>- Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja<br>- Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja<br>- Risiko human error yang memicu kegagalan operasional | - Wajib tes tensi dan screening fisik harian (*Daily Health Check*).<br>- Berlakukan sistem *Fit to Work* (pekerja sakit dilarang masuk area kerja).<br>- Sediakan obat-obatan darurat di pos P3K lapangan.<br>- Lakukan rotasi kerja dan pastikan jam istirahat cukup |
| | | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif<br>- Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.<br>- Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan | - Gunakan pengeras suara (*megaphone*) agar instruksi terdengar jelas.<br>- Lakukan sesi tanya jawab singkat untuk memastikan pekerja paham tugasnya. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan Persiapan | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.<br>- Pengangkutan beban material barikade secara manual<br>- Area blind spot kendaraan<br>- Pencahayaan minim | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.<br>- Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang<br>- Pekerja tertabrak akibat berada diarea blind spot<br>- Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan | - Gunakan teknik angkat material yang benar (ergonomis).<br>- Wajib pakai rompi reflektif (*high-visibility vest)*<br>- Tugaskan petugas pengatur lalu lintas *(flagman)* selama pemasangan.<br>- Pasang rambu peringatan awal dari jarak aman sebelum area kerja<br>- Pasang lampu penerangan tambahan |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan Persiapan | Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. | - Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur<br>- Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan | - Terganggunya kelancaran arus lalu lintas<br>- Konflik/gesekan dengan pengguna jalan. | - Koordinasi dengan Dishub dan Satlantas setempat terkait skenario rekayasa jalan.<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator.<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan. | - Bekerja di ketinggian<br>- Adanya material besi berat yang belum terikat kuat<br>- Ketidakstabilan sambungan struktur sementara | - Pekerja jatuh dari ketinggian<br>- Tertimpa/kejatuhan material<br>- Struktur roboh/*kolaps* | - Wajib memasang *lifel*ine (tali pengaman) dan memastikan pekerja mengaitkan *full body harness* dengan benar selama berada di ketinggian. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Persiapan Alat *Launcher* | *Lanjutan Merakit struktur besi alat launcher di atas tiang jembatan.* | | | - Memasang jaring pengaman (*safety net*) di bawah struktur tiang untuk menahan material jatuh.- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial.<br>- Memasang *temporary bracing* (pengaku sementara) yang kuat pada sambungan besi guna mencegah struktur roboh sebelum dikunci permanen. |
| | | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan. | - Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan<br>- Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik | - Tersengat aliran Listrik (*korsleting*)<br>- Terkena semburan cairan hidrolik | - Gunakan APD isolasi (sarung tangan karet)<br>- Terapkan LOTO (*lockout/Tagout*) saat inspeksi panel<br>- Pastikan kabel *grounding* aman |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Persiapan Alat *Launcher* | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah<br>- Akses zona steril terbuka<br>- Minimnya pengawasan | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat<br>- Warga menerobos masuk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga | - Pasang pagar, barikade, dan rambu peringatan yang jelas<br>- Pastkan area di bawah bersih dan steril total dari aktivitas publik<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator.<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi. | - Titik jepit mekanis saat mengunci komponen pin<br>- Akses kerja di atas permukaan *girder* yang sempit dan tinggi<br>- Mekanisme punguncian *lifting frame* yang tidak sempurna | - Pekerja terjepit tangan atau jari<br>- Pekerja terjatuh dari atas *girder*<br>- Kegagalan angkat akibat *lifting frame* terlepas saat beban diangkat | - Wajib memakai sarung tangan (*safety gloves*) harian.<br>- Gunakan tangga atau perancah portabel yang stabil untuk akses.<br>- Wajib mengaitkan *full body harness* di area aman jika bekerja di atas *girder*.<br>- Pastikan pin *lifting frame* terpasang penuh dan dikunci *cotter pin* (pin pembelah). |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pemindahan dan pengangkatan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*. | - Tegangan tinggi pada kabel *sling* beban berat<br>- Beban gantung yang terkena hembusan angin | - Kabel *sling* putus<br>- *Girder* berayun liar secara tidak terkendali | - Melakukan inspeksi fisik kelayakan kabel *sling* sebelum digunakan dan memastikan kapasitas aman (*Safe Working Load*) terpenuhi.<br>- Mensterilkan area di bawah lintasan angkat (*red zone*) dari pekerja.<br>- Memantau kecepatan angin secara berkala dan menghentikan pekerjaan jika melebihi batas aman operasional. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Penguncian dan pengikatan (*lashing*) *girder* pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi. | - Berada di bawah radius atau jalur ayunan material berat<br>- Posisi *girder* diatas sasis truk sebelum terikat dengan kuat<br>- Ikatan rantai atau tali yang kehilangan ketegangan | - Pekerja tertimpa material/beban di bawah radius angkat<br>- *Girder* terguling dari sasis truk<br>- Muatan *girder* bergeser Atau lepas selama perjalanan akibat rantai kendur | - Sterilisasi area radius angkat dan melarang pekerja berada di zona jepit sasis sebelum ikat selesai.<br>- Menggunakan rantai baja (*lashing chain*) dan *load binder* bersertifikat layak pakai.<br>- Melakukan inspeksi dan pengencangan ulang (*retightening*) rantai secara berkala di sepanjang rute perjalanan.<br>- Menerapkan batas kecepatan maksimal aman bagi Truk Trailer selama mobilisasi. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan *girder* setelah posisi muatan dipastikan aman | - Titik jepit mekanis pada alat pengait<br>- Metode komunikasi isyarat tangan/radio yang tidak sinkron | - Pekerja terjepit alat pengait crane<br>- Terjadinya miskomunikasi antara aba-aba yang disampaikan *rigger* dan operator crane, yang memicu pergerakan yang keliru hingga berujung pada kecelakaan. | - Wajib menggunakan sarung tangan pelindung mekanis (*impact gloves*) selama pelepasan alat.<br>- Menetapkan satu *rigger* tunggal sebagai pemberi aba-aba via radio HT khusus yang steril.<br>- Menggunakan alat bantu penarik/pendorong (*push-pull stick*) agar tangan pekerja berada di zona aman dari titik jepit. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Mobilisasi *Girder* | Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection* | - Daya dukung tanah/jalan yang labil<br>-Hambatan ruang publik akibat dimensi kendaraan yang sangat besar | - Jalan amblas<br>- Truk terbalik/terguling<br>- Terganggunya kelancaran arus lalu lintas atau antrean kendraan yang panjang | - Lakukan survei rute terlebih dahulu (*Route Survey*) untuk memastikan kekuatan jalan dan clearance atas.<br>- Hindari mobilisasi pada jam padat lalu lintas (*peak hours*).<br>- Menerapkan batas kecepatan rendah konstan (maksimal 20 km/jam) untuk menjaga stabilitas muatan. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Mobilisasi *Girder* | Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan di area *erection* | - Kondisi permukaan landasan yang berlumpur dan licin<br>- Keterbatasan jarak pandang pengemudi saat truk mundur | - Roda truk slip/tergelincir<br>- Pekerja terserempet/terjepit | - Wajib menunjuk petugas pemandu (*flagman*/*spotter*) bersertifikat saat truk mundur.<br>- Gunakan peluit dan rompi reflektif untuk komunikasi isyarat visual.<br>- Pastikan area landasan parkir dilapisi plat baja (*steel bed*) jika tanah lembek. |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | - Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *Erection* | - Titik jepit pin/*shackle*<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Posisi pemasangan tidak presisi | - Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci<br>- Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*<br>- Komponen angkat slip akibat salah posisi<br>- Kerusakan/retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* | - Menetapkan zona bebas tangan (*no-hand zone*)<br>- Memastikan pekerja menjaga jarak aman saat alat berat beroperasi<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubung komunikasi dengan operator *launcher*<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *( Lanjutan Pemasangan lifting frame pada girder di lokasi pekerjaan Erection)* | | | - Memeriksa kelayakan dan kondisi fisik tali *sling* sebelum digunakan<br>- Memastikan beban *girder* sesuai kapasitas *sling* serta melakukan inspeksi rutin alat angkat dan mencatatnya pada checklist K3 |
| | | - Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher* | - Tegangan tinggi sling dan beban masif<br>- Faktor cuaca (embusan angin kencang)<br>- Kerusakan/keausan sistem mekanis | - *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh<br>- *Girder* berayun akibat embusan angin kuat<br>- Kegagalan sistem hidrolik atau mesin hoist | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat)<br>- Mengaktifkan alarm peringatan selama aktivitas pengangkatan berjalan |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *( Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pengangkatan girder dengan menggunakan alat launcher)* | | | - Melarang keras pekerja berada langsung di bawah beban yang menggantung<br>- Menerapkan sistem pembatasan akses serta memasang tanda zona bahaya tinggi<br>- Berkomunikasi sebelum pengangkatan dan menunjuk satu *signalman* sebagai penghubung operator dengan *rigger*<br>- Menerapkan SOP larangan menyentuh beban bagi seluruh pekerja |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder* | - Jarak bebas muatan sempit<br>- Ketidakselarasan jalur rel | - *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan<br>- Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak | - Memasang lampu indikator dan alarm suara pada *launcher* yang bergerak sebagai penanda<br>- Menetapkan zona larangan serta memberi tanda batas wilayah pergerakan alat<br>- Memasang barrier di sepanjang lintasan pergeseran *girder*<br>- Memastikan hanya personel berizin resmi yang berada di dalam lokasi kerja |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *( Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder)* | | | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat )<br>- Mengganti komponen *girder* rusak dengan material baru atau hasil perbaikan standar<br>- Memakai tali *anti-slip sling* serta memastikan sudut pengangkatan sesuai regulasi teknis<br>- Memberikan edukasi/sosialisasi kepada warga setempat terkait risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad* | - Sisa material bebas di atas struktur<br>- Beban masif di atas bantalan karet<br>- Titik jepit bawah beton | - Material jatuh menimpa area di bawah *launcher*<br>- *Bearing pad* bergeser atau rusak<br>- Tangan pekerja terjepit | - Melarang pekerja menempatkan tangan atau anggota tubuh dicelah antara *girder* dan *bearing pad*<br>- Melarang keras siapapun berada di area bawah saat proses angka.<br>- Memasang barrier di sepanjang jalur perlintasan *girder*<br>- Memastikan hanya pekerja berizin yang berada di zona kerja<br>- Memeriksa kesesuaian desain dudukan *bearing pad* sebelum *girder* diturunkan |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Penempatan girder tepat di atas bearing pad)* | | | - Melakukan inspeksi teknis serta koordinasi tim sebelum memulai penurunan beban<br>- Memasang pagar pembatas dan rambu larangan di sekeliling batas proyek<br>- Memerikan edukasi kepada masyarakat sekitar mengenai risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pengukuran elevasi pada komponen *girder* | - Bekerja di atas perancah (scaffolding)<br>- Penggunaan alat ukur di ketinggian<br>- Metode pembacaan/kalibrasi alat | - Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding*<br>- Alat ukur jatuh ke area bawah jembat<br>- Salah baca data elevasi oleh tim *surveyor* | - Menyediakan *lifeline* serta titik angkur tetap di wilayah pengukuran<br>- Menerapkan izin kerja khusus ketinggian serta menetapkan zona aman pengukuran<br>- Mengadakan *briefing* awal kerja dan pengawasan langsung oleh personel HSE<br>- Memastikan struktur *girder* telah stabil dan terkunci sebelum diukur<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder)* | | | - Melarang pengukuran saat proses instalasi atau penyelarasan posisi *girder* sedang bejalan<br>- Melarang penempatan alat ukur di ujung struktur tanpa adanya pelindung/pengaman.<br>- Memastikan peralatan ukur terkalibrasi dan diposisikan pada landasan yang rata<br>- Menerapkan sistem verifikasi ganda (*double check*) oleh dua personel berbeda terhadap hasil ukur sebelum disetujui |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pemasangan angkur sebagai penguat | - Tekanan/putaran mekanis mata bor<br>- Paparan serpihan beton dan debu bor | -Mata bor patah/mengenai besi tulangan<br>- Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan berada dibawah beban angkat)<br>- Mengoodinasikan rencana kerja antara operator *launcher* dan pekerja lapangan serta memakai kunci spanner bergagang panjang<br>- Mengimplementasikan SOP "*hands free police*" Di sepanjang area instalasi angkur<br>- Mewajibkan penggantian material angkur apabila ditemukan dalam kondisi cacat atau buruk |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai | - Kondisi *girder* belum stabil/terikat<br>- Rangka gantungan *sling belt* bebas setelah rilis<br>- Motode komunikasi isyarat *ringger* dan *operator* | - *Girder* terguling ke samping<br>- Alat pengait terayun liar pasca dilepas<br>- Miskomunikasi gerak alat (hoist) | - Menetapkan area steril tangan *(no-hand zone*)<br>- Menginstruksikan pekerja menjaga jarak aman sewaktu alat berat bekerja<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubing komunikasi dengan operator *launcher*<br>- Memastikan area kerja bersih dari objek tajam serta memeriksa ujung tali *lifting sling belt* tidak rusak atau terbuka |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pelepasan lifting frame dari girder setelah selesai)* | | | - Melakukan inspeksi berkala pada peralatan sebelum dan setelah pengoperasian<br>- Melarang keras pekerja berdiri di atas struktur *girder* tanpa mengenakan tali pengaman<br>- Mewajibkan pemakaian *full body harness* lengkap dengan tali pengaman yang dikaitkan pada titik angkur tetap<br>- Menggunakan *full body harness* serta memeriksa keandalan dan akurasi ikatan pengunci secara teliti |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pelepasan lifting frame dari girder setelah selesai)* | | | - Memberlakukan batas area steril di sekeliling wilayah pergerakan beban dan memastikan hanya pekerja berizin resmi yang boleh masuk<br>- Mewajibkan seluruh pekerja mengenakan *full body harness*, sepatu keselamatan, serta helm pelindung kepala<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap selama proses pekerjaan |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | - Celah kosong/terbuka di antara bentang girder<br>- Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan<br>- Beban struktur sebelum beton mengeras (*curing*). | - Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder*<br>- Bekisting diafragma jebol saat pengecoran<br>- Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur | - Menetapkan zona steril tangan *(no-hand zone*)<br>- Mengingatkan seluruh pekerja secara berkala untuk menjaga jarak aman dari alat berat yang sedang bekerja<br>- Menggunakan tali *sling* yang kapasitas angkatnya sesuai dengan berat beban<br>- Melakukan catatan hasil pemeriksaan harian<br>- Memastikan operator dan rigger memahami tentang SOP pengikatan |

**Lanjutan Tabel 5. 6 Pengendalian Risiko Sebelum Verifikasi**

| `No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | Lanjutan Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | | | - Melakukan inspeksi ulang terhadap sambungan sebelum proses penguncian dimulai<br>- Gunakan *shackle* atau clip yang sesuai dengan standar SNI<br>- Melaksanakan pemeriksaan visual dan ganti tali *sling* yang baru jika kerusakannya melebihi batas yang ditentukan |

### 5.3.7 Perbaikan Pengendalian Risiko

Setelah proses pengendalian risiko telah di susun lalu diverifikasikan kepada Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan dari Daya Mulia Turangga (DMT). Proses verifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh langkah mitigasi yang diusulkan telah memenuhi standar regulasi keselamatan kerja yang berlaku serta adaptif terhadap dinamika di lapangan. Melalui peninjauan ahli tersebut, dilakukan beberapa penyempurnaan klausul pengendalian guna meminimalkan celah bahaya secara lebih optimal. Berikut merupakan Tabel 5.7 hasil dari verifikasi.

**Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | Melakukan *skrining* kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan<br>- Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.<br>- Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja<br>- Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja<br>- Risiko *human error* yang memicu kegagalan operasional | - Wajib tes tensi dan screening fisik harian (*Daily Health Check*).<br>- Berlakukan sistem *Fit to Work* (pekerja sakit dilarang masuk area kerja).<br>- Sediakan obat-obatan darurat di pos P3K lapangan.<br>- Lakukan rotasi kerja dan pastikan jam istirahat cukup |
| | | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif<br>- Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.<br>- Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan | - Gunakan pengeras suara (*megaphone*) agar instruksi terdengar jelas.<br>- Lakukan sesi tanya jawab singkat untuk memastikan pekerja paham tugasnya. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan Persiapan | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.<br>- Pengangkutan beban material barikade secara manual<br>- Area blind spot kendaraan<br>- Pencahayaan minim | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.<br>- Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang<br>- Pekerja tertabrak akibat berada diarea blind spot<br>- Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan | - Gunakan teknik angkat material yang benar (ergonomis).<br>- Wajib pakai rompi reflektif (*high-visibility vest)*<br>- Tugaskan petugas pengatur lalu lintas (*flagman)* selama pemasangan.<br>- Pasang rambu peringatan awal dari jarak aman sebelum area kerja |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pekerjaan Persiapan | Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. | - Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur<br>- Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan | - Terganggunya kelancaran arus lalu lintas<br>- Konflik/gesekan dengan pengguna jalan. | - Koordinasi dengan Dishub dan Satlantas setempat terkait skenario rekayasa jalan.<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator.<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan. | - Bekerja di ketinggian<br>- Adanya material besi berat yang belum terikat kuat<br>- Ketidakstabilan sambungan struktur sementara | - Pekerja jatuh dari ketinggian<br>- Tertimpa/kejatuhan material<br>- Struktur roboh/*kolaps* | - Wajib memasang *lifeline* (tali pengaman) dan memastikan pekerja mengaitkan *full body harness* dengan benar selama berada di ketinggian. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Persiapan Alat *Launcher* | *Lanjutan Merakit struktur besi alat launcher di atas tiang jembatan.* | | | - Memasang jaring pengaman (*safety net*) di bawah struktur tiang untuk menahan material jatuh.- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial.<br>- Memasang *temporary bracing* (pengaku sementara) yang kuat pada sambungan besi guna mencegah struktur roboh sebelum dikunci permanen. |
| | | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan. | - Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan<br>- Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik | - Tersengat aliran Listrik (korsleting)<br>- Terkena semburan cairan hidrolik | - Gunakan APD isolasi (sarung tangan karet)<br>- Terapkan LOTO (lockout/Tagout) saat inspeksi panel<br>- Pastikan kabel grounding aman |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Lanjutan* Persiapan Alat *Launcher* | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah<br>- Akses zona steril terbuka<br>- Minimnya pengawasan | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat<br>- Warga menerobos masuk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga | - Pasang pagar, barikade, dan rambu peringatan yang jelas<br>- Pastkan area di bawah bersih dan steril total dari aktivitas publik<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator.<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | Memosisikan *hook block launcher* tepat secara vertikal di atas balok *girder* yang akan dipasang | - Beban menggantung<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Komponen mekanis yang bergerak (*trolley*) | - Pekerja tertimpa atau terkena hantaman alat kait yang berayun<br>- Pekerja terjatuh dari ketinggian<br>- Pekerja terjepit struktur pergerakan *trolley*<br>- Benturan alat kair dengan balok *girder* | - Wajib menggunakan *full body harness* yang dikaitkan pada *lifeline*.<br>- Lakukan pengujian fungsi rem dan *limit switch* sebelum operasi.<br>- Gunakan sistem komunikasi radio (HT) yang jelas antar-operator dan *rigger*.<br>- Menerapkan prosedur *stop-work authority* (penundaan pekerjaan sementara) ketika indikator *anemometer* menunjukkan kecepatan angin diatas batas kriteria aman.<br>(maks. 20 knot). |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | Pemasangan instalasi *lifting sling belt* (rangka angkat) pada titik angkat girder secara presisi sesuai perhitungan beban. | - Ttitik Jepit<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Permukaan licin dan sempit | - Cedera otot<br>- Kegagalan struktur angkat<br>- Pekerja terjepit tangan /jari saaat pemasangan *pin shackle*<br>- Pekejra terjatuh dari atas badan *girder* | - Wajib menggunakan *full body harness*<br>- Wajib menggunakan sarung tangan mekanis<br>- Pastikan semua *shackle* dan *sling* bersertifikat resmi dan sudah diinspeksi pre-ops.<br>- Pasang bantalan di sudut *girder* untuk melindungi beton dari gesekan *sling*.<br>- Terapkan barikade di bawah area kerja radius angkat.<br>- Gunakan sepatu keselamatan dengan sol anti-slip |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat | Pemeriksaan ulang kuncian dan konfigurasi alat pengikat (*rigging*) untuk memastikan tidak ada celah keamanan sebelum beban diangkat. | - Bekerja di ketinggian<br>- Pergerakan/ketegangan tidak sengaja pada alat pengikat<br>- Kondisi fisik material pengikat | - Pekerja terjatuh dari ketinggian<br>- Tangan pekerja terjepit akibat pergerakan tiba-tiba<br>- Luka gores pada tangan dari serabut kawat baja<br>- Kegagalan deteksi kuncian longgar yang memicu girder jatuh saat diangkat | - Wajib menggunakan *full body harness*<br>- Wajib menggunakan sarung tangan mekanis<br>- Lakukan cek visual detail kuncian.<br>- Terapkan uji angkat awal (*trial lift*).<br>- Tempatkan *flagman* pensteril area. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | Melakukan pengangkatan vertikal awal (*jacking*/*lifting*) setinggi kurang lebih 10–30 cm dari landasan tanah untuk menguji keseimbangan balok *girder*. | - Balok girder beton yang mulai menggantung di udara<br>- Ketidakseimbangan beban<br>- Tegangan tinggi pada alat pengikat<br>- Kegagalan fungsi hidrolik mesin angkat | - Balok *girder* miring karena tidak seimbang<br>- Kegagalan alat pengikat (*sling* putus)<br>- Benturan keras *girder* kembali ke landasan jika rem gagal<br>- Paparan hempasan akibat kegagalan alat angkat | - Menerapkan prosedur *hold point* (tahan beban 5–10 menit) untuk menguji kestabilan sistem angkat secara visual.<br>- Menempatkan balok bantalan pengaman (*cribbing*) di bawah *girder* guna meredam benturan jika terjadi kegagalan rem.<br>-Mensterilkan area radius angkat (*red zone*) dari seluruh personel selama pengujian beban berlangsung. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | Menahan posisi *girder* sejenak (uji statis) untuk memastikan *rem winch launcher* dan *sling* bekerja dengan sempurna. | - Beban statis berkapasitas besar<br>- Akumulasi energi pada sistem rem winch<br>- Regangan puncak pada sling | - Rem winch selip/blong (girder jatuh)<br>- Alat pengikat (*sling*) putus akibat kelelahan material | - Menyiapkan dudukan/ganjal pengaman darurat (*cribbing*) di bawah *girder* selama penahanan beban statis.<br>- Menerapkan isolasi total zona bahaya (*exclusion zone*) di bawah radius angkat dari seluruh personel.<br>- Memastikan *winch* menggunakan sistem rem ganda (*fail-safe brake*) otomatis guna mengantisipasi rem utama blong. |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lanjutan Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban | Memastikan kondisi lingkungan aman (kecepatan angin normal) sebelum melanjutkan pengangkatan penuh ke elevasi jembatan | - Faktor Cuaca (kecepatan angin di ketinggian)<br>- Elevasi jembatan yang tinggi<br>- Visibilitas buruk saat isnpeksi lingkungan | - Girder berayun tak terkendali akibat hempasan angin<br>- Kegagalan stabilitas struktur launcher akibat gaya lateral angin<br>- Miskomunikasi antar pekerja akibat cuaca buruk | - Menerapkan prosedur *stop-work authority* (penundaan pekerjaan sementara) ketika indikator *anemometer* menunjukkan kecepatan angin diatas batas kriteria aman.<br>- Menyepakati kode isyarat visual/peluit cadangan jika komunikasi radio HT terganggu oleh deru angin.<br>- Memasang dan memantau alat pengukur angin (*anemometer*) digital pada struktur tertinggi *launcher*. |

**La`njutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | - Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan e*rection* | - Titik jepit *pin/shackle*<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Posisi pemasangan tidak presisi. | - Pekerja terjepit *pin*/*sackle* pengunci<br>- Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*<br>- Komponen angkat slip akibat salah posisi<br>- Kerusakan/retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* | - Menetapkan zona bebas tangan (*no-hand zone*)<br>- Memastikan pekerja menjaga jarak aman saat alat berat beroperasi<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubung komunikasi dengan operator *launcher*<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *( Lanjutan Pemasangan lifting sling belt pada girder di lokasi pekerjaan Erection)* | | | - Memeriksa kelayakan dan kondisi fisik tali *sling* sebelum digunakan<br>- Memastikan beban *girder* sesuai kapasitas *sling* serta melakukan inspeksi rutin alat angkat dan mencatatnya pada checklist K3 |
| | | - Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher* | - Tegangan tinggi *sling* dan beban masif<br>- Faktor cuaca (embusan angin kencang)<br>- Kerusakan/keausan sistem mekanis | - *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh<br>- *Girder* berayun akibat embusan angin kuat<br>- Kegagalan sistem hidrolik atau mesin *hoist* | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat)<br>- Mengaktifkan alarm peringatan selama aktivitas pengangkatan berjalan |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *( Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pengangkatan girder dengan menggunakan alat launcher)* | | | - Melarang keras pekerja berada langsung di bawah beban yang menggantung<br>- Menerapkan sistem pembatasan akses serta memasang tanda zona bahaya tinggi<br>- Berkomunikasi sebelum pengangkatan dan menunjuk satu *signalman* sebagai penghubung operator dengan *rigger*<br>- Menerapkan SOP larangan menyentuh beban bagi seluruh pekerja |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder* | - Jarak bebas muatan sempit<br>- Ketidakselarasan jalur rel | - *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan<br>- Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak | - Memasang lampu indikator dan alarm suara pada *launcher* yang bergerak sebagai penanda<br>- Menetapkan zona larangan serta memberi tanda batas wilayah pergerakan alat<br>- Memasang barrier di sepanjang lintasan pergeseran *girder*<br>- Memastikan hanya personel berizin resmi yang berada di dalam lokasi kerja |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *( Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder)* | | | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat )<br>- Mengganti komponen *girder* rusak dengan material baru atau hasil perbaikan standar<br>- Memakai tali *anti-slip sling* serta memastikan sudut pengangkatan sesuai regulasi teknis<br>- Memberikan edukasi/sosialisasi kepada warga setempat terkait risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad* | - Sisa material bebas di atas struktur<br>- Beban masif di atas bantalan karet<br>- Titik jepit bawah beton | - Material jatuh menimpa area di bawah *launcher*<br>- *Bearing pad* bergeser atau rusak<br>- Tangan pekerja terjepit | - Melarang pekerja menempatkan tangan atau anggota tubuh dicelah antara *girder* dan *bearing pad*<br>- Melarang keras siapapun berada di area bawah saat proses angka.<br>- Memasang barrier di sepanjang jalur perlintasan *girder*<br>- Memastikan hanya pekerja berizin yang berada di zona kerja<br>- Memeriksa kesesuaian desain dudukan *bearing pad* sebelum *girder* diturunkan |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Penempatan girder tepat di atas bearing pad)* | | | - Melakukan inspeksi teknis serta koordinasi tim sebelum memulai penurunan beban<br>- Memasang pagar pembatas dan rambu larangan di sekeliling batas proyek<br>- Memerikan edukasi kepada masyarakat sekitar mengenai risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pengukuran elevasi pada komponen *girder* | - Bekerja di atas perancah (*scaffolding*)<br>- Penggunaan alat ukur di ketinggian<br>- Metode pembacaan/kalibrasi alat | - Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding*<br>- Alat ukur jatuh ke area bawah jembat<br>- Salah baca data elevasi oleh tim *surveyor* | - Menyediakan *lifeline* serta titik angkur tetap di wilayah pengukuran<br>- Menerapkan izin kerja khusus ketinggian serta menetapkan zona aman pengukuran<br>- Mengadakan *briefing* awal kerja dan pengawasan langsung oleh personel HSE<br>- Memastikan struktur *girder* telah stabil dan terkunci sebelum diukur<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder)* | | | - Melarang pengukuran saat proses instalasi atau penyelarasan posisi *girder* sedang bejalan<br>- Melarang penempatan alat ukur di ujung struktur tanpa adanya pelindung/pengaman.<br>- Memastikan peralatan ukur terkalibrasi dan diposisikan pada landasan yang rata<br>- Menerapkan sistem verifikasi ganda (*double check*) oleh dua personel berbeda terhadap hasil ukur sebelum disetujui |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pemasangan angkur sebagai penguat | - Tekanan/putaran mekanis mata bor<br>- Paparan serpihan beton dan debu bor | -Mata bor patah/mengenai besi tulangan<br>- Mata/pernapasan terkena debu dan serpihan | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan berada dibawah beban angkat)<br>- Memeriksa kestabilan pijakan operator bor guna menghindari hentakan balik (kickback) saat mata bor mengenai besi tulangan.<br>- Wajib menggunakan kacamata pelindung (*safety goggles*) yang rapat untuk menahan serpihan beton tajam.<br>- Wajib menggunakan masker respirator/masker debu minimal tipe untuk mencegah infeksi pernapasan akibat debu silika beton |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | - Pelepasan *lifting sling belt* dari *girder* setelah selesai | - Kondisi *girder* belum stabil/terikat<br>- Rangka gantungan *frame* bebas setelah rilis<br>- Motode komunikasi isyarat *ringger* dan operator | - *Girder* terguling ke samping<br>- Alat pengait terayun liar pasca dilepas<br>- Miskomunikasi gerak alat (hoist) | - Menetapkan area steril tangan *(no-hand zone*)<br>- Menginstruksikan pekerja menjaga jarak aman sewaktu alat berat bekerja<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubing komunikasi dengan operator *launcher*<br>- Memastikan area kerja bersih dari objek tajam serta memeriksa ujung tali *lifting sling belt* tidak rusak atau terbuka |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pelepasan lifting sling belt dari girder setelah selesai)* | | | - Melakukan inspeksi berkala pada peralatan sebelum dan setelah pengoperasian<br>- Melarang keras pekerja berdiri di atas struktur *girder* tanpa mengenakan tali pengaman<br>- Mewajibkan pemakaian *full body harness* lengkap dengan tali pengaman yang dikaitkan pada titik angkur tetap<br>- Menggunakan *full body harness* serta memeriksa keandalan dan akurasi ikatan pengunci secara teliti |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | *(Lanjutan Pelepasan lifting sling belt dari girder setelah selesai)* | | | - Memberlakukan batas area steril di sekeliling wilayah pergerakan beban dan memastikan hanya pekerja berizin resmi yang boleh masuk<br>- Mewajibkan seluruh pekerja mengenakan *full body harness*, sepatu keselamatan, serta helm pelindung kepala<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap selama proses pekerjaan |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | - Celah kosong/terbuka di antara bentang *girder*<br>- Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan<br>- Beban struktur sebelum beton mengeras (*curing*). | - Pekerja terjatuh di sela-sela antar-*girder*<br>- Bekisting diafragma jebol saat pengecoran<br>- Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur | - Menetapkan zona steril tangan *(no-hand zone*)<br>- Mengingatkan seluruh pekerja secara berkala untuk menjaga jarak aman dari alat berat yang sedang bekerja<br>- Menggunakan tali *sling* yang kapasitas angkatnya sesuai dengan berat beban<br>- Melakukan catatan hasil pemeriksaan harian<br>- Memastikan operator dan rigger memahami tentang SOP pengikatan |

**Lanjutan Tabel 5. 7 Pengendalian Risiko Setelah Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko | Pengendalian |
|---|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Pekerjaan pemasangan (erection) dan penguncian (bracing) struktur girder)* | Lanjutan Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | | | - Melakukan inspeksi ulang terhadap sambungan sebelum proses penguncian dimulai<br>- Gunakan *shackle* atau clip yang sesuai dengan standar SNI<br>- Melaksanakan pemeriksaan visual dan ganti tali *sling* yang baru jika kerusakannya melebihi batas yang ditentukan |

*Warna hijau pada tulisan merupakan koreksi dari hasil verifikasi oleh Ahli K3

Berdasarkan evaluasi serta validasi dari Ali Tugiono S. Tr. Kes selaku HSE Konsultan, instrumen penelitian dalam Tabel 5.7 pada poin nomor 3 dan 4 telah direkonstruksi secara total. Perubahan besar ini mencakup pembaruan pada kolom jenis pekerjaan, rincian pekerjaan, potensi bahaya dan risiko, serta pengendalian risiko. Awalnya, sekuen kerja draf awal disusun berdasarkan asumsi adanya aktivitas pemuatan (*loading*) serta pengangkutan dengan Truk Trailer Multi-Axle. Akan tetapi, evaluasi dari Ahli K3 menunjukkan bahwa fase logistik tersebut menyimpang dari metode pelaksanaan aktual di lokasi proyek jembatan.

Atas dasar rekomendasi tersebut, draf pekerjaan nomor 3 diubah sepenuhnya menjadi Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat. Langkah perbaikan ini menuntut penyesuaian menyeluruh di kolom uraian kerja dengan fokus pada pemosisian *hoist launcher*, pemasangan *lifting sling belt*, serta pemeriksaan sistem pengikat (*rigging*). Perubahan agenda kerja ini juga berdampak pada pembaruan total kolom risiko, seperti bahaya pekerja terjepit saat memasang pengait, risiko jatuh dari atas girder, dan potensi pengikat yang lepas.

Penyesuaian revisi ini diberlakukan pula pada poin pekerjaan nomor 4 melalui penghapusan tahap mobilisasi, yang diganti dengan tahapan Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban. Seluruh urutan aktivitas di kolom kedua dialihkan menjadi pengujian statis vertikal pada jarak 10–30 cm, pengecekan fungsional rem *winch*, dan monitoring parameter kecepatan angin. Penataan kembali urutan kerja ini dibarengi dengan perumusan ulang kolom bahaya dan risiko. Untuk mempermudah identifikasi, seluruh hasil pembaruan pada ketiga kolom ini ditandai dengan warna hijau pada lembar instrumen setelah diverifikasi.

## 5.4. Formulir *Construction Safety Analysis (*CSA)

Tahap perumusan dokumen *Form Construction Safety Analysis* (CSA) dapat dilaksanakan secara menyeluruh setelah seluruh rangkaian pemetaan ancaman bahaya, evaluasi risiko, dan rekomendasi mitigasi pada setiap fase kerja *erection girder* divalidasi oleh pakar Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Penyusunan lembar kerja CSA ini merujuk secara ketat pada regulasi Permen PUPR No. 10 Tahun 2021, dengan tujuan menjamin bahwa setiap prosedur pengendalian bahaya yang ditetapkan sesuai dengan standar keselamatan kerja nasional. Dokumen CSA yang dihasilkan memuat evaluasi yang rinci, dimulai dari fase paling awal proyek pengangkatan *girder*, seperti pekerjaan persiapan, persiapan alat *launcher*, proses pengikatan (*slinging*) dan persiapan angkat di tempat, pengangkatan awal (*initial lifting*) dan pengondisian beban, hingga fase akhir berupa pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder*). Seluruh urutan kegiatan tersebut ditelaah secara mendalam untuk memastikan bahwa setiap ancaman bahaya terpetakan dengan akurat serta disertai solusi mitigasi yang relevan, efektif, dan presisi di lapangan.

Lembar berikutnya menampilkan tabel CSA hasil verifikasi akhir yang menguraikan keseluruhan siklus *erection girder* secara sistematis, termasuk pemetaan bahaya, tingkat risiko, sampai pada sistem proteksi yang disetujui sebagai dasar pelaksanaan operasional. Melalui mekanisme ini, formulir CSA berfungsi sebagai acuan utama dalam mengendalikan pekerjaan *erection girder* agar dilakukan dalam kondisi aman, terukur, serta patuh terhadap parameter keselamatan proyek. Berdasarkan temuan perbaikan atas identifikasi bahaya dan skema pengendalian risiko tersebut, peninjauan dalam format berkas CSA menjadi suatu kebutuhan yang mutlak. Di bawah ini dilampirkan dokumen CSA untuk aktivitas *erection girder*

**Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Pekerjaan Persiapan | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 19/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ☐ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ☐ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *othe*r |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **A** | **Pekerjaan Persiapan** | | | | | | | |
| 1 | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja | | | | - Wajib tes tensi dan screening fisik harian (*Daily Health Check*).<br>- Sediakan obat-obatan darurat di pos P3K lapangan. | - HSE Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.)* | - Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit. | | | | - Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja | - Berlakukan sistem *Fit to Work* (pekerja sakit dilarang masuk area kerja). | - HSE Officer<br>- Tim Medis |
| | | - Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Risiko *human error* yang memicu kegagalan operasional | | | | - Lakukan rotasi kerja dan pastikan jam istirahat cukup | - Supervisor<br>- HSE Officer |
| 2 | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja. | | | | - Gunakan pengeras suara (*megaphone*) agar instruksi terdengar jelas.<br>- Lakukan sesi tanya jawab singkat untuk memastikan pekerja paham tugasnya. | - Supervisor<br>- HSE Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Melaksanakan safety briefing (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru.)* | - Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan | | | | - Gunakan pengeras suara (*megaphone*) agar instruksi terdengar jelas.<br>- Lakukan sesi tanya jawab singkat untuk memastikan pekerja paham tugasnya. | - Supervisor<br>- HSE Officer |
| 3 | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja. | | | | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas. | - Tugaskan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) selama pemasangan.<br>- Wajib pakai rompi reflektif (*high-visibility vest)* | - Supervisor<br>- Traffic Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja).* | - Pengangkutan beban material barikade secara manual | - Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang | | | | - Gunakan teknik angkat material yang benar (ergonomis).<br>- Gunakan pick-up/mobil operasional untuk mobilisasi barikade jika jarak jauh dan banyak | - Supervisor<br>- HSE Officer |
| | | - Area *blind spot* kendaraan | | | | | - Wajib pakai rompi reflektif<br>- Menugaskan flagman pada area | - Supervisor |
| | | - Pencahayaan minim | | | | - Rambu kurang terlihat jelas risiko terjadinya kecelakaan | - Pasang rambu peringatan awal dari jarak aman sebelum area kerja<br>- Pasang lampu penerangan tambahan | - Supervisor<br>- Traffic Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 4 | Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. | - Volume kendaraan umum yang padat atau penyempitan jalur | | | | - Terganggunya kelancaran arus lalu lintas | - Koordinasi dengan Dishub dan Satlantas setempat terkait skenario rekayasa jalan.<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator. | - Traffic Officer |
| | | -Ketidakpatuhan atau gesekan dengan pengguna jalan | - Konflik/ gesekan dengan pengguna jalan. | | | | - Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. | - Supervisor<br>- Flagman |

**Tabel 5. 9 *Form* CSA Persiapan Alat Launcher Setelah Verifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Persiapan Alat Launcher | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 19/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **B** | **Persiapan Alat Launcher** | | | | | | | |
| 1 | Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan. | - Bekerja di ketinggian | - Pekerja jatuh dari ketinggian | | | | - Wajib memasang *lifeline* (tali pengaman) dan memastikan pekerja mengaitkan *full body harness* dengan benar selama berada di ketinggian. | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 9 *Form* CSA Persiapan Alat Launcher Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Merakit struktur besi alat launcher di atas tiang jembatan.).* | - Adanya material besi berat yang belum terikat kuat | Tertimpa/kejatuhan material | | | | - Memasang jaring pengaman (*safety net*) di bawah struktur tiang untuk menahan material jatuh.<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial. | - Supervisor<br>- Traffic Officer |
| | | - Ketidakstabilan sambungan struktur sementara | | Struktur roboh/*kolaps*. | | | - Memasang *temporary bracing* (pengaku sementara) yang kuat pada sambungan besi guna mencegah struktur roboh sebelum dikunci permanen. | - Supervisor Struktur<br>- Site Engineer |

**Lanjutan Tabel 5. 9 *Form* CSA Persiapan Alat Launcher Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada launcher agar aman digunakan.. | - Kabel listrik yang terbuka atau komponen bertegangan | - Tersengat aliran Listrik (korsleting) | | | | - Gunakan APD isolasi (sarung tangan karet)<br>- Terapkan LOTO (*lockout*/*Tagout*) saat inspeksi panel<br>- Pastikan kabel dan *grounding* aman | - Teknisi Elektrik |
| | | - Adanya tekanan tinggi pada sisitem hidrolik | - Terkena semburan cairan hidrolik | | | | - Gunakan APD yang sesuai (seperti *safety goggles* dan sarung tangan tahan kimia/tekanan). | - Teknisi Mekanik<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 9 *Form* CSA Persiapan Alat Launcher Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat | | | - Warga menerobos masuk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga | - Pasang pagar, barikade, dan rambu peringatan yang jelas<br>- Penempatan petugas pengatur lalu lintas (*flagman*) di titik-titik krusial.<br>- Pastkan area di bawah bersih dan steril total dari aktivitas publik<br>- Pemasangan rambu pengarah, papan informasi jalur alternatif, dan lampu rotator. | - Supervisor<br>- Traffic Officer |

**Tabel 5. 10 *Form* CSA Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat Setelah Verifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Pengikatan dan Persiapan Angkat di Tempat | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 21/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **C** | **Proses Pengikatan (Slinging) dan Persiapan Angkat di Tempat** | | | | | | | |
| 1 | Memosisikan *hook block launcher* tepat secara vertikal di atas balok *girder* yang akan dipasang | - Beban menggantung | - Pekerja tertimpa atau terkena hantaman alat kait yang berayun | | | | - Gunakan sistem komunikasi radio (HT) yang jelas antar-operator dan *rigger*. | - Operator<br>- Rigger |

**Lanjutan Tabel 5. 10 *Form* CSA Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Memosisikan hoist/trolley launcher tepat secara vertikal di atas balok girder yang akan dipasang*) | - Bekerja di ketinggian | - Pekerja terjatuh dari ketinggian | | | | - Wajib menggunakan *full body harness* yang dikaitkan pada *lifeline*.<br>- Menerapkan *stop-work authority* (penundaan pekerjaan sementara) jika kecepatan angin melebihi batas aman (maks. 20 knot). | - HSE Officer<br>- Supervisor |
| | | - Komponen mekanis yang bergerak (*trolley*) | - Pekerja terjepit struktur pergerakan *trolley* | | - Benturan alat kair dengan balok *girder* | | - Lakukan pengujian fungsi rem dan *limit switch* sebelum operasi. | - Operator Launcher<br>- Teknisi Mekanik |

**Lanjutan Tabel 5. 10 *Form* CSA Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Pemasangan instalasi *lifting sling belt* pada titik angkat girder secara presisi sesuai perhitungan beban. | - Ttitik Jepit | - Pekerja terjepit tangan /jari saaat pemasangan pin *shackle*<br>- Cedera otot | - Kegagalan struktur angkat | | | - Pastikan semua *shackle* dan sling bersertifikat resmi dan sudah diinspeksi *pre-ops*.<br>- Wajib menggunakan sarung tangan mekanis | - Rigger<br>- HSE Officer |
| | | - Bekerja di ketinggian | - Pekejra terjatuh dari atas badan *girder* | | | | - Wajib menggunakan *full body harness*<br>- Pasang bantalan di sudut girder untuk melindungi beton dari gesekan *sling*.<br>- Terapkan barikade di bawah area kerja radius angkat. | - Supervisor Lapangan<br>- HSE Officer |
| | | - Permukaan licin dan sempit | | | | | - Wajib menggunakan *full body harness*<br>- Gunakan sepatu keselamatan dengan sol anti-slip | - Supervisor Lapangan<br>- HSE Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 10 *Form* CSA Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | Pemeriksaan ulang kuncian dan konfigurasi alat pengikat (rigging) untuk memastikan tidak ada celah keamanan sebelum beban diangkat. | - Bekerja di ketinggian | - Pekerja terjatuh dari ketinggian | | | | - Wajib menggunakan *full body harness*<br>- Gunakan sepatu keselamatan dengan sol anti-slip | - Rigger<br>- HSE Officer |
| | | - Pergerakan/ketegangan tidak sengaja pada alat pengikat | | - Tangan pekerja terjepit akibat pergerakan tiba-tiba<br>- Kegagalan deteksi kuncian longgar yang memicu girder jatuh saat diangkat | | | - Wajib menggunakan sarung tangan mekanis<br>- Lakukan cek visual detail kuncian.<br>- Terapkan uji angkat awal *(trial lift).*<br>- Tempatkan *flagman* pensteril area. | - Supervisor Lifting<br>- Operator |
| | | - Kondisi fisik material pengikat | - Luka gores pada tangan dari serabut kawat baja | | | | - Wajib menggunakan sarung tangan mekanis | - Rigger |

**Tabel 5. 11 *Form* CSA Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban Setelah Verifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Pegangkatan Awal dan Pengondisian Beban | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 21/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ☑ Helm / *Safety Helm* | ☑ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ☑ Sepatu / *Safety Shoes* | ☐ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ☐ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ☑ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **D** | **Pengangkatan Awal (Initial Lifting) dan Pengondisian Beban** | | | | | | | |
| 1 | - Melakukan pengangkatan vertikal awal (*jacking*/*lifting*) setinggi kurang lebih 10–30 cm dari landasan tanah untuk menguji keseimbangan balok *girder*. | - Balok *girder* beton yang mulai menggantung di udara | | | - Balok *girder* miring karena tidak seimbang | | - Menerapkan prosedur hold point (tahan beban 5–10 menit) untuk menguji kestabilan sistem angkat secara visual. | - Supervisor Lifting<br>- Operator |

**Lanjutan Tabel 5. 11 *Form* CSA Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Melakukan pengangkatan vertikal awal (jacking/lifting) setinggi kurang lebih 10–30 cm dari landasan tanah untuk menguji keseimbangan balok girder.* | - Ketidakseimbangan beban | | | - Balok *girder* miring karena tidak seimbang | | - Menerapkan prosedur hold point (tahan beban 5–10 menit) untuk menguji kestabilan sistem angkat secara visual. | - HSE Officer<br>- Supervisor |
| | | - Tegangan tinggi pada alat pengikat | | - Kegagalat alat pengikat (sling putus) | | | - Mensterilkan area radius angkat (*red zone*) dari seluruh personel selama pengujian beban berlangsung. | - Rigger<br>- HSE Officer |
| | | - Kegagalan fungsi hidrolik mesin angkat | | | - Benturan keras girder kembali ke landasan jika rem gagal | - Paparan hempasan akibat kegagalan alat angkat | - Menempatkan balok bantalan pengaman (*cribbing*) di bawah girder guna meredam benturan jika terjadi kegagalan rem. | - Operator Crane<br>- Supervisor lifting<br>- HSE Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 11 *Form* CSA Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Menahan posisi girder sejenak (uji statis) untuk memastikan rem winch launcher dan sling bekerja dengan sempurna | - Beban statis berkapasitas besar | | - *Rem winch* selip/blong (girder jatuh) | | | - Memastikan *winch* menggunakan sistem rem ganda (*fail-safe brake*) otomatis guna mengantisipasi rem utama blong. | - Teknisi Mekanik<br>- Operator |
| | | - Akumulasi energi pada sistem rem winch | | | - Alat pengikat (*sling*) putus akibat kelelahan material | | - Menyiapkan dudukan/ganjal pengaman darurat (*cribbing*) di bawah *girder* selama penahanan beban statis. | - Supervisor Lapangan |
| | | Regangan puncak pada sling | | | | | - Menerapkan isolasi total zona bahaya (*exclusion zone*) di bawah radius angkat dari seluruh personel. | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 11 *Form* CSA Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban Setelah Verifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | Memastikan kondisi lingkungan aman (kecepatan angin normal) sebelum melanjutkan pengangkatan penuh ke elevasi jembatan | - Faktor Cuaca (kecepatan angin di ketinggian) | | | - Girder berayun tak terkendali akibat hempasan angin | | - Menerapkan *stop-work authority* (penundaan pekerjaan) jika kecepatan angin melebihi batas aman<br>- Memasang dan memantau alat pengukur angin (*anemometer*) digital pada struktur tertinggi *launcher*. | - HSE Officer<br>- Supervisor Lifting |
| | | - Elevasi jembatan yang tinggi | | Kegagalan stabilitas struktur *launcher* akibat gaya lateral angin | | | - Menerapkan *stop-work authority* (penundaan pekerjaan) jika kecepatan angin melebihi batas aman (20 knot) | - HSE Officer<br>- Supervisor Lifting |
| | | Visibilitas buruk saat isnpeksi lingkungan | | | | | - Menyepakati kode isyarat visual/peluit cadangan jika komunikasi radio HT terganggu oleh deru angin. | - Rigger<br>- Operator |

**Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : *Erection Girder* dan *Bracing Girder* | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 25/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | Helm / *Safety Helm* | ✓ | Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | | Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ | Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ | Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | | Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ | Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ | Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | | Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ✓ | Masker | | Baju Kerja Las / *Apron* | | Lain-lain / *othe*r |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **E** | **Pekerjaan Pemasangan (Erection) dan Penguncian (Bracing) Struktur Girder** | | | | | | | |
| 1 | Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection* | - Titik jepit pin/shackle | - Pekerja terjepit pin/sackle pengunci | | | | - Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap<br>- Memastikan posisi tangan di luar titik jepit (*pinch point*) saat memasang pin/shackle dan terapkan instruksi *Line of Fire*. | - Rigger<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection)* | - Bekerja di ketinggian | - Pekerja terjatuh dari atas badan girder | | | | - Menerapkan zona bebas tangan *(no-hand zone)*<br>- Wajib menggunakan *full body harness* | - HSE Officer<br>- Supervisor |
| | | - Posisi pemasangan tidak presisi | | - Komponen angkat slip akibat salah posisi | - Kerusakan /retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting sling belt* | | - Memastikan pekerja menjaga jarak aman saat alat berat beroperasi<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubung komunikasi dengan operator launcher<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap | - Supervisor<br>- Signalman<br>- Operator |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Pemasangan *lifting sling belt* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection)* | (Lanjutan Posisi pemasangan tidak presisi) | | | | | - Memeriksa kelayakan dan kondisi fisik tali *sling* sebelum digunakan<br>- Memastikan beban *girder* sesuai kapasitas *sling* serta melakukan inspeksi rutin alat angkat dan mencatatnya pada checklist K3 | |
| 2 | Pengangkatan girder dengan menggunakan alat launcher | - Tegangan tinggi sling dan beban masif | | - *Sling* putus / *gantry launcher* runtuh | | | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat)<br>- Melarang keras pekerja berada langsung di bawah beban yang menggantung<br>- Menerapkan sistem pembatasan akses serta memasang tanda zona bahaya tinggi | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Pengangkatan girder dengan menggunakan alat launcher) | - Faktor cuaca (embusan angin kencang) | | | - *Girder* berayun akibat embusan angin kuat | | - Mengaktifkan alarm peringatan selama aktivitas pengangkatan berjalan<br>- Berkomunikasi sebelum pengangkatan dan menunjuk satu *signalman* sebagai penghubung operator dengan *rigger* | - Signalman<br>- Operator Launcher |
| | | - Kerusakan /keausan sistem mekanis | | - Kegagalan sistem hidrolik atau mesin hoist | | | - Mengaktifkan alarm peringatan selama aktivitas pengangkatan berjalan<br>- Berkomunikasi sebelum pengangkatan dan menunjuk satu *signalman* sebagai penghubung operator dengan *rigger* | - Teknisi Mekanik<br>- Operator |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | Launcher bergerak memindahkan komponen girder | - Jarak bebas muatan sempit | | | *Girder* menabrak pilar/*pier head* jembatan | | - Memasang lampu indikator dan alarm suara pada *launcher* yang bergerak sebagai penanda<br>- Menetapkan zona larangan serta memberi tanda batas wilayah pergerakan alat<br>- Memasang *barrier* di sepanjang lintasan pergeseran *girder*<br>- Memberlakukan exclusion zone (zona larangan di bawah beban angkat)<br>- Memberikan edukasi/sosialisasi kepada warga setempat terkait risiko bahaya di lokasi proyek | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Launcher bergerak memindahkan komponen girder) | - Ketidakselarasan jalur rel | | - Struktur *launcher* keluar dari jalur rel penggerak | | | - Memasang lampu indikator dan alarm suara pada *launcher* yang bergerak sebagai penanda<br>- Memakai tali *anti-slip sling* serta memastikan sudut pengangkatan sesuai regulasi teknis<br>- Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) | - Teknisi Mekanik<br>- Operator Launcher |
| 4 | Penempatan girder tepat di atas *bearing pad* | - Sisa material bebas di atas struktur | | | | - Material jatuh menimpa area di bawah *launcher* | - Melarang keras siapapun berada di area bawah saat proses angka<br>- Memasang barrier di sepanjang jalur perlintasan *girder* | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| `` No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | | - Beban masif di atas bantalan karet | | - *Bearing pad* bergeser atau rusak | | | - Memeriksa kesesuaian desain dudukan *bearing pad* sebelum *girder* diturunkan<br>- Melakukan inspeksi teknis serta koordinasi tim sebelum memulai penurunan beban | - Supervisor<br>- Tim QC |
| | | - Titik jepit bawah beton | - Tangan pekerja terjepit | | | | - Melarang pekerja menempatkan tangan atau anggota tubuh dicelah antara *girder* dan *bearing pad*<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap<br>- Memastikkan hanya pekerja berizin yang berada di zona kerja | - Supervisor<br>- Rigger |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 5 | Pengukuran elevasi pada komponen girder | - Bekerja di atas perancah (*scaffolding*) | - Pekerja terjatuh dari perancah/*scaffolding* | | | | - Menyediakan *lifeline* serta titik angkur tetap di wilayah pengukuran<br>- Menerapkan izin kerja khusus ketinggian serta menetapkan zona aman pengukuran<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap | - HSE Officer<br>- Scaffolder |
| | | - Penggunaan alat ukur di ketinggian | | - Alat ukur jatuh ke area bawah jembatan | | | - Melarang pengukuran saat proses instalasi atau penyelarasan posisi *girder* sedang berjalan<br>- Melarang penempatan alat ukur di ujung struktur tanpa adanya pelindung/pengaman | - Supervisor<br>- Surveyor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder) | - Metode pembacaan/kalibrasi alat | - Salah baca data elevasi oleh tim *surveyor* | | | | - Memastikan peralatan ukur terkalibrasi dan diposisikan pada landasan yang rata<br>- Menerapkan sistem verifikasi ganda (*double check*) oleh dua personel berbeda terhadap hasil ukur sebelum disetujui | - Surveyor |
| 6 | Pemasangan angkur sebagai penguat | - Tekanan /putaran mekanis mata bor | | | - Mata bor patah/mengenai besi tulangan | | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan berada dibawah beban angkat)<br>- Memeriksa kestabilan pijakan operator bor guna menghindari hentakan balik (*kickback*) saat mata bor mengenai besi tulangan. | - Operator |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | (Lanjutan Pemasangan angkur sebagai penguat) | - Paparan serpihan beton dan debu bor | - Mata/ pernapasan terkena debu dan serpihan | | | | - Wajib menggunakan kacamata pelindung (*safety goggles*) yang rapat untuk menahan serpihan beton tajam.<br>- Wajib menggunakan masker respirator/masker debu minimal tipe N95 (atau yang setara) untuk mencegah infeksi pernapasan akibat debu silika beton | - HSE Officer<br>- Supervisor |
| 7 | Pelepasan *lifting sling belt* dari girder setelah selesai | - Kondisi *girder* belum stabil/terikat | | | - Girder terguling ke samping | | - Menetapkan area steril tangan (*no-hand zone*)<br>- Menginstruksikan pekerja menjaga jarak aman sewaktu alat berat bekerja | - Supervisor<br>- Rigger<br>- HSE Officer |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting sling belt dari girder setelah selesai)* | *(Lanjutan Kondisi girder belum stabil/terikat)* | | | | | - Melarang keras pekerja berdiri di atas struktur *girder* tanpa mengenakan tali pengaman<br>- Memberlakukan batas area steril di sekeliling wilayah pergerakan beban dan memastikan hanya pekerja berizin resmi yang boleh masuk<br>- Mewajibkan seluruh pekerja mengenakan *full body harness*, sepatu keselamatan, serta helm pelindung kepala | |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting sling belt dari girder setelah selesai)* | - Rangka gantungan *sling belt* bebas setelah rilis | | - Alat pengait terayun liar pasca dilepas | | | - Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting sling belt* sewaktu operasi<br>- Memastikan area kerja bersih dari objek tajam serta memeriksa ujung tali *lifting sling belt* tidak rusak atau terbuka<br>- Melakukan inspeksi berkala pada peralatan sebelum dan setelah pengoperasian<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap selama proses pekerjaan | - Supervisor<br>- Teknisi Mekanik |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting sling belt dari girder setelah selesai)* | - Motode komunikasi isyarat ringger dan operator | | - Miskomunikasi gerak alat (hoist) | | | - Menugaskan *signalman* sebagai penghubung komunikasi dengan operator *launcher* | - Signalman<br>- Operator Launcher |
| 8 | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | -Celah kosong/terbuka di antara bentang girder | - Pekerja terjatuh di sela-sela *antar-girder* | | | | - Menetapkan zona steril tangan (*no-hand zone*)<br>- Mewajibkan pekerja yang beraktivitas di dekat celah untuk mengaitkan *double lanyard* dari *full body harness* mereka pada tali pandu keselamatan (*lifeline*) yang terpasang tegang di atas struktur. | - HSE Officer<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan* Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder)* | - Tekanan hidrostatik beton basah pada cetakan | | - Bekisting diafragma jebol saat pengecoran | | | - Melakukan catatan hasil pemeriksaan harian Melakukan catatan hasil pemeriksaan harian<br>- Mengontrol debit dan kecepatan penuangan beton basah agar tidak melebihi kapasitas beban desain cetakan yang memicu lonjakan tekanan hidrostatik. | - Supervisor<br>- QC |
| | | - Beban struktur sebelum beton mengeras (curing) | | | - Keruntuhan parsial akibat beton belum cukup umur | | - Melakukan pengujian sampel beton di laboratorium | - Teknisi Lab<br>- Supervisor |

**Lanjutan Tabel 5. 12 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder* Setelah Vetifikasi**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian Risiko | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *Lanjutan* Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder)* | *(Lanjutan Beban struktur sebelum beton mengeras (curing)* | | | | | - Melakukan pembasahan atau aplikasi *curing compound* secara rutin agar beton mengeras dengan sempurna tanpa mengalami retak susut yang bisa melemahkan kapasitas struktur. | |

Sehingga berdasarkan dari pembuatan *form* CSA hasil analisis dan setelah diverifikasi oleh Bapak Ali Tugiono dan Bapak Farid dari pekerjaan *erection girder* terdapat 5 tahapan pekerjaan. Terdapat kesalahan dalam pembuatan dokumen awal yang dimana sebagai berikut:

1. Urutan pekerjaan *erection girder* nomor 3 mengenai Proses Pemuatan (*Loading*) Girder dinilai kurang representatif terhadap kondisi riil di lokasi penempatan. Koreksi dari ahli K3 kemudian mengubah poin nomor 3 tersebut menjadi Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat. Perubahan ini secara otomatis merevisi keseluruhan uraian pekerjaan, identifikasi potensi bahaya, tindakan pengendalian, hingga aspek analisis pada *form* CSA yang semula mengulas Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* menjadi Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat.
2. Urutan pekerjaan *erection girder* nomor 4 terkait Mobilisasi *Girder* juga dipandang kurang tepat bila diselaraskan dengan situasi aktual di lapangan. Ahli K3 memberikan koreksi yang mengalihkan poin nomor 4 tersebut menjadi Proses Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban. Penyesuaian ini menuntut perombakan total pada seluruh uraian pekerjaan, identifikasi potensi bahaya, tindakan pengendalian, beserta analisis dalam *form* CSA dari yang awalnya berfokus pada Mobilisasi *Girder* menjadi Proses Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) dan Pengondisian Beban.

## 5.5. Pembahasan

Hasil penyusunan formulir CSA (*Construction Safety Analysis*) yang telah melalui proses telaah serta validasi oleh Bapak Ali Tugiono dan wawancara dengan Bapak Farid menunjukkan adanya 5 tahapan pekerjaan beserta 21 uraian pekerjaan pada proyek *erection* komponen *girder* PC-I. Masing-masing siklus kerja tersebut menyimpan karakteristik ancaman bahaya serta eskalasi risiko yang variatif. Atas dasar hal tersebut, pemetaan terhadap indikasi bahaya dan dampak risiko pada tiap deskripsi tugas mutlak diimplementasikan. Langkah ini menjadi dasar krusial dalam merumuskan strategi penanggulangan atau metode kontrol yang presisi, aplikatif, serta berdaya guna tinggi terhadap setiap ancaman yang telah dipetakan sebelumnya.

Melalui tahapan verifikasi pada aktivitas *erection girder*, berhasil dipetakan sebanyak 60 indikasi potensi bahaya serta 65 dampak risiko yang berasal dari 21 urutan kerja. Temuan identifikasi awal memperlihatkan adanya beberapa deskripsi tugas yang dinilai kurang representatif menurut pandangan Pakar K3. Karena itu, dilakukan langkah korektif pada rincian operasional erection *girder* nomor 3, yaitu bagian Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* direkonstruksi menjadi Proses Pengikatan (*Slinging*) dan Persiapan Angkat di Tempat. Penyesuaian sejenis juga diterapkan pada rincian kerja nomor 4, yang semula berupa aktivitas Mobilisasi *Girder* diubah sepenuhnya menjadi Proses Pengangkatan Awal (*Initial Lifting*) serta Pengondisian Beban.

Di sisi lain, rumusan mitigasi bahaya berdasarkan hasil validasi dari Ahli K3 menunjukkan bahwa skema pengendalian yang disarankan lebih banyak menempatkan pemanfaatan Alat Pelindung Diri (APD) sebagai instrumen pengaman utama. Tahap berikutnya disertai penerapan kontrol administratif, rekayasa teknik (*engineering control*), serta tindakan substitusi pada sejumlah segmen pekerjaan yang spesifik. Adapun metode kendali berbasis eliminasi tidak diterapkan dalam pelaksanaan *erection*

*girder* ini karena dikhawatirkan dapat menghambat kontinuitas serta kelancaran alur kerja. Mengingat hal tersebut, opsi pengendalian dengan jenis eliminasi idealnya disiapkan sejak fase perancangan awal proyek, baik melalui modifikasi metode pelaksanaan maupun dengan mengganti tugas yang masih bertumpu pada tenaga manual manusia ke sistem peralatan mekanis yang mampu menghilangkan sumber bahaya secara total..

Penerapan metode pengendalian risiko berbasis rekayasa teknik serta substitusi dilaksanakan secara selektif dengan mempertimbangkan dinamika lingkungan proyek dan karakteristik spesifik yang melekat pada tiap kasus, sebab perbedaan kondisi serta tingkat risiko antar-proyek bersifat sangat unik. Hal ini tampak nyata pada fase pemindahan dan penyelarasan koordinat *girder* menggunakan instrumen pengangkat. Pada tahapan tersebut, pemanfaatan sinyal tangan manual konvensional berpotensi besar menimbulkan miskomunikasi karena keterbatasan sudut pandang (blindspot) dan rendahnya faktor visibilitas, sehingga dapat memicu pergeseran muatan yang tidak tepat dan pada akhirnya berujung kecelakaan fatal. Untuk menekan kemungkinan bahaya tersebut, dilakukan substitusi pada sistem komunikasi operasional melalui penggunaan perangkat radio HT nirkabel khusus dua arah *(Hands-free/Headset Radio)* dengan saluran frekuensi steril, agar setiap instruksi teknis diterima secara presisi tanpa terdistorsi oleh kebisingan yang berasal dari embusan angin.

Adapun, pelaksanaan skema pengendalian administratif dalam operasi erection *girder* ini difokuskan pada upaya memastikan standar kualifikasi kompetensi pekerja serta menerapkan regulasi taktis di wilayah konstruksi. Langkah mitigasi tersebut diterapkan melalui penyelenggaraan pengarahan keselamatan secara berkala (*safety briefing*/*toolbox meeting*) tepat sebelum dimulainya pergantian giliran kerja (shift). Tindakan ini semakin diperkuat oleh penyusunan *Prosedur Operasional Standar* (SOP) komunikasi berlapis, serta sterilisasi area lintasan beban dari kehadiran

personel non-esensial melalui pemasangan barikade pengaman khusus (red zone) pada sepanjang radius jangkauan angkat.

Sebagai lapisan terakhir dalam hierarki pengendalian risiko (last line of defense), penyediaan dan penerapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib diimplementasikan untuk melindungi tubuh pekerja secara langsung ketika metode rekayasa teknik maupun kontrol administratif masih menyisakan risiko sisa (residual risk). Misalnya, pada pekerjaan di elevasi tinggi serta aktivitas penguatan struktural ini, seluruh personel yang bertugas harus mengenakan *Full Body Harness* yang dilengkapi sistem tali ganda (*double lanyard*). Perangkat tersebut perlu dipasang secara tepat pada tali pengaman (*lifeline*) agar risiko dampak fatal akibat insiden jatuh dari ketinggian dapat dieliminasi. Dengan pendekatan ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa upaya menurunkan potensi bahaya dalam suatu aktivitas konstruksi memerlukan skema pengendalian yang menyeluruh, berlapis, serta responsif terhadap perubahan kebutuhan maupun kondisi nyata kerja di lapangan.

# BAB VI
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 6.1. Kesimpulan

Mengacu pada hasil evaluasi dan tinjauan yang telah dijabarkan dalam bab 5 mengenai studi keselamatan kerja konstruksi pada metode erection *girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1, dapat ditarik beberapa poin kesimpulan dibawah ini.

1. Hasil identifikasi bahaya pada aktivitas *erection girder* menggunakan metode *Construction Safety Analysis* (CSA) menunjukkan total sebanyak 60 potensi bahaya dan 65 potensi risiko. Berdasarkan hasil analisis tersebut, titik kerawanan paling dominan teridentifikasi pada fase *erection* dan pemasangan *bracing girder* yang mencakup 24 potensi risiko dan 22 potensi bahaya.
2. Langkah pengendalian risiko yang diusulkan dalam studi ini disusun berlandaskan struktur hierarki pengendalian K3, mencakup metode substitusi, rekayasa teknik, kontrol administratif, hingga pemakaian Alat Pelindung Diri (APD). Namun, opsi eliminasi bahaya dinilai tidak fisibel untuk diimplementasikan mengingat seluruh rangkaian pengangkatan dan penempatan balok dalam lingkup erection *girder* ialah prosedur krusial yang tidak dapat dipangkas tanpa menggagalkan konstruksi struktur atas secara menyeluruh. Sebagai contoh, langkah pengendalian difokuskan pada aspek kontrol administratif; langkah pengendalian tersebut diterapkan melalui penyelenggaraan pengarahan keselamatan secara berkala (*safety briefing*/*toolbox meeting*) tepat sebelum dimulainya pergantian giliran kerja (*shift*). Tindakan ini semakin diperkuat oleh penyusunan

prosedur operasional standar (SOP) komunikasi berlapis, serta sterilisasi area lintasan beban dari kehadiran personel non-esensial melalui pemasangan barikade pengaman khusus (red zone) pada sepanjang radius jangkauan angkat.

## 6.2. Saran

Merujuk pada analisis serta pembahasan yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa poin rekomendasi yang dikemukakan oleh penulis.

1. Kontraktor / Penyedia jasa konstruksi

   Untuk mengoptimalkan dan membenahi penerapan SMKK pada lingkup proyek, penulis menyampaikan sejumlah saran sebagai berikut:

   a. Petugas K3 wajib melakukan supervisi lapangan secara berkala guna menjamin kepatuhan terhadap seluruh prosedur keselamatan. Pengawasan ini menjadi sangat krusial pada aktivitas berisiko tinggi, seperti proses *erection girder* dan *bracing girder.*
   b. Penerapan sanksi serta tindakan tegas wajib diberikan kepada seluruh pihak termasuk pekerja, tamu, dan pemasok yang terbukti mengabaikan atau tidak mengimplementasikan standar keselamatan kerja di area konstruksi.
   c. Implementasi K3 dalam lingkungan kerja perlu dioptimalkan melalui peningkatan wawasan, pengetahuan, dan kesadaran mengenai keselamatan kerja di area proyek konstruksi. Upaya ini bertujuan untuk menumbuhkan budaya kerja yang positif sehingga para tenaga kerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman.
   d. Peningkatan kualitas komunikasi dan koordinasi antar tim serta pihak pelaksana dengan pegawas K3 perlu dilakukan oleh penyedia jasa. Langkah tersebut bertujuan untuk mempercepat

penanganan terhadap berbagai potensi bahaya dan guna meminimalkan risiko kecelakaan di lapangan.

2. Penelitian selanjutnya

Studi penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan subjek dan objek yang berbeda guna memperluas cakupan perspektif pengamatan, mengingat penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam hal ketelitian serta observasi. Di samping itu, hasil studi peneliitian dapat ditingkattkan melalui proses verifikasi atau validasi bersama personel *Health*, *Safety*, and *Environment* (HSE). Langkah ini penting dilakukan agar strategi pengendalian potensi bahaya yang dirumuskan dapat diimplementasikan secara lebih efektif dan akurat.

# DAFTAR PUSTAKA


Angellia, F., Rahayu, P. W., Suryaatmaja, K., Utami, R., Muslimin, M., Iswahyudi, M. S., Setiawan, I., Arsana, I. N. A., Nasirly, R., & Purbaratri, W. (2023). *Buku Ajar Manajemen Proyek Sistem Informasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Aulia, S. N., & Rahayu, S. (2025). *Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIDRADC dan JSA*.

Azzakiyah, N. N., Zhafira, E., & Dwiyana, P. A. (2025). ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE SEVERITY INDEX DAN CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1127–1140.

Darmayani, S., Sa'diyah, A., Supiati, S. T. P., Maraghi Muttaqin, S. T., Rachmawati, F., Widia, C., Pattiapon, M. L., Rahayu, E. P., SKM, M. S., & Dian Indiyati, S. H. (2023). *BUKU KESEHATAN KESELAMATAN KERJA (K3)*. Penerbit Widina.

Daulay, M. T., Munarsih, E., Muafiqie, H., Alkadrie, S. A., & Suarlin, J. (2022). *Konsep Dasar Manajemen Proyek di Era 4.0*. CV Rey Media Grafika.

Erliana, C. I., & Azis, A. (2020). Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Stasiun Switchyard Di Pt. Pjb Ubj O&M Pltmg Arun Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Analysis And Risk Control (Hirarc). *Industrial Engineering Journal*, *9*(2), 45–53.

Ervianto, W. I. (2023). *Manajemen proyek konstruksi*. Penerbit Andi.

Hantono, S. E., Wijaya, S. F., & SE, M. (2025). *Pengantar manajemen*. Penerbit Widina.

Harahap, I. M., Purwandito, M., Samudra Jl, U., Syarief Thayeb, P., & Lama, L. (2022). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui metode HIRADC dan metode JSA pada proyek lanjutan pembangunan rumah sakit regional Langsa. *Menara J Tek Sipil*, *17*(2), 43–50.

Hilmi, M. N., Fahlevi, D. I., Nurasri, Y., & Perdana, M. T. (2025). DEVELOPMENT OF STANDARD OPERATING PROCEDURES TO IMPROVE OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN THE METAL CASTING PROCESS AT UD. SINAR MULYA USING THE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA) METHOD.: PENGEMBANGAN STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR UNTUK PENINGKATAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DALAM PROSES PENGECORAN LOGAM DI UD. SINAR MULYA MENGGUNAKAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA). *SITEDI (Sistem Informasi dan Teknologi Digital)*, *2*(3), 72–83.

Irkas, A. U. D., Fitri, A. M., Purbasari, A. A. D., & Pristya, T. Y. R. (2020). Hubungan unsafe action dan unsafe condition dengan kecelakaan kerja pada pekerja industri mebel. *Jurnal Kesehatan*, *11*(3), 363–370.

Jawat, I. W., & Suwitanujaya, I. N. (2018). Estimasi Biaya Pencegahan Dan Pengawasan K3 Pada Proyek Konstruksi. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, *7*(1), 88–101.

Kristiawan, R., & Abdullah, R. (2020). Faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja pada area penambangan batu kapur unit alat berat pt. semen padang. *Jurnal Bina Tambang*, *5*(2), 11–21.

Monoarfa, V., & Miolo, R. N. B. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu. *Mopolayio: Jurnal Pengabdian Ekonomi*, *2*(1), 1–6.

Nadi, I. M. A. B., Palinggi, I. M. D. M., Hidayat, A. S., ST, A. W. S., Marlia, R., MTr, M., Erwin Taroreh, S. H., Hardiansyah, I., & Shiddiq, R. H. B. A. (2025). *REKAYASA LALU LINTAS DAN KESELAMATAN JALAN*. Azzia Karya Bersama.

Putri, D. N., & Lestari, F. (2023). Literature Review: Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Di Proyek Konstruksi. *Journals of Ners Community*, *14*(1), 170–184.

Rifdha, A., & Susilawati, S. (2024). Analisis Faktor Faktor Kecelakaan Kerja pada Pekerja Tambang: Literature Review. *Jurnal Anestesi*, *2*(3), 23–30.

Rijali, A. (2018). Analisis data kualitatif. *Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah*, *17*(33), 81–95.

Saraswati, Y., Ridwan, A., & Candra, A. I. (2020). Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus C Unair Surabaya. *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, *3*(2), 247–260.

Sholeh, M. N. (2023). *Manajemen Risiko Proyek Konstruksi*. Universitas Diponegoro.

Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen proyek*. CV. Pilar Nusantara.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology : An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *104*(March), 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Sudjatmiko, S., & Jayady, A. (2023). Metode pelaksanaan erection steel box girder pada proyek relokasi Jembatan Antelope km 5+ 145 Bekasi-Jawa Barat. *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi*, *7*(2), 1–12.

Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.

Sugiyono, P. D. (2023). *METODE PENELITIAN KUALITATIF*. ALFABETA CV.

Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami sumber data penelitian: Primer, sekunder, dan tersier. *Edu Research*, *5*(3), 110–116.

Supriyadi, W. F., Arifin, T. S. P., & Abdi, F. N. (2023). ANALISIS RISIKO K3 MENGGUNAKAN PENDEKATAN HIRADC DAN METODE JSA (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BPKAD SAMARINDA). *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, *7*(1), 72–81.

Suryadana, I. K. D., Komaladewi, A. A. I. A. S., & Utami, N. M. C. (2024). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi Terapan| E-ISSN: 3031-7983*, *1*(3), 95–103.

Susanto, W., Jepriani, S., & Suryono, J. (2021). Analisa Desain PC I Girder Pada Section Overpass STA 52+ 174 Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda. *Sumber*, *1*, 0.

Susilo, A. K., Puteri, M. K. F., & Marini, L. F. (2023). *Penerapan Keselamatan Dan*

*Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC Pada Struktur Bawah Gedung DPRD Manokwari Selatan*. *12*(1), 149–157.

Tjahyadi, I. (2024). *Buku ajar metodologi penelitian (Teori dan praktik)*. CV Saba Jaya Publisher.

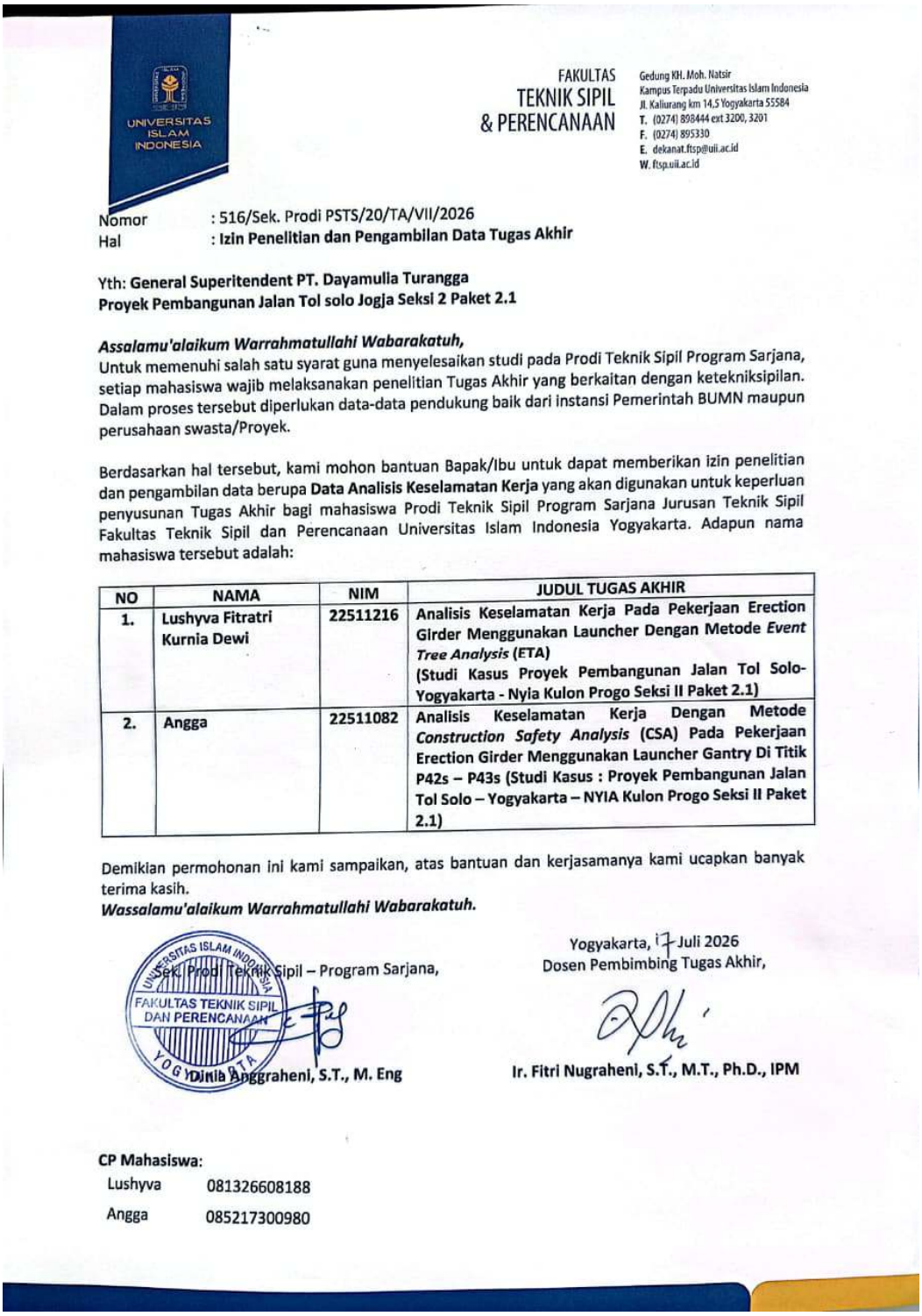
Umar, A. R., & Naibaho, P. R. T. (2022). Analisa perbandingan pelaksanaan erection girder underpass pada jalan nasional dengan metode crane dan metode launcher. *Asian Journal of Mechatronics, and Electrical Engineering (AJMEE)*, *1*(1), 1–12.

Wijaya, F. R., Lubis, F. A. R., Siregar, M. N. S., & Batubara, A. A. F. (2025). Sumber Data, Subjek Penelitian, dan Isu Terkait. *Edukatif*, *3*(2), 271–276.

ZEGA, A. P. (2025). *ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN WAKTU PEKERJAAN KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UTD TAFAERI NIAS UTARA (STUDI KASUS)*.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Dokumen Surat Izin Penelitian



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 516/Sek. Prodi PSTS/20/TA/VII/2026
Hal : **Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Yth: **General Superitendent PT. Dayamulia Turangga**
**Proyek Pembangunan Jalan Tol solo Jogja Seksi 2 Paket 2.1**

***Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,***
Untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Prodi Teknik Sipil Program Sarjana, setiap mahasiswa wajib melaksanakan penelitian Tugas Akhir yang berkaitan dengan ketekniksipilan. Dalam proses tersebut diperlukan data-data pendukung baik dari instansi Pemerintah BUMN maupun perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan hal tersebut, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data berupa **Data Analisis Keselamatan Kerja** yang akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Prodi Teknik Sipil Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

| NO | NAMA | NIM | JUDUL TUGAS AKHIR |
|---|---|---|---|
| 1. | Lushyva Fitratri Kurnia Dewi | 22511216 | Analisis Keselamatan Kerja Pada Pekerjaan Erection Girder Menggunakan Launcher Dengan Metode *Event Tree Analysis* (ETA) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta - Nyia Kulon Progo Seksi II Paket 2.1) |
| 2. | Angga | 22511082 | Analisis Keselamatan Kerja Dengan Metode *Construction Safety Analysis* (CSA) Pada Pekerjaan Erection Girder Menggunakan Launcher Gantry Di Titik P42s – P43s (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1) |

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.
***Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.***

Yogyakarta, 17 Juli 2026

Sek. Prodi Teknik Sipil – Program Sarjana,

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Dinia Anggraheni, S.T., M. Eng

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM

**CP Mahasiswa:**

| | |
|---|---|
| Lushyva | 081326608188 |
| Angga | 085217300980 |

**Gambar L-1. Surat Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

**PT. DAYA MULIA TURANGGA**
**GENERAL CONTRACTOR & SUPPLIER**
Jl. Supratman No. 3 Bandung Telp. (62-22) 7208346 Fax. (62-22) 7201852
E-mail : dmtjkt@cbn.net.id

ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, and OHSAS 18001:2007 CERTIFIED

Nomor : 439/DMT/JS-2.1A/EXT/V/2026 Yogyakarta, 18 Mei 2026
Lampiran : -
Perihal : **Balasan Izin Penelitian dan Data Tugas Akhir**

Kepada Yth.
**Sek. Prodi Teknik Sipil**
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**
**Universitas Islam Indonesia**
Di tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat yang Bapak/Ibu ajukan dengan Nomor: 415/Sek. Prodi PSTS/20/TA/V/2026 tertanggal 13 Mei 2026 perihal Permohonan Izin Penelitian dan Data Tugas Akhir dari mahasiswa atas nama:

| Nama | NIM | Judul Tugas Akhir |
|---|---|---|
| Angga | 22511082 | Analisis Keselamatan Kerja Konstruksi pada Pekerjaan Erection Girder Menggunakan Metode Construction Safety Analysis (CSA) |
| Lushyva Firatri Kurnia D. | 22511216 | Analisis Keselamatan Kerja pada Pekerjaan Erection Girder Menggunakan Launcher dengan Metode Event Tree Analysis (ETA) |

Bersama surat ini kami sampaikan bahwa mahasiswa yang bersangkutan **DITERIMA** untuk melaksanakan Pengambilan Data pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1.

Demikian surat ini kami sampaikan. Atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 18 Mei 2026
a.n. General Superintendent

**ARVI ZULHAM**
Deputy II
Project Safety and Public Relation Manager

Tembusan:
1. Arsip

**Gambar L-1.2 Surat Balasan Izin Penelitian dan Data Tugas Akhir**

**Lampiran 2 Bukti Verifikasi Dokumen Penyusunan *Form* CSA**

Lembar Verifikasi Hasil Analisis *Construction Safety Analysis*

| | |
|---|---|
| Nama Proyek | Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta–NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1 |
| Objek Penelitian | Pekerjaan *Erection Girder* |
| Metode | *Construction Safety Analysis* (CSA) |
| Pengumpulan Data | Observasi Lapangan, Wawancara, dan Verifikasi dari HSE |
| Verifikator | HSE Konsultan |
| Yang Diverifikasi | Uraian Pekerjaan *Erection Girder*, Identifikasi Bahaya dan Risiko, Pengendalian Risiko, dan *Form* CSA |
| Hasil Verifikasi | ☑ Sesuai / ☐ Perlu Revisi |
| Tanggal | 16 Juli 2026 |
| Tanda Tangan HSE | PT. DAYA MULIA TURANGGA BANDUNG |
| Nama | Ali Tugiono S. Tr. Kes |
| Jabatan | HSE Konsultan |

**Gambar 2.1 Lembar Verifikasi Hasil Analisis**

**Tabel Uraian Pekerjaan Erection Girder Menggunakan Metode Launcher**

**Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan |
|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | - Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.<br>- Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru.<br>- Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja.<br>- Penerapan sistem rekayasa dan manajemen arus lalu lintas di sekitar lokasi. |
| 2 | Persiapan Alat *Launcher* | - Merakit struktur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan.<br>- Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada *launcher* agar aman digunakan.<br>- Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. |
| 3 | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | - Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat girder secara presisi.<br>- Pemindahan dan pengangkatan balok girder dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer Multi-Axle.<br>- Penguncian dan pengikatan (*lashing*) girder pada dudukan Truk Trailer Multi-Axle demi menjaga kestabilan selama mobilisasi.<br>- Pelepasan kembali perangkat *lifting frame* dari badan girder setelah posisi muatan dipastikan aman. |
| 4 | Mobilisasi *Girder* | - Truk Trailer Multi-Axle menuju area erection<br>- Truk Trailer Multi-Axle ditempatkan diarena erection |
| 5 | *Erection Girder* dan *Bracing Girder* | - Pemasangan *lifting frame* pada girder di area *erection*.<br>- Pengangkatan girder menggunakan launcher<br>- Launcher akan bergerak<br>- Penempatan girder di bearing pad<br>- Pengukuran elevasi pada girder<br>- Pemasangan angkur |

**Gambar 2.2 Tabel Uraian Pekerjaan *Erection Girder* Diverifikasi**

**Tabel 5. 3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan<br>- Paparan virus atau bakteri menular dari personel yang sakit.<br>- Kompetensi mental/psikologis pekerja (stress/kurang fokus) | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja<br>- Terjadinya penularan penyakit massal di area kerja<br>- Risiko human error yang memicu kegagalan operasional |
| | | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Penyampaian instruksi kerja yang kurang jelas atau metode komunikasi yang tidak efektif<br>- Pengabaian atau minimnya pemahaman terhadap prosedur kondisi darurat | - Salah paham instruksi kerja (miskomunikasi) yang memicu kesalahan prosedur dan kecelakaan kerja.<br>- Salah penanganan darurat saat terjadi kecelakaan |
| | | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | - Lalu lintas kendaraan umum yang melintas dekat zona kerja.<br>- Pengangkutan beban material barikade secara manual | - Pekerja terserempet atau tertabrak kendaraan umum yang melintas.<br>- Pekerja mengalami cedera otot, kram, terkilir, atau cedera tulang belakang |

**Gambar L-2.3 Tabel Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Diverifikasi**

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| | *(Lanjutan Persiapan Alat Launcher)* | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan. | - Pergerakan atau lalu lalang kendaraan di area bawah<br>- Akses zona steril terbuka<br>- Minimnya pengawasan | - Pekerja lapangan tertabrak kendaraan<br>-Pekerja atau orang di area bawah tertimpa jatuhan material/alat<br>- Warga/orang luar menerobos masauk ke zona bahaya<br>- Konflik dengan warga |
| 3 X | Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi. | - Titik jepit mekanis saat mengunci komponen pin<br>- Akses kerja di atas permukaan *girder* yang sempit dan tinggi<br>- Mekanisme punguncian *lifting frame* yang tidak sempurna | - Pekerja terjepit tangan atau jari<br>- Pekerja terjatuh dari atas *girder*<br>- Kegagalan angkat akibat *lifting frame* terlepas saat beban diangkat |
| | | Pemindahan dan pengangkatan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle*. | - Tegangan tinggi pada kabel *sling* beban berat<br>- Beban gantung yang terkena hembusan angin | - Kabel *sling* putus<br>- *Girder* berayun liar secara tidak terkendali |

**Lanjutan Gambar L-2.4 Tabel Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Diverifikasi**

**Lanjutan Tabel 5.3 Potensi Bahaya dan Risiko Sebelum Verifikasi**

| No | Pekerjaan | Uraian Pekerjaan | Potensi Bahaya | Potensi Risiko |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Mobilisasi *Girder* | Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection* | - Daya dukung tanah/jalan yang labil<br>-Hambatan ruang publik akibat dimensi kendaraan yang sangat besar | - Jalan amblas<br>- Truk terbalik/terguling<br>- Kemacetan atau antrean kendraan yang panjang |
| | | Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan di area *erection* | - Kondisi permukaan landasan yang berlumpur dan licin<br>- Keterbatasan jarak pandang pengemudi saat truk mundur | - Roda truk slip/tergelincir<br>- Pekerja terserempet/terjepit |
| 5 | Pekerjaan pemasangan (*erection*) dan penguncian (*bracing*) struktur *girder* | Pemasangan *lifting frame* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection* | - Titik jepit pin/*shackle*<br>- Bekerja di ketinggian<br>- Posisi pemasangan tidak presisi | - Pekerja terjepit pin/*sackle* pengunci<br>- Pekerja terjatuh dari atas badan *girder*<br>- Komponen angkat slip akibat salah posisi<br>- Kerusakan/retak struktural beton<br>- Pekerja tertimpa material *lifting frame* |

**Lanjutan Gambar L-2.5 Tabel Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Diverifikasi**

**Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan Setelah Verifikasi**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Pekerjaan Persiapan | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 19/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ☐ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ☐ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Bahaya | Identifikasi Risiko | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| A | **Pekerjaan Persiapan** | | | | | | | |
| 1 | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Personel dalam kondisi fisik tidak fit/sakit bawaan | - Pekerja mengalami cedera fatal, pingsan, atau kelelahan akut (*fatigue*) saat bekerja | | | | - Wajib tes tensi dan screening fisik harian (*Daily Health Check*).<br>- Sediakan obat-obatan darurat di pos P3K lapangan. | - HSE Officer |

163

**Gambar L-2.6 *Form* CSA Diverifikasi**

**Lampiran 3 Peraturan Yang Terkait**



**MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**
**REPUBLIK INDONESIA**

PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 10 TAHUN 2021
TENTANG
PEDOMAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI

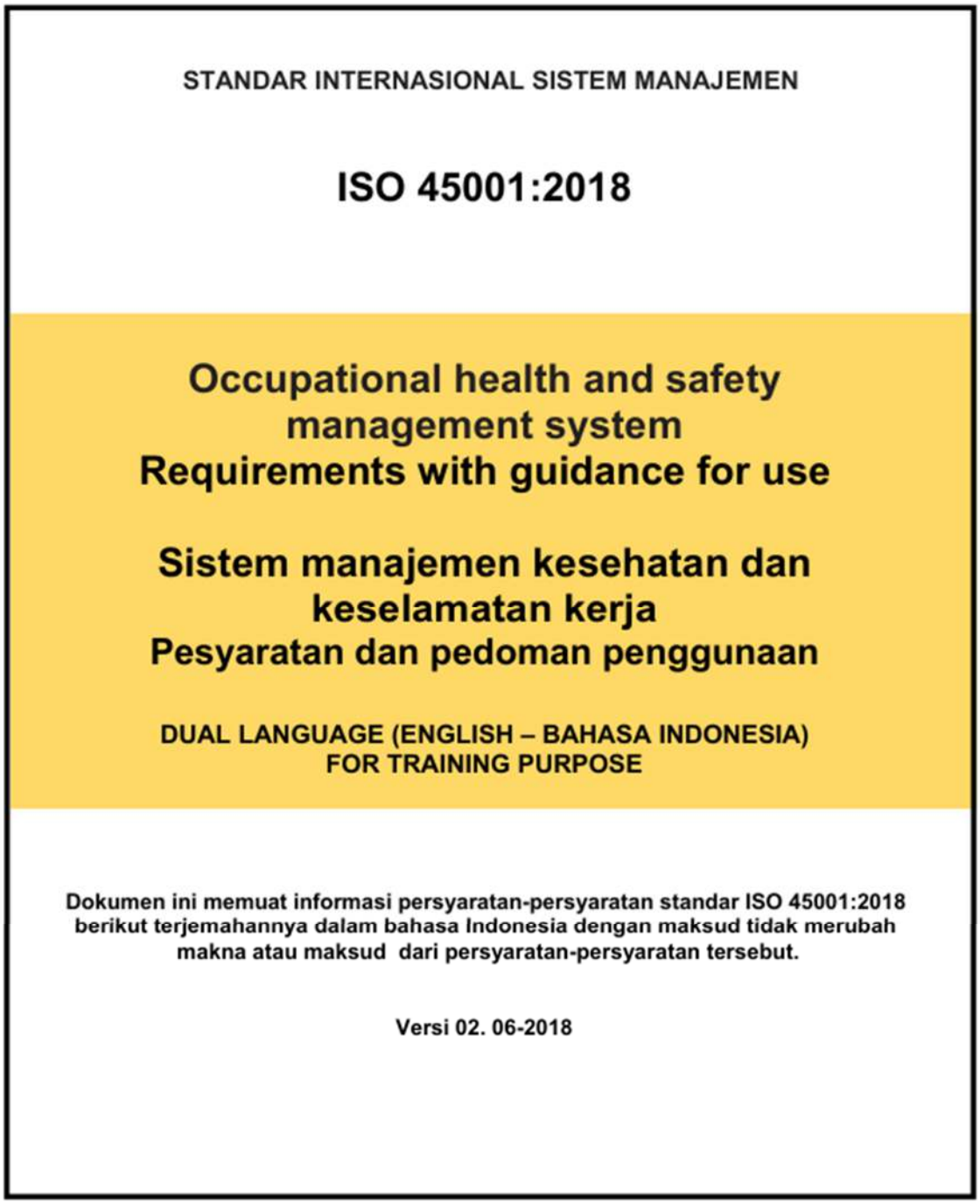
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 84AK Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2020 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi, perlu menetapkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi;

Mengingat : 1. Pasal 17 ayat (3) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
2. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916);
3. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 11, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6018);

**Gambar L-3.1 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Republik Indonesia No.10 Tahun 2021**




**Gambar L-3.2 ISO 45001:2018**

# OHSAS 18001:2007

## Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja - Persyaratan

**Occupational health and safety management systems – Requirements**

**FOR TRAINING PURPOSE ONLY**
**Translated by Jack Matatula**



**Gambar L-3.3 OHSAS 18001:2007**

**Lampiran 4 Gambar Keadaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1**



**Gambar L-4.1 *Safety Briefing* (TBM) dan Pengarahan Teknis Bersama Seluruh Kru**



**Gambar L-4.2 Persiapan Alat *Launcher***




**Gambar L-4.3 Proses Pengikatan dan Persiapan Angkat di Tempat**



**Gambar L-4.4 Proses Konfigurasi Alat Pengikat Sebelum Beban Diangkat**




**Gambar L-4.5 Proses Pengangkatan Awal**




**Gambar L-4.6 Proses Pengangkatan Awal Setinggi Kurang Lebih 10-30 cm dari Landasan Tanah**



**Gambar L-4.7 *Girder* Menuju Penempatan Ke *Bearing Pad***




**Gambar L-4.8 Penempatan *Girder* Ke *Bearing Pad***



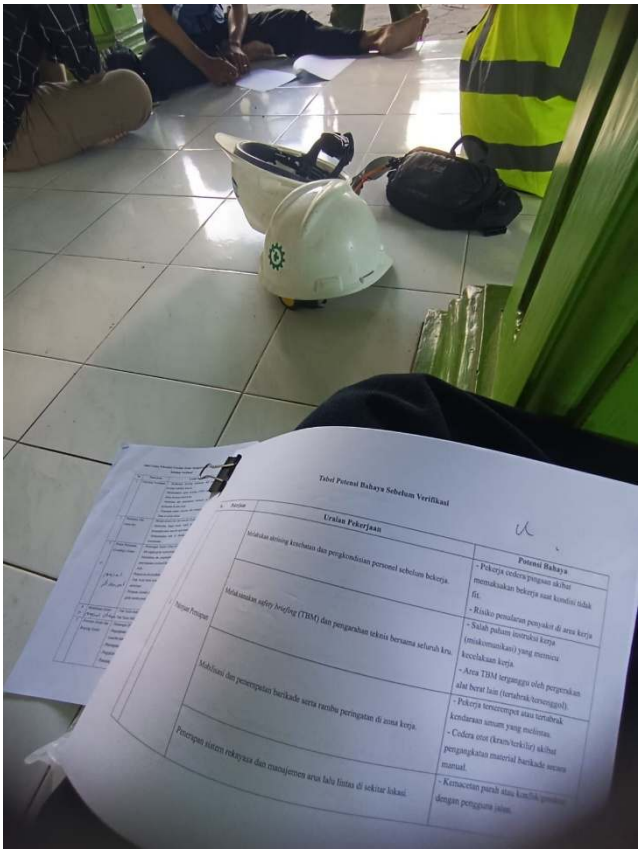

**Gambar L-4.9 Pengukuran *Elevasi Girder* dan *Bracing Girder***



**Gambar L-4.10 Alat *Launcher Gantry Truss***



**Gambar L-4.11 Wawancara Dengan Bapak Farid Selaku Konsultan Inspeksi K3**




**Gambar L-4.12 Validasi Dokumen Penyusunan *Form* CSA**

# *FORM* CSA SEBELUM DIVERIFIKASI

**Tabel 5. 4 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Pekerjaan Persiapan | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 19/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ☐ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ☐ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **A** | **Pekerjaan Persiapan** | | | | | | |
| 1 | Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja. | - Kelelahan/ pingsan akibat kondisi fisik tidak *fit*. | - Kerusakan alat akibat kelalaian pekerja yang sakit (*human error*). | - | - Potensi kecelakaan lalu lintas atau runtuhnya struktur jika operator/pekerja krusial tidak fokus karena sakit | - Wajib tes tensi dan screening fisik harian (*Daily Health Check*).<br>- Berlakukan sistem *Fit to Work* (pekerja sakit dilarang masuk area kerja). | - HSE Officer<br>- Tim Medis Proyek / First Aider<br>- Supervisor Lapangan |

**Lanjutan Tabel 5.4 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Melakukan skrining kesehatan dan pengkondisian personel sebelum bekerja.)* | - Cedera/ sakit mendadak saat mengoperasikan alat berat | | | | - Sediakan obat-obatan darurat di pos P3K lapangan.<br>- Lakukan rotasi kerja dan pastikan jam istirahat cukup | |
| 2 | Melaksanakan *safety briefing* (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru. | - Miskomnikasi instruksi kerja. | - | - | - | - Tentukan lokasi TBM di zona aman (steril dari manuver alat berat).<br>- Wajib menggunakan APD standar (helm, rompi, sepatu safety). | - HSE Officer<br>- Supervisor Lapangan<br>- Gantry/ Launcher Leader |

**Lanjutan Tabel 5.4 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(LanjutanMelaksanakan safety briefing (TBM) dan pengarahan teknis bersama seluruh kru).* | | | | | - Gunakan pengeras suara (*megaphone*) agar instruksi terdengar jelas.<br>- Lakukan sesi tanya jawab singkat untuk memastikan pekerja paham tugasnya. | |
| 3 | Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja. | Cedera otot/terkilir saat angkat manual. Terserem et kendaraan melintas. | - Kendaraan operasional logistik rusak/lecet. | | - Penyempitan lajur mendadak memicu tabrakan kendaraan umum. | - Gunakan teknik angkat material yang benar (ergonomis).<br>- Wajib pakai rompi reflektif (high-visibility vest | - HSE Officer<br>- Supervisor Lapangan<br>- *Traffic Management Team* |

**Lanjutan Tabel 5.4 *Form* CSA Pekerjaan Persiapan**

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Mobilisasi dan penempatan barikade serta rambu peringatan di zona kerja)* | | | | | Tugaskan petugas pengatur lalu lintas (flagman) selama pemasangan.<br>- Pasang rambu peringatan awal dari jarak aman sebelum area kerja | |

**Tabel 5. 5 *Form* CSA Persiapan Alat *Launcher***

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Persiapan Alat *Launcher* | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 19/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ✓ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **B** | **Persiapan Alat *Launcher*** | | | | | | |
| 1 | Merakit struktrur besi alat *launcher* di atas tiang jembatan | - Pekerja jatuh dari ketinggian.<br>- Pekerja mengalami kelelahan/sakit akibat kondisi fisik kurang fit | - Alat angkat ( craine/hoist) atau tali baja (sling) putus/rusak/ kelebihan muatan (overload) saat menaikkan komponen besi launcher | - Material struktur besi terjatuh/meluncur ke bawah sebelum terpasang sempurna.<br>- Material besi cacat pabrik | - Kondisi cuaca buruk | - Melakukan pemeriksaan kesehatan rutin dan pengecekan sebelum bekerja | - Teknisi<br>- Mekanik<br>- HSE |

**Lanjutan Tabel 5.5 *Form* CSA Persiapan Alat *Launcher***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Merakit struktrur besi alat launcher di atas tiang jembatan.)* | - Anggota tubuh terjepit komponen struktur besi saat perakitan<br>- Kelalaian penggunaan APD khusus ketinggian | - Kegagalan fungsi sistem hidrolik atau pengunci alat launcher | | | - Wajib memasang lifeline (tali pengaman) dan memastikan pekerja mengaitkan full body harness dengan benar selama berada di ketinggian.<br>- melakukan inspeksi pra-penggunaan untuk memastikan crane, sling, belenggu, dan alat berat dalam kondisi layak pakai dan tersertifikasi | |

**Lanjutan Tabel 5.5 *Form* CSA Persiapan Alat *Launcher***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Merakit struktrur besi alat launcher di atas tiang jembatan.)* | | | | | - Memasang barikade isolasi, jaring pengaman, dan rambu peringatan diarea bawah tiang jembatan guna mensterilkan area publik dari bahaya benda jatuh.<br>- Memantau perkiraan cuaca dan segera menghentikan seluruh aktivitas di ketinggian jika terjadi hujan/angin kencang | |

**Lanjutan Tabel 5.5 *Form* CSA Persiapan Alat *Launcher***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Memeriksa fungsi mesin, kabel listrik, dan sistem pengangkat pada launcher agar aman digunakan | - Tersengat aliran listrik<br>- Tangan terjepit komponen | - Korsleting pada panel<br>- Kerusakan sistem rem/angkat | Kabel terkelupas<br>Kebocoran oli mesin | - Percikan api (kebakaran)<br>- Gangguan operasional | - Gunakan APD isolasi (sarung tangan karet)<br>- Terapkan LOTO (lockout/Tagout) saat inspeksi panel<br>- Pastikan kabel dan grounding aman<br>- Sediakan APAR di dekat panel | |
| 3 | Mengosongkan area di bawah lokasi kerja demi keselamatan | - Tertabrak kendaraan<br>- Kelelahan di jalan | - Rambu atau barikade rusak/kurang | - Puing atai sisa material menghalangi jalur | - Warga/Publik menerobos area steril | - Pasang pagar, barikade, dan rambu peringatan yang jelas<br>- Pastkan area di bawah bersih dan steril total dari aktivitas publik | - Flagman<br>- Safety Officer<br>- Supervisor |

**Tabel 5. 6 *Form* CSA Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder***

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder* | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 21/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ☐ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **C** | **Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder*** | | | | | | |
| 1 | Pemasangan instalasi *lifting frame* (rangka angkat) pada titik angkat *girder* secara presisi | - Terjepit tangan/jari saat menyetel pin pengunci. | - Kerusakan pada pin pengunci atau *sling* pembantu. | - Permukaan beton *girder* terkelupas/retak akibat benturan alat. | - | - Wajib memakai sarung tangan (*safety gloves*) harian.<br>- Gunakan tangga atau perancah portabel yang stabil untuk akses. | - HSE Officer<br>- Supervisor Lapangan<br>- Rigger / Slingman |

**Lanjutan Tabel 5.6 *Form* CSA Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pemasangan instalasi lifting frame (rangka angkat) pada titik angkat girder secara presisi)* | - Terjatuh dari atas struktur badan *girder*. | - Kegagalan fungsi sistem hidrolik atau pengunci alat *launcher* | | | - Wajib mengaitkan *full body harness* di area aman jika bekerja di atas *girder*.<br>- Pastikan pin *lifting frame* terpasang penuh dan dikunci *cotter pin* (pin pembelah). | |

**Lanjutan Tabel 5.6 *Form* CSA Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Pemindahan dan pengangkatan balok *girder* dari area penyimpanan (*stockyard*) ke atas sasis Truk Trailer *Multi-Axle* | - Tertimpa atau terjepit balok girder saat berayun (*swinging*)<br>- Terkena hempasan tali *sling* yang putus. | - *Crane* tumbang akibat salah perhitungan radius/kapasitas (*overload*). | - Kerusakan struktural atau patah pada beton *girder* akibat benturan keras. | - Kerusakan fasilitas di area *stockyard* akibat manuver *crane* atau truk trailer. | - Wajib membuat dan mematuhi rencana pengangkatan (*Lifting Plan*).<br>- Pastikan izin kerja (*Permit to Work*), SIO operator, dan SILO *crane* aktif.<br>- Sterilisasi total radius angkat dari pekerja non-kepentingan.<br>- Gunakan tali kendali (*tag line*) untuk mengontrol ayunan girder.<br>- Gunakan bantalan karet/kayu pada sudut kontak *sling* dengan beton | - HSE Officer<br>- Lifting Supervisor / Lifting Engineer<br>- Rigger / *Signalman*<br>- Operator *Crane* |

**Lanjutan Tabel 5.6 *Form* CSA Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | Penguncian dan pengikatan (*lashing*) *girder* pada dudukan Truk Trailer *Multi-Axle* demi menjaga kestabilan selama mobilisasi. | - Terpukul alat pengencang rantai/*sling* (*load binder*/*ratchet*) yang slip.<br>- Jari/tangan terjepit di antara rantai pengikat dan sasis trailer. | - Kerusakan pada mekanisme load binder atau rantai pengikat akibat aus. | -Kerusakan pada sudut beton girder akibat tekanan rantai besi langsung. | - Bahaya *girder* terguling di jalan umum jika sistem pengikatan (*lashing*) gagal | - Wajib memakai sarung tangan kerja (*safety gloves*) mekanik.<br>- Pastikan alat pengencang (*load binder*) dalam kondisi baik dan tidak dol.<br>- Pasang bantalan pengaman (*corner protector*) di setiap sudut gesekan rantai dan beton. | - HSE Officer<br>- Supervisor Lapangan<br>- Rigger / *Slingman*<br>- Driver Truk Trailer |

**Lanjutan Tabel 5.6 *Form* CSA Proses Pemuatan (*Loading*) *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Penguncian dan pengikatan (lashing) girder pada dudukan Truk Trailer Multi-Axle demi menjaga kestabilan selama mobilisasi)* | | | | | - Gunakan minimal 2-3 titik ikatan rantai baja berkekuatan tinggi (*heavy-duty chains*).<br>- Lakukan inspeksi visual akhir (*final check*) pada kekencangan ikatan sebelum trailer bergerak. | |

**Tabel 5. 7 *Form* CSA Mobilisasi *Girder***

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : Mobilisasi *Girder* | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 21/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ☐ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ☐ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **D** | **Mobilisasi *Girder*** | | | | | | |
| 1 | Truk Trailer *Multi-Axle* menuju area *erection* | - Driver mengalami kelelahan/kurang konsentrasi selama perjalanan. | - Truk *trailer* terperosok atau sasis amblas pada struktur jalan yang lunak. | - Beton *girder* mengalami keretakan akibat guncangan atau getaran ekstrem. | - Muatan *girder* menyenggol kabel PLN/Telkom atau JPO. | - Lakukan survei rute terlebih dahulu (*Route Survey*) untuk memastikan kekuatan jalan dan clearance atas. | - HSE Officer<br>- Logistics / Transport Manager<br>- Tim Pengawal (*Escort Team*)<br>- Driver Truk Trailer |

**Lanjutan Tabel 5.7 *Form* CSA Mobilisasi *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Truk Trailer Multi-Axle menuju area erection)* | - Terjatuh dari atas struktur badan *girder*. | - Kegagalan fungsi sistem hidrolik atau pengunci alat *launcher* | | - Senggolan/ tabrakan dengan kendaraan umum akibat dimensi truk yang lebar. | - Koordinasi dengan pihak utilitas (PLN/Telkom) untuk mitigasi kabel rendah.<br>- Hindari mobilisasi pada jam padat lalu lintas (*peak hours*). | |

**Lanjutan Tabel 5.7 *Form* CSA Mobilisasi *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Truk Trailer *Multi-Axle* ditempatkan diarea *erection* | Personel lapangan terserempet/ terjepit badan truk saat manuver parkir. | - Truk menabrak kaki struktur *launcher*/*gantry frame* saat mundur. | - Struktur komponen girder atau *launcher* lecet/rusak benturan. | - Ban truk trailer tergelincir atau amblas akibat tanah area *erection* tidak stabil/licin. | - Wajib menunjuk petugas pemandu (*flagman*/*spotter*) bersertifikat saat truk mundur.<br>- Gunakan peluit dan rompi reflektif untuk komunikasi isyarat visual.<br>- Pastikan area landasan parkir dilapisi plat baja (*steel bed*) jika tanah lembek. | - HSE Officer<br>- Supervisor Lapangan<br>- Petugas Pemandu (*Flagman*)<br>- Driver Truk Trailer |

**Lanjutan Tabel 5.7 *Form* CSA Mobilisasi *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Truk Trailer Multi-Axle ditempatkan diarena erection)* | | | | | - Pasang barikade pembatas jarak aman antara jalur truk dan struktur kaki *launcher*.<br>kontak *sling* dengan beton | |

**Tabel 5. 8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nama Pemohon izin kerja | : Angga | No | : |
| Pekerjaan | : *Erection Girder* dan *Bracing Girder* | Pengawasan Pekerjaan | : |
| Tanggal Pekerjaan | : 25/ Mei / 2026 | Departemen | : |

Alat Pelindung Diri yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan :

| | | |
|---|---|---|
| ✓ Helm / *Safety Helm* | ✓ Rompi Keselamatan / *Safety Vest* | ☐ Pelindung Wajah / *Face Shield* |
| ✓ Sepatu / *Safety Shoes* | ☐ Pelindung diketinggian / *Full Body Harness* | ☐ Penutup Telinga / *Ear Muff* |
| ✓ Sarung Tangan / *Safety Gloves* | ✓ Kacamata pengaman / *Safety Glasses* | ☐ Penyumbat Telinga / *Ear Plug* |
| ☐ Masker | ☐ Baju Kerja Las / *Apron* | ☐ Lain-lain / *other* |

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| **E** | ***Erection Girder* dan *Bracing Girder*** | | | | | | |
| 1 | Pemasangan *lifting frame* pada *girder* di lokasi pekerjaan *erection* | -Tangan pekerja terjepit tali *sling*<br>- Pekerja terjepit struktur *lifting fram* | - Tali *sling* yang digunakan putus | - | - | - Menetapkan zona bebas tangan (*no-hand zone*)<br>- Memastikan pekerja menjaga jarak aman saat alat berat beroperasi | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pemasangan lifting frame pada girder di lokasi pekerjaan erection.)* | - Pekerja terjatuh dari atas *girder* | | | | - Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting frame* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubung komunikasi dengan operator *launcher*<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pemasangan lifting frame pada girder di lokasi pekerjaan erection.)* | | | | | - Memeriksa kelayakan dan kondisi fisik tali *sling* sebelum digunakan<br>- Memastikan beban *girder* sesuai kapasitas *sling* serta melakukan inspeksi rutin alat angkat dan mencatatnya pada checklist K3 | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 2 | Pengangkatan *girder* dengan menggunakan alat *launcher* | - Pekerja tetimpa material *girder*<br>- Pekerja terjebak dibawah balok ketika pengangkatan<br>- Personel tidak berkepentingan memasuki area kerja | - Terjadinya kerusakan pada alat *launcher* | - Struktur *girder* retak atau patah sewaktu diangkat | - Masyarakat umum memasuki zona kerja tanpa izin | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat)<br>- Mengaktifkan alarm peringatan selama aktivitas pengangkatan berjalan<br>- Melarang keras pekerja berada langsung di bawah beban yang menggantung<br>- Menerapkan sistem pembatasan akses serta memasang tanda zona bahaya tinggi | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher<br>- Flagman |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pengangkatan girder dengan menggunakan alat launcher)* | - Pekerja ikut terangkat bersama material *girder* | | | | - Berkomunikasi sebelum pengangkatan dan menunjuk satu *signalman* sebagai penghubung operator dengan *rigger*<br>- Menerapkan SOP larangan menyentuh beban bagi seluruh pekerja | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 3 | *Launcher* bergerak memindahkan komponen *girder* | - Pekerja tertabrak mesin *launcher*<br>- Pekerja tetabrak material *girder*<br>- Pekerja tertimpa material *girder* | - | - Struktur *girder* retak atau patah sewaktu diangkat<br>- Material *girder* tergelincir sewaktu diangkat | - Masyarakat umum memasuki area proyek/kerja | - Memasang lampu indikator dan alarm suara pada *launcher* yang bergerak sebagai penanda<br>- Menetapkan zona larangan serta memberi tanda batas wilayah pergerakan alat<br>- Memasang barrier di sepanjang lintasan pergeseran *girder*<br>- Memastikan hanya personel berizin resmi yang berada di dalam lokasi kerja | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Launcher bergerak memindahkan komponen girder)* | | | | | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan di bawah beban angkat )<br>- Mengganti komponen *girder* rusak dengan material baru atau hasil perbaikan standar<br>- Memakai tali *anti-slip sling* serta memastikan sudut pengangkatan sesuai regulasi teknis | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Launcher bergerak memindahkan komponen girder)* | | | | | - Memberikan edukasi/sosialisasi kepada warga setempat terkait risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD | |
| 4 | Penempatan *girder* tepat di atas *bearing pad* | - Tubuh pekerja terjepit antara *girder* & *bearing pad*<br>- Pekerja tertimpa material *girder* | - | - *Girder* retak atau patah sewaktu proses penempatan | - Masyarakat umum menerobos masuk ke area kerja | - Melarang pekerja menempatkan tangan atau anggota tubuh dicelah antara *girder* dan *bearing pad*<br>- Melarang keras siapapun berada di area bawah saat proses angkat | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Penempatan girder tepat di atas bearing pad)* | - Pekerja tertabrak material *girder* | | | | - Memasang barrier di sepanjang jalur perlintasan *girder*<br>- Memastikan hanya pekerja berizin yang berada di zona kerja<br>- Memeriksa kesesuaian desain dudukan *bearing pad* sebelum *girder* diturunkan<br>- Melakukan inspeksi teknis serta koordinasi tim sebelum memulai penurunan beban | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Penempatan girder tepat di atas bearing pad)* | | | | | - Memasang pagar pembatas dan rambu larangan di sekeliling batas proyek<br>- Memerikan edukasi kepada masyarakat sekitar mengenai risiko bahaya di lokasi proyek<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap | |
| 5 | Pengukuran elevasi pada komponen *girder* | - Pekerja terjatuh saat proses pengukuran | - Alat ukur terjatuh dari ketinggian | - | - Warga sekitar menerobos ke area proyek<br>- Terjadi kesalahan pembacaan hasil elevasi | - Menyediakan *lifeline* serta titik angkur tetap di wilayah pengukuran | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pekerja<br>- Pengawas pelaksana |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder)* | | | | | - Menerapkan izin kerja khusus ketinggian serta menetapkan zona aman pengukuran<br>- Mengadakan *briefing* awal kerja dan pengawasan langsung oleh personel HSE<br>- Memastikan struktur *girder* telah stabil dan terkunci sebelum diukur<br>- Mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder)* | | | | | - Melarang pengukuran saat proses instalasi atau penyelarasan posisi *girder* sedang bejalan<br>- Melarang penempatan alat ukur di ujung struktur tanpa adanya pelindung/pengaman.<br>- Memastikan peralatan ukur terkalibrasi dan diposisikan pada landasan yang rata | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pengukuran elevasi pada komponen girder)* | | | | | - Menerapkan sistem verifikasi ganda (*double check*) oleh dua personel berbeda terhadap hasil ukur sebelum disetujui | |
| 6 | Pemasangan angkur sebagai penguat. | - Pekerja tertimpa material *girder*<br>- Tangan terjepit antara baut angkur dan *girder* | - Komponen angkur patah ketika proses pemasangan | - | - | - Memberlakukan *exclusion zone* (zona larangan berada dibawah beban angkat) | -Pengawas Pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pemasangan angkur sebagai penguat)* | | | | | - Mengoodinasikan rencana kerja antara operator *launcher* dan pekerja lapangan serta memakai kunci spanner bergagang panjang<br>- Mengimplementasikan SOP "*hands free police*" Di sepanjang area instalasi angkur<br>- Mewajibkan penggantian material angkur apabila ditemukan dalam kondisi cacat atau buruk | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 7 | Pelepasan *lifting frame* dari *girder* setelah selesai | - Tangan pekerja terjepit tali *sling*<br>- Pekerja terjepit struktur *lifting frame*<br>- Pekerja tertusuk material/benda tajam<br>- Pekerja terjatuh dari atas *girder* | - | - | - | - Menetapkan area steril tangan *(no-hand zone)*<br>- Menginstruksikan pekerja menjaga jarak aman sewaktu alat berat bekerja<br>- Membatasi area masuk pekerja di dekat *lifting frame* sewaktu operasi<br>- Menugaskan signalman sebagai penghubing komunikasi dengan operator *launcher* | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting frame dari girder setelah selesai)* | | | | | - Memastikan area kerja bersih dari objek tajam serta memeriksa ujung logam *lifting frame* tidak rusak atau terbuka<br>- Melakukan inspeksi berkala pada peralatan sebelum dan setelah pengoperasian<br>- Melarang keras pekerja berdiri di atas struktur *girder* tanpa mengenakan tali pengaman | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting frame dari girder setelah selesai)* | | | | | - Mewajibkan pemakaian *full body harness* lengkap dengan tali pengaman yang dikaitkan pada titik angkur tetap<br>- Menggunakan *full body harness* serta memeriksa keandalan dan akurasi ikatan pengunci secara teliti<br>- Mengadakan pengawasan ketat secara langsung oleh petugas keamanan saat pelepasan | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pelepasan lifting frame dari girder setelah selesai)* | | | | | - Memberlakukan batas area steril di sekeliling wilayah pergerakan beban dan memastikan hanya pekerja berizin resmi yang boleh masuk<br>- Mewajibkan seluruh pekerja mengenakan *full body harness*, sepatu keselamatan, serta helm pelindung kepala<br>- Mewajibkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) standar secara lengkap selama proses pekerjaan | |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| 8 | Pemasangan *diafragma* untuk mengikat dan menyatukan antar-*girder* | - Tangan atau jari pekerja terjepit saat menyambunh pelat *bracing*<br>- Pekerja terjatuh dari atas struktur *girder* | - Tali *sling* teputus saat menahan beban<br>- Sistem penguncian atau ikatan pada tali *sling* tidak kuat<br>- Penggunaan tali *sling* yang sudah aus atau dalam keadaan rusak | - | - | - Menetapkan zona steril tangan *(no-hand zone*)<br>- Mengingatkan seluruh pekerja secara berkala untuk menjaga jarak aman dari alat berat yang sedang bekerja<br>- Menggunakan tali *sling* yang kapasitas angkatnya sesuai dengan berat beban<br>- Melakukan catatan hasil pemeriksaan harian<br>- Memastikan operator dan rigger memahami tentang SOP pengikatan | - HSE<br>- Supervisor<br>- Pengawas pelaksana<br>- Pekerja<br>- Operator launcher |

**Lanjutan Tabel 5.8 *Form* CSA Pekerjaan Pemasangan (*Erection*) dan Penguncian (*Bracing*) Struktur *Girder***

| No | Urutan Langkah Pekerjaan | Identifikasi Potensi Bahaya | | | | Pengendalian | Penanggung Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pekerja | Peralatan | Material | Lingkungan / Keselamatan Publik | | |
| | *(Lanjutan Pemasangan diafragma untuk mengikat dan menyatukan antar-girder)* | | | | | - Melakukan inspeksi ulang terhadap sambungan sebelum proses penguncian dimulai<br>- Gunakan *shackle* atau clip yang sesuai dengan standar SNI<br>- Melaksanakan pemeriksaan visual dan ganti tali *sling* yang baru jika kerusakannya melebihi batas yang ditentukan | |