

**TESIS**

**IDENTIFIKASI POTENSI KECELAKAAN KERJA  
DAN UPAYA KESELAMATAN KERJA  
PADA PELAKSANAAN GIRDER  
(IDENTIFICATION OF POTENTIAL WORK ACCIDENTS  
AND OCCUPATIONAL SAFETY EFFORTS  
ON GIRDER EXECUTION)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Dua Teknik Sipil**



**NINA DIANA LUBIS**

**11914030**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS  
IDENTIFIKASI POTENSI KECELAKAAN KERJA  
DAN UPAYA KESELAMATAN KERJA  
PADA PELAKSANAAN GIRDER  
(IDENTIFICATION OF POTENTIAL WORK ACCIDENTS  
AND OCCUPATIONAL SAFETY EFFORTS  
ON GIRDER EXECUTION)



Dr. Ir. Lalu Makrup, MT.

Dosen Pembimbing I

---

Tanggal :

Ir. Fitri Nugraheni, ST,MT,Ph.D

Dosen Pembimbing II

---

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS  
IDENTIFIKASI POTENSI KECELAKAAN KERJA  
DAN UPAYA KESELAMATAN KERJA  
PADA PELAKSANAAN GIRDER  
(IDENTIFICATION OF POTENTIAL WORK ACCIDENTS  
AND OCCUPATIONAL SAFETY EFFORTS  
ON GIRDER EXECUTION)

disusun oleh

**ISLAM**  
Nina Diana Lubis  
11914030

Telah diuji oleh Dewan Penguji  
pada tanggal 16 Oktober 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

(Susunan Dewan Penguji)



Pembimbing I

Dr. Ir. Lalu Makrup, MT.

Pembimbing II

Ir. Fitri Nugraheni, ST, MT, Ph.D

Penguji

Ir. Faisol AM., MS.

Yogyakarta, 25 NOV 2020  
Universitas Islam Indonesia  
Program Studi Teknik Sipil, Program Magister  
Ketua Program,

Ir. Fitri Nugraheni, ST, MT, Ph.D

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program "Software" komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



**NINA DIANA LUBIS**

NIM: 11914030



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, banyak nikmat yang Allah Subhanahu Wa Ta'ala berikan tetapi sedikit sekali yang kita ingat. Segala puji hanya layak untuk Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala berkah, rahmat, taufik serta hidayah-Nya yang tiada terkira besarnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Sholawat dan salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alayhi Wassallam beserta seluruh keluarga dan sahabat.

Tesis ini merupakan syarat terakhir yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Strata Dua (S2) pada Program Manajemen Konstruksi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (MK MTS UII). Tesis ini mengambil judul "Identifikasi Potensi Kecelakaan Kerja dan Upaya Keselamatan Kerja Pada Pelaksanaan Girder".

Proses penyusunan Tesis ini berdasarkan pengumpulan data di lapangan maupun berasal dari pihak-pihak dan instansi yang terlibat langsung maupun tidak langsung sehingga berhasil terlaksana dan selesai atas bantuan dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, sehingga tak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Makrup, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tesis, terimakasih atas bimbingan, saran, masukan yang diberikan hingga Tesis ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tesis, terimakasih atas bimbingan, saran, masukan yang diberikan hingga Tesis ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Ir. Faisol AM., MS. selaku Dosen Penguji Tesis, terimakasih atas bimbingan, saran, masukan yang diberikan hingga Tesis ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil UII.

5. Keluargaku, suami dan anakku tercinta, Raden Nur Muhammad Abyaz Fayyaza, yang selalu memberi dukungan semangat untuk menyelesaikan Tesis ini.
6. Seluruh staf dan dosen Magister Teknik Sipil UII, mbak Venska, pak Gandung dan seluruh karyawan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
7. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dari sanalah semua kesuksesan ini berawal, semoga semua ini bisa memberikan sedikit kebahagiaan dan menuntun pada langkah yang lebih baik lagi. Meskipun penulis berharap isi dari Tesis ini bebas dari kekurangan dan kesalahan, namun selalu ada yang kurang. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan pada penelitian-penelitian berikutnya. Akhir kata penulis berharap agar Tesis ini bermanfaat bagi semua terutama bagi ilmu kebencanaan dan kedisabilitasn serta mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 25 Oktober 2020

Penulis

Nina Diana Lubis

## DAFTAR ISI

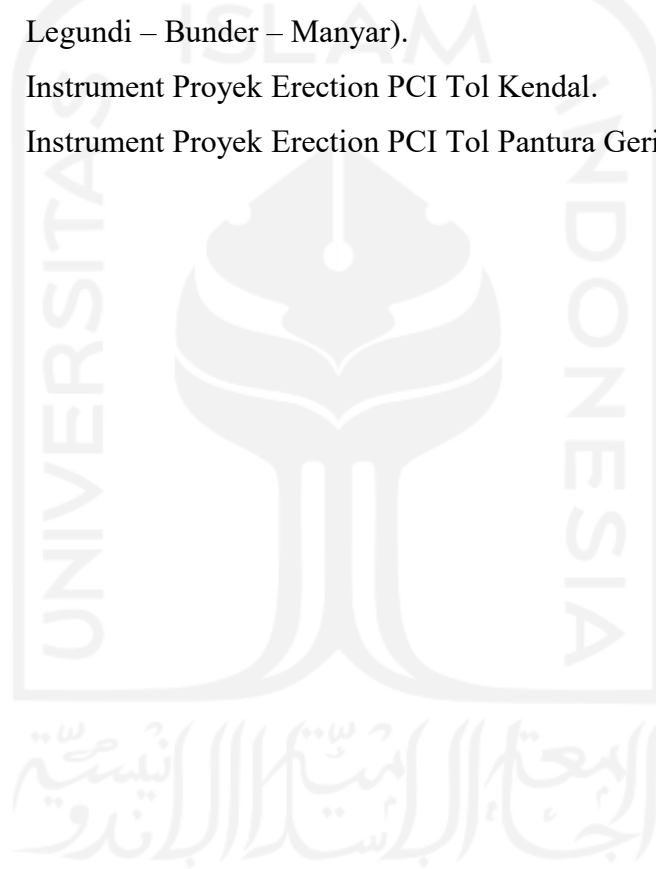
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABLE	ixix
DAFTAR GAMBAR	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Perbedaan Penelitian ini dengan Penelitian sebelumnya	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Manajemen Proyek konstruksi	14
3.2 Proyek Konstruksi	15
3.3 Bangunan Jembatan	16
3.3.1 Bagian Konstruksi Jembatan	16
3.4 Pengertian Girder	19
3.5 Metoda Pemasangan Girder	22
3.6 Sistem Keselamatan Kerja	23
3.7 Forensik	26
3.8 <i>Risk Assessment</i> (Penilaian Risiko)	28
3.8.1 Probabilitas Bersyarat	28
3.9 Pemanfaatan Foto/Video Konstruksi Sebagai Sumber	33

BAB IV METODE PENELITIAN	34
4.1. Jenis Penelitian	34
4.2. Objek dan Subjek Penelitian	34
4.3. Data Penelitian	34
4.4. Parameter Penelitian	35
4.5. Analisis Data	39
4.6. Tahapan Penelitian	40
4.7. <i>Flow Chart</i> /Bagan Alir	42
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	44
5.1 Analisis	44
5.1.1 Proyek 1 Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	51
5.1.2 Proyek II Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar)	66
5.1.3 Proyek Jalan Tol Kendal	82
5.1.4 Proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing	97
5.2 Pembahasan	112
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	117
6.1 Kesimpulan	117
6.2 Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	119



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 4.1	Instrumen Penelitian	35
Tabel 5.1	Instrumen Penelitian	46
Tabel 5.2	Instrument Proyek Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo.	56
Tabel 5.3	Instrument Proyek Erection PCI Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar).	73
Tabel 5.4	Instrument Proyek Erection PCI Tol Kendal.	89
Tabel 5.5	Instrument Proyek Erection PCI Tol Pantura Gerinsing.	103



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	PC Voided Slab	20
Gambar 3.2	PCU Girder	21
Gambar 3.3	Box Girder	21
Gambar 3.4	PCI Girder	22
Gambar 3.5	Pemasangan Girder	23
Gambar 3.6	Contoh Tindakan Tidak Aman	31
Gambar 5.1	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	51
Gambar 5.2	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	51
Gambar 5.3	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	52
Gambar 5.4	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	52
Gambar 5.5	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	53
Gambar 5.6	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	53
Gambar 5.7	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	54
Gambar 5.8	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	54
Gambar 5.9	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	55
Gambar 5.10	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	55
Gambar 5.11	Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo	56
Gambar 5.12	Proses Erection PCI Tol KLBM	66
Gambar 5.13	Proses Erection PCI Tol KLBM	67
Gambar 5.14	Proses Erection PCI Tol KLBM	67
Gambar 5.15	Proses Erection PCI Tol KLBM	68
Gambar 5.16	Proses Erection PCI Tol KLBM	68
Gambar 5.17	Proses Erection PCI Tol KLBM	69
Gambar 5.18	Proses Erection PCI Tol KLBM	69
Gambar 5.19	Proses Erection PCI Tol KLBM	70
Gambar 5.20	Proses Erection PCI Tol KLBM	70
Gambar 5.21	Proses Erection PCI Tol KLBM	71
Gambar 5.22	Proses Erection PCI Tol KLBM	71
Gambar 5.23	Proses Erection PCI Tol KLBM	72
Gambar 5.24	Proses Erection PCI Tol KLBM	72

Gambar 5.25	Proses Erection PCI Tol KLBM	73
Gambar 5.26	Proses Erection PCI Tol Kendal	82
Gambar 5.27	Proses Erection PCI Tol Kendal	83
Gambar 5.28	Proses Erection PCI Tol Kendal	83
Gambar 5.29	Proses Erection PCI Tol Kendal	84
Gambar 5.30	Proses Erection PCI Tol Kendal	84
Gambar 5.31	Proses Erection PCI Tol Kendal	85
Gambar 5.32	Proses Erection PCI Tol Kendal	85
Gambar 5.33	Proses Erection PCI Tol Kendal	86
Gambar 5.34	Proses Erection PCI Tol Kendal	86
Gambar 5.35	Proses Erection PCI Tol Kendal	87
Gambar 5.36	Proses Erection PCI Tol Kendal	87
Gambar 5.37	Proses Erection PCI Tol Kendal	88
Gambar 5.38	Proses Erection PCI Tol Kendal	88
Gambar 5.39	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	98
Gambar 5.40	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	98
Gambar 5.41	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	99
Gambar 5.42	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	99
Gambar 5.43	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	100
Gambar 5.44	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	100
Gambar 5.45	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	101
Gambar 5.46	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	101
Gambar 5.47	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	102
Gambar 5.48	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	102
Gambar 5.49	Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing	103

# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan menjelaskan latar belakang dipilihnya topik penelitian, maksud dan tujuan dari penelitian, serta batasan masalah dari penelitian ini. Kemudian tidak lupa juga manfaat dari penelitian, sehingga penelitian ini lebih terarah dengan maksud dan tujuan yang diharapkan.

### 1.1. Latar Belakang

Beberapa waktu yang lalu telah terjadi rangkaian kecelakaan yang disebabkan oleh robohnya girder pada proses konstruksi. Robohnya girder dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti, faktor alam, faktor manusia (*human error*), faktor alat (*tools error*), atau faktor desain. Kecelakaan kerja dapat berdampak fatal meskipun hanya dipicu oleh penyebab yang sepele. Kecelakaan kerja sangat merugikan siapapun yang terlibat pada pekerjaan tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung.

Diketahui bahwa kondisi dan situasi lingkungan yang akan dibangun proyek adalah berbeda-beda. Terkait dengan hal tersebut desain perencanaan dan bentuk sebuah bangunan juga berbeda-beda, adakalanya bentuk sebuah konstruksi secara visual terlihat unik bukan karena disengaja, namun karena penyesuaian terhadap kondisi dan situasi. Bukan hanya desain yang harus disesuaikan, namun metode pelaksanaan pekerjaan dan metode konstruksipun juga harus disesuaikan. Terlebih untuk pembangunan jembatan di Indonesia, dimana negara ini masih dalam proses mengembangkan infrastruktur sehingga pembangunan jembatan adakalanya dilakukan di daerah-daerah dengan kondisi lingkungan yang ideal.

Dalam menyesuaikan kondisi dan situasi lokasi proyek, maka desain konstruksi bentang-bentang girder pada jembatan juga harus menyesuaikan. Bentang-bentang yang tidak biasa sebagai bentuk penyesuaian tentunya juga harus diperlakukan secara khusus terutama dari segi keamanan. Untuk instalasi girder sebagai material utama tentunya sangat diperlukan alat berat, sehingga menjadi prioritas untuk memperhatikan alat-alat yang terlibat dalam pekerjaan,



termasuk juga operator yang mengoperasikan alat tersebut, serta pekerja-pekerja lain yang terlibat selama proses *erection*.

Kecelakaan konstruksi pada sebuah proyek dapat merugikan perusahaan kontraktor dari segi manapun. Oleh karena itu penting bagi perusahaan atau pihak manapun baik terkait dengan konstruksi ataupun tidak untuk menerapkan keselamatan kerja. Perusahaan yang baik diwajibkan untuk menjunjung tinggi keselamatan kerja “*Safety First*”, seperti yang diungkapkan oleh Lin (2014) dalam Bhaskara (2017) yaitu, “*Most successful construction companies have recognized that safety and health management is a critical strategic issue and have developed comprehensive company safety and health programs*”.

Sifat kompleks bidang industri konstruksi berpotensi menghadapi banyak risiko, yang pada dasarnya dipengaruhi oleh faktor internal proyek dan adakalanya diperburuk oleh keadaan eksternal (cuaca, bencana, sosial, lingkungan, budaya, dan lain-lain). Salah satu contoh risiko internal yang sering terjadi dan diperburuk oleh faktor eksternal adalah kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja merupakan risiko utama yang mengancam keselamatan tenaga kerja di bidang industri konstruksi (Bhaskara, 2017). Sebuah kegagalan konstruksi dapat terjadi karena tidak terpenuhinya suatu hal atau beberapa hal seperti: akurasi perencanaan, ketepatan pemilihan metode pelaksanaan, kualitas dan standar pengujian, kemampuan alat dan kontrol periodik peralatan, ketrampilan dan pengalaman kerja tenaga yang ada, koordinasi antar unsur terkait dalam suatu proyek, dan *Standard Operation Procedure* (Budiono, 2013).

Menurut Griffin dan Neal (2000) dalam (Sutrisno dkk, 2008) Keselamatan erat kaitannya dengan istilah “Iklim Keselamatan” mengacu pada persepsi organisasi, kebijakan, prosedur dan prakteknya. Iklim keselamatan dapat mempengaruhi sikap para pekerja terhadap keselamatan, cara melaksanakan pekerjaan dan cara pekerja berinteraksi dengan sesama pekerja yang mempunyai dampak langsung pada hasil keselamatan seperti kecelakaan pekerja pada perusahaan.

Upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya dengan *assesment* (penilaian) yang dilakukan dengan peninjauan di lapangan. Kegiatan ini dapat dilakukan ketika

proyek dalam masa persiapan, pada saat pelaksanaan, dan ketika proyek telah selesai.

Penilaian saat masa persiapan, maka dapat dilakukan dengan meninjau ukuran dari proses persiapan dan keadaan di lapangan pada saat itu, dengan *output* ukuran kesiapan lapangan untuk mencegah lapangan kecelakaan kerja lapangan. Penilaian yang dilakukan ketika proyek tengah dilaksanakan dapat ditinjau dari sejauh mana keselamatan kerja telah dilaksanakan pada saat itu, sehingga *outputnya* adalah ukuran kepatuhan proyek terhadap regulasi keselamatan kerja. Dan penilaian yang dilakukan ketika proyek telah selesai, maka akan menjadi evaluasi. Apabila nilai evaluasi baik, maka sistem keselamatan kerja yang telah dilaksanakan dapat dipertahankan atau disempurnakan sehingga menjadi referensi sistem bagi keselamatan kerja di proyek selanjutnya. Namun apabila hasilnya buruk maka perlu dilakukan perbaikan/*improvement* sistem untuk proyek selanjutnya.

*Assesment*/penilaian dapat dilakukan dengan meninjau secara detail ataupun secara visual. Peninjauan secara detail dilakukan dengan penilaian secara keseluruhan seperti penilaian dokumen proyek, sertifikasi tenaga-tenaga yang terlibat dalam pekerjaan, kualitas, dan lain sebagainya.

Sedangkan penilaian secara visual baik secara langsung di lapangan atau melalui media tertentu (foto/video) dapat dilakukan dengan cepat (*rapid*) mengenai kondisi eksisting lingkungan/pekerjaan, apakah pekerjaan yang dilakukan telah memenuhi standar (SOP) keselamatan kerja, peraturan keselamatan kerja dan lain sebagainya. Penilaian secara rapid dapat mengasumsikan bahwa apa yang terjadi di lapangan pada saat itu merupakan refleksi dari pekerjaan terdahulu.

Metode penilaian secara rapid ini telah digunakan Nugraheni (2008) sebagai Bayes's Theorem. Dalam penelitiannya Nugraheni memilih metode ini karena teori ini dapat memberikan jawaban atas masalah dari susunan jawaban yang ditentukan sebelumnya. "*Bayes' theorem to assess safe construction practice, whether it being used or not, based on evidence that of information observed from an image. To show how to assess safe practice given information from an image, one particular activity was chosen.*" (Nugraheni, 2008). Dalam kutipan tersebut

dapat diartikan bahwa peninjauan dapat dilakukan secara visual dengan media foto, berdasarkan aktivitas yang digambarkan dalam media foto tersebut.

Pada penelitian ini pengamatan dilakukan pada empat lokasi proyek dengan pekerjaan *erection girder* yaitu Proyek UB Sungai 05 Margomulyo, Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar), Jalan Tol Kendal, Jalan Tol Pantura Gerinsing. Berdasarkan latar belakang diatas maka akan diteliti tentang *assessment* pada pekerjaan girder pada keempat proyek tersebut. *Assessment* ini dilakukan dengan peninjauan pekerjaan girder secara visual dan cepat (*rapid*), peninjauan hanya berfokus pada *assessment*/penilaian melalui media foto dan video pada pekerjaan girder dari keempat proyek. Seperti yang dijelaskan penilaian secara rapid dapat mengasumsikan bahwa apa yang terjadi di lapangan pada saat itu merupakan refleksi dari pekerjaan terdahulu.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka dapat disusun masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah aman atau tidak kondisi proyek-proyek pekerjaan *erection girder*?
2. Berapa presentase nilai profitabilitas keamanan total per proyek serta kecenderungannya?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini maka diperlukan jawaban sebagai bentuk tujuan dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui aman atau tidaknya kondisi proyek-proyek pekerjaan *erection girder*.
2. Mengetahui detil presentase nilai profitabilitas keamanan total per proyek serta kecenderungannya.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi praktisi maupun kalangan akademis yaitu:

1. Mengetahui tingkat risiko kecelakaan kerja pada pelaksanaan proyek jembatan dengan menggunakan girder.
2. Dengan mengetahui tingkat risiko kecelakaan kerja, maka dapat melakukan tindakan pencegahan bagi proyek tersebut maupun bagi proyek selanjutnya di masa mendatang.
3. Mengetahui nilai yang keselamatan kerja yang ideal serta indikator-indikator keselamatan kerja sesuai sebagai acuan penilaian keselamatan kerja bagi proyek selanjutnya.

#### **1.5. Batasan Penelitian**

Agar penelitian ini terfokus dan tidak menyimpang maka terlebih dahulu dibuat pembatasan-pembatasan yang meliputi:

1. Aspek keselamatan kerja yang ditinjau hanya pada proyek pelaksanaan jembatan yang menggunakan PCI Girder.
2. Proyek yang ditinjau adalah proyek jembatan yang dilakukan oleh 3 kontraktor dengan minimal grade B1.
3. Pelaksanaan pekerjaan yang ditinjau hanya pada saat pelaksanaan *erection girder*.
4. Penilaian keselamatan kerja menggunakan *Rapid Visual Screening (RVS)*, yaitu penilaian yang dilakukan secara visual mengenai kondisi eksisting proyek.
5. Data pengamatan pada penelitian ini berupa foto/video, dan pengamatan dilakukan melalui media tersebut.
6. Hasil *Rapid Visual Screening (RVS)* hanya bersifat mengetahui “aman” dan “tidak aman” yang disertai penjelasan indikator-indikator secara deskriptif.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka adalah suatu acuan yang digunakan untuk mendukung permasalahan yang akan diteliti dan dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk menghasilkan teori yang akan baru diteliti. Sehingga diharapkan dengan adanya penelitian terkait dapat memudahkan dalam membantu pemilihan prosedur penelitian, mendalami landasan teori yang berkaitan dengan permasalahan, mengkaji kelebihan dan kekurangan hasil penelitian terdahulu, menghindari duplikasi penelitian sebelumnya dan membantu dalam perumusan masalah.

#### **2.1 Penelitian Sebelumnya**

1. Penelitian Bhaskara, (2017), tujuan dari penelitian ini ialah membuat sebuah prosedur kerja dalam standar operasional pekerjaan atau pedoman yang praktis dan jelas, sehingga dapat mudah dipahami dengan baik sebagai peraturan dan memungkinkan orang awam sekalipun dapat mengerti/memahami. Metode penelitian dilakukan dengan mewawancarai dua *safety officer* untuk menentukan area bahaya di proyek konstruksi gedung bertingkat agar dapat dilakukan identifikasi mengenai kondisi tidak amannya, kemudian didapatkan area pekerjaan galian tanah untuk konstruksi *basement* dilakukan peninjauan lebih jauh terkait kondisi tidak aman. Sehingga, pada area pekerjaan galian tanah konstruksi *basement* teridentifikasi 17 macam risiko kondisi tidak aman. Hasil penelitian ialah rekomendasi prosedur kerja yang telah melalui proses validasi oleh *safety officer*. Rekomendasi prosedur kerja dibuat dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) yang dijabarkan secara detail mengenai deskripsi kondisi tidak aman, risiko celaka, serta rekomendasi upaya pencegahan.
2. Pangestika, (2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pelaksanaan *erection* balok *girder* dengan menggunakan *gantry launcher* dan menganalisis produktivitas *erection* balok *girder* dengan

menggunakan *gantry launcher*. Kemudian untuk metode yang dilakukan dalam penelitian ini ialah dengan pengamatan langsung atau visualisasi. Untuk hasil yang didapatkan dalam penelitian ini pelaksanaan pekerjaan utama dari *erection PCI girder* dengan menggunakan *gantry launcher* adalah pekerjaan pendahuluan, mobilisasi PCI girder, *stressing PCI girder* dan *erection girder*. Produktivitas *erection PCI girder* menggunakan alat *gantry launcher* pada P1-P2 (*pier head 1 ke pier head 2*) sebelah kanan *underpass* kereta api dengan panjang bentang 42 meter membutuhkan waktu 5 hari kerja untuk 11 span *PCI girder*. Dalam 1 span *PCI girder* terdapat 7 segmen yang disatukan dengan *stressing* metode pascatarik. Dalam 1 segmen *PCI girder* panjangnya kurang lebih 6 meter.

3. Nur, (2017). Maksud atau tujuan dari penelitian ini ialah mengkaji metode pelaksanaan *erection girder* menggunakan *crawler crane*, serta menganalisis produktivitas *crawler crane* dalam pelaksanaan *erection girder*. Kemudian untuk metode yang dilakukan dalam penelitian ini ialah dengan pengamatan langsung atau visualisasi. Dan untuk hasil dari penelitian ini yaitu Permasalahan dalam pekerjaan dilapangan yang terjadi adalah lambatnya pelangsiran *girder* ke lapangan, telatnya pemindahan persiapan alat *crawler crane*, dan cuaca pada saat hujan yang akan menjadikan mundurnya waktu pelaksanaan dari jadwal yang telah ditentukan. Alternatif dari permasalahan tersebut adalah dengan memperbaiki manajemen persiapan dari segala pekerjaan, serta menghindari cuaca pada saat hujan yang dapat berpengaruh pada keselamatan pekerjaan *erection girder*. Metode pelaksanaan *erection girder* meliputi pekerjaan pelangsiran *girder*, *stressing girder*, *grouting* dan *erection girder*. Untuk melakukan pekerjaan pelangsiran *girder*, *stressing girder*, *grouting* dan *erection girder* pada konstruksi *overpass* tol Solo-Ngawi dibutuhkan waktu pengerjaan selama 16 hari kerja.
4. Heri dkk, (2018). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian terhadap tingkat kerentanan bangunan rumah hunian cagar budaya

terhadap gempa dan mengidentifikasi faktor penyebab kerentanannya gempa. Untuk metode yang dilakukan yaitu penilaian (assessment) dengan metode RVS berdasarkan FEMA p-154 tahun 2015. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa rumah hunian nDalem Pujokusuman Yogyakarta berada pada daerah rawan gempa dengan tingkat ancaman tinggi dan telah dilakukan renovasi tanpa peran ahli memadai (*non-engineered*). Rumah-rumah tersebut rentan terhadap gempa dan berpotensi roboh sebesar 63% dari seluruh bangunan jika terjadi gempa bumi. Kemudian faktor yang menyebabkan bangunan rentan terhadap gempa adalah pada tipe bangunan, dimana sistem konstruksi tidak sesuai, bentuk denah tidak sesuai, adanya spit level ketidakaturan vertikal, detailing belum mengacu pada pembangunan atau kode yang berlaku, perawatan dan perbaikan bangunan tidak standar.

5. Argha, (2014). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu mengevaluasi penerapan Keselamatan Kerja (K2) pada pekerjaan pondasi pembangunan gedung Fakultas MIPA UII dengan memanfaatkan foto konstruksi sebagai data yang di dapat di proyek selama masa pengamatan dan mengetahui upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi proyek konstruksi Fakultas MIPA UII. Jenis penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Data diolah dengan berpedoman pada *checklist* keselamatan kerja, kemudian data berupa foto tersebut di analisis menggunakan Theorema Bayes. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan apakah pekerjaan tersebut dilaksanakan secara aman atau tidak aman. Setelah itu, dilakukan pembahasan untuk mencari upaya mengurangi kecelakaan kerja dan dari pembahasan dapat ditarik kesimpulan untuk pencegahan terjadinya kecelakaan. Kemudian untuk hasil dari penelitan adalah bahwa dari 10 foto pekerjaan galian pondasi, 35 foto pekerjaan penulangan pondasi, 17 pekerjaan pengecoran pondasi yang menjadi data, semuanya mempunyai nilai  $P(H | E_{comb}) = 0$ . Hal ini menunjukkan bahwa semua pekerjaan dilaksanakan secara tidak aman.

**Tabel 2.1** Tabel Penelitian Sebelumnya

<b>NO</b>	<b>NAMA PENELITI</b>	<b>TUJUAN PENELITIAN</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>HASIL PENELITIAN</b>
1.	Bhaskara, A. (2017).	Membuat sebuah prosedur kerja dalam standar opresional pekerjaan atau pedoman	Metode penelitian dilakukan dengan mewawancarai dua <i>safety officer</i> untuk menentukan area bahaya di proyek konstruksi gedung bertingkat	Hasil penelitian adalah rekomendasi prosedur kerja yang telah melalui proses validasi oleh <i>safety officer</i> . Rekomendasi prosedur kerja dibuat dalam bentuk bagan alir ( <i>flow chart</i> ) yang dijabarkan secara detail mengenai deskripsi kondisi tidak aman, risiko celaka, serta rekomendasi upaya pencegahan.
2.	Pangestika, C. (2016).	Mengetahui metode pelaksanaan <i>erection</i> balok <i>girder</i> dengan menggunakan <i>gantry launcher</i> dan menganalisis	Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung atau visualisasi.	Pekerjaan utama dari <i>erection PCI girder</i> dengan menggunakan <i>gantry launcher</i> adalah, pekerjaan pendahuluan, mobilisasi PCI girder, <i>stressing PCI girder</i> dan <i>erection girder</i> . Produktivitas <i>erection PCI girder</i> menggunakan alat <i>gantry launcher</i> pada P1-P2 ( <i>pier head 1 ke pier head 2</i> ) sebelah kanan <i>underpass</i> kereta api dengan panjang bentang 42 meter membutuhkan waktu 5

NO	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
		<p>produktivitas <i>erection</i> balok <i>girder</i> dengan menggunakan <i>gantry launcher</i>.</p>		<p>hari kerja untuk 11 span <i>PCI girder</i>. Dalam 1 span <i>PCI girder</i> terdapat 7 segmen yang disatukan dengan <i>stressing</i> metode pascatarik. Dalam 1 segmen <i>PCI girder</i> panjangnya kurang lebih 6 meter.</p>
3.	Nur, F. (2017).	<p>Mengkaji metode pelaksanaan <i>erection girder</i> menggunakan <i>crawler crane</i>, serta menganalisis produktivitas <i>crawler crane</i> dalam pelaksanaan <i>erection girder</i>.</p>	<p>Metode yang dilakukan dalam penelitian ini ialah dengan pengamatan langsung atau visualisasi.</p>	<p>Lambatnya pelangsiran <i>girder</i> ke lapangan, telatnya pemindahan persiapan alat <i>crawler crane</i>, dan cuaca pada saat hujan yang akan menjadikan mundurnya waktu pelaksanaan dari jadwal yang telah ditentukan. Alternatif dari permasalahan tersebut adalah dengan memperbaiki manajemen persiapan dari segala pekerjaan, serta menghindari cuaca pada saat hujan yang dapat berpengaruh pada keselamatan pekerjaan <i>erection girder</i>. Metode pelaksanaan <i>erection girder</i> meliputi pekerjaan pelangsiran <i>girder</i>, <i>stressing girder</i>, <i>grouting</i> dan <i>erection girder</i>. Untuk melakukan pekerjaan pelangsiran <i>girder</i>, <i>stressing girder</i>, <i>grouting</i> dan <i>erection girder</i> pada konstruksi <i>overpass</i> tol Solo-Ngawi dibutuhkan waktu pengerjaan selama 16 hari kerja.</p>



NO	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
4.	Heri, M. dkk (2018).	Untuk melakukan penilaian terhadap tingkat kerentanan bangunan rumah hunian cagar budaya terhadap gempa dan mengidentifikasi faktor penyebab kerentanannya gempa.	Metode yang dilakukan yaitu penilaian ( <i>assessment</i> ) dengan metode RVS berdasarkan FEMA p-154 tahun 2015.	Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa rumah hunian di Dalem Pujokusuman Yogyakarta berada pada daerah rawan gempa dengan tingkat ancaman tinggi dan telah dilakukan renovasi tanpa peran ahli memadai ( <i>non-engineered</i> ). Rumah-rumah tersebut rentan terhadap gempa dan berpotensi roboh sebesar 63% dari seluruh bangunan jika terjadi gempa bumi. Kemudian Faktor yang menyebabkan bangunan rentan terhadap gempa adalah pada tipe bangunan, dimana sistem konstruksi tidak sesuai, bentuk denah tidak sesuai, adanya split level ketidak teraturan vertical, detailing belum mengacu pada pembangunan atau code yang berlaku, perawatan dan perbaikan bangunan tidak standar.
5.	Argha, M. (2014).	Mengevaluasi penerapan Keselamatan Kerja (K2) pada pekerjaan pondasi	Metode deskriptif. Data diolah dengan berpedoman pada checklist keselamatan kerja, kemudian data	Hasil dari penelitian adalah bahwa dari 10 foto pekerjaan galian pondasi, 35 foto pekerjaan penulangan pondasi, 17 pekerjaan pengecoran pondasi yang menjadi data, semuanya mempunyai nilai $P(H   E_{comb}) = 0$ . Hal ini menunjukkan bahwa semua pekerjaan dilaksanakan secara tidak aman.

NO	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
		<p>pembangunan gedung Fakultas MIPA UII dengan memanfaatkan foto konstruksi sebagai data yang di dapat di proyek selama masa pengamatan dan mengetahui upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi proyek konstruksi Fakultas MIPA UII.</p>	<p>berupa foto tersebut di analisis menggunakan Theorema Bayes.</p>	

## 2.2 Perbedaan Penelitian ini dengan Penelitian sebelumnya

Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian yang sebelumnya adalah subjek atau objek yang akan diteliti. Dimana akan membahas tentang “Keselamatan kerja pada proses pemasangan *erection girder*”. Penelitian ini berfokus pada assessment atau penilaian menggunakan RVS, dimana tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui keselamatan kerja pada proses *erection girder*. Keaslian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan dengan asas-asas keilmuan yang harus dijunjung tinggi yaitu kejujuran, rasional, objektif serta terbuka.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Pada BAB II telah dipaparkan hasil dari penelitian sejenis sebagai bahan acuan untuk penelitian ini dan digunakan sebagai perbandingan, agar pada saat pembuatan penelitian ini tidak terjadi duplikasi. Tahapan selanjutnya adalah pemaparan landasan teori yang akan menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini.

#### **3.1 Manajemen Proyek Konstruksi**

Pada proyek konstruksi kita selalu dihadapkan oleh manajemen proyek, dimana manajemen proyek ini sangat penting demi keberlangsungan pembangunan konstruksi. Menurut Soeharto (1999). Manajemen proyek adalah merupakan suatu cara atau teknik yang ditawarkan dengan maksud mengelola suatu proyek konstruksi.

Sedangkan menurut Ervianto, (2005). Manajemen proyek adalah suatu kegiatan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal proyek hingga berakhirnya proyek, dimana berfungsi untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek konstruksi, tepat biaya, dimana agar proyek konstruksi tidak ada biaya tambahan dari rencana biaya yang telah dianggarkan dan kemudian tepat mutu, yaitu kualitas sesuai dengan persyaratan yang tertulis pada dokumen kontrak dan RKS dan tidak lupa pula semua proses kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar tanpa ada masalah yang menghambat pelaksanaan proyek.

Pada dasarnya manajemen proyek merupakan fungsi pokok dari manajemen dalam merencanakan, menggerakkan, mengorganisasikan, dan mengendalikan proyek sehingga proyek tersebut terlaksana dengan efisien dan efektif. Demi mencapai sasaran proyek konstruksi banyak batasan yang harus dipahami sebelumnya yaitu, ruang lingkup pekerjaan, waktu pekerjaan, anggaran/biaya pekerjaan dan keselamatan pada pekerjaan. Dilihat dari penjelasan di atas maka

perlu sekali adanya manajemen proyek, demi keberlangsungan proyek hingga proyek selesai, terutama tanpa mengabaikan keselamatan para pekerja konstruksi.

### 3.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu usaha yang kompleks dan tidak memiliki kesamaan persis dengan proyek manapun sebelumnya, sehingga sangat penting apabila suatu proyek konstruksi membutuhkan manajemen proyek konstruksi. Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Selain itu, proyek konstruksi juga memiliki karakteristik yaitu bersifat unik, membutuhkan sumber daya (*manpower, material, machines, money, method*), serta membutuhkan organisasi (Ervianto, 2005).

Karakteristik proyek konstruksi (Ervianto, 2005) adalah sebagai berikut:

1. Merupakan usaha yang kompleks, biasanya bukan kegiatan yang berulang.
2. Tidak ada yang identik (sama persis).
3. Memiliki satu sasaran yang jelas dan telah ditentukan, yang menghasilkan produk yang spesifik.
4. Mempunyai siklus hidup, ada titik awal dan titik akhir.
5. Ciri-ciri proyek berubah-ubah selama melalui fase siklus hidupnya.
6. Ketidakpastian biaya dan waktu serta memiliki kadar resiko yang tinggi.

Menurut Ervianto (2005) proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu :

1. Bangunan Gedung : rumah, kantor, pabrik dan lain-lain.

Ciri-ciri kelompok bangunan ini adalah proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tunggal, pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang reatif sempit dan kondisi pondasi pada umumnya sudah diketahui, manajemen dibutuhkan terutama untuk *progressing* pekerjaan.

2. Bangunan Sipil : jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia,

pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam satu proyek, manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan.

### **3.3 Bangunan Jembatan**

Merujuk pada Permen Pu No 41 Tahun 2015, jembatan adalah jalan atau lintasan yang terletak diatas permukaan air atau di atas permukaan tanah. Kemudian Menurut Utami (2013) dalam jurnalnya jembatan adalah bangunan konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan atau hambatan yang berada lebih rendah. adapun rintangan ini adalah jalan air atau jalan lalu lintas biasa.

Jembatan adalah sarana penghubung antar satu wilayah ke wilayah atau penghubung dua jalan yang terputus oleh adanya faktor–faktor/hambatan seperti lembah, sungai, danau, kereta api, jalan raya dan lain–lain. Menurut Struyk dan Van der Veen dalam jurnal Utami (2013), jembatan dibagi menjadi dua golongan, golongannya sebagai berikut :

1. Golongan I Jembatan – jembatan tetap seperti jembatan kayu, jembatan baja, jembatan beton bertulang dan jembatan batu.
2. Golongan II Jembatan yang dapat digerakkan seperti jembatan angkat, jembatan baskul, jembatan lipat, jembatan beroda.

#### **3.3.1 Bagian Konstruksi Jembatan**

Secara umum konstruksi jembatan dibagi 2 bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah. Secara umum bangunan atas berhubungan langsung dengan beban lalu lintas yang bekerja, sedangkan bangunan bawah adalah bangunan yang menerima beban dari bangunan atas dan kemudian meneruskannya ke lapisan dasar (tanah keras) sebagai lapisan pendukung.

1. Bagian atas

Bagian bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi jembatan, di mana fungsi bangunan ini adalah untuk menampung beban lintas, orang, barang

dan berat sendiri konstruksi bangunan yang kemudian menyalurkan beban tersebut ke bagian bawah.

Adapun bagian atas pada jembatan sebagai berikut :

a. Sandaran

Berfungsi untuk membatasi antara lebar suatu jembatan agar membuat rasa aman pada pengguna lalu lintas jembatan atau kendaraan.

b. Rangka Jembatan

Biasanya rangka jembatan terbuat dari baja profil

c. Trotoar

Merupakan tempat pejalan kaki yang terbuat dari beton, kemudian bentuknya lebih tinggi dari lantai jalan atau permukaan aspal. Lebar trotoar minimal cukup untuk dua orang berpapasan dan biasanya antara 0,5–1,5 meter dan dipasang pada sisi kiri dan kanan jembatan.

d. Lantai Kendaraan

Lantai kendaraan merupakan lintasan utama yang akan dilalui oleh kendaraan.

e. Gelagar Melintang

Berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar dan beban lainnya serta menyalurkan ke rangka utama atau struktur bawah.

f. Ikatan Angin

Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau melawan gaya yang diakibatkan oleh angin, baik pada bagian atas maupun bagian bawah jembatan.

g. Landasan/Perletakan

Landaan atau perletakan dibuat untuk menerima gaya-gaya dari konstruksi bangunan atas, baik secara horizontal, vertikal maupun lateral dan menyalurkannya ke bangunan dibawahnya.

2. Bagian bawah

Bangunan ini terletak pada bagian bawah konstruksi yang fungsinya untuk memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas, kemudian disalurkan ke pondasi dan dari pondasi diteruskan ke tanah keras. Jadi bangunan bawah



merupakan salah satu penyangga dan penyalur semua beban yang bekerja pada jembatan.

Adapun bagian bawah pada jembatan sebagai berikut :

a. Abutment

Abutment jembatan adalah salah satu bagian konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung-ujung jembatan yang berfungsi sebagai pendukung bagi bangunan di atasnya dan sebagai penahan tanah timbunan. Konstruksi abutment juga dilengkapi dengan konstruksi sayap untuk menahan tanah dengan arah tegak lurus dari as jalan.

b. Pilar (pier)

Pilar (pier) adalah salah satu bagian bawah bangunan jembatan yang terletak ditengah-tengah bentang antara dua buah abutment yang berfungsi juga untuk memikul beban bangunan atas dan bangunan lainnya dan meneruskannya ke pondasi serta disebarkan ke tanah dasar yang keras. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan pilar pada suatu konstruksi jembatan antara lain ditinjau dari :

1. Bentang jembatan yang akan direncanakan.
2. Kedalaman sungai atau perilaku sungai.
3. Elemen struktur yang akan digunakan.

Pada umumnya pilar jembatan dipengaruhi oleh aliran (arus) sungai, sehingga dalam perencanaan perlu diperhatikan dari segi kekuatan dan keamanan dari bahan-bahan hanyutan dan aliran sungai itu sendiri, maka bentuk dan penempatan pilar tidak boleh menghalangi aliran air terutama pada saat banjir.

c. Pondasi

Pondasi berfungsi untuk memikul beban di atas dan meneruskannya ke lapisan tanah pendukungnya tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Adapun hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi diantaranya :

1. Daya dukung tanah terhadap konstruksi.

2. Beban yang bekerja pada tanah baik secara langsung maupun tidak langsung.
  3. Keadaan lingkungan seperti banjir, longsor, dan lainnya.
- d. Pelat Injak

Pelat injak berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika akan memasuki awal jembatan. Pelat injak ini sangat berpengaruh pada pekerjaan bangunan bawah, karena bila dalam pelaksanaan pemadatan kurang sempurna maka akan mengakibatkan penurunan dan plat injak akan patah.

Pada penelitian ini berfokus pada bangunan bagian atas, dimana letak balok prategang (PCI girder) berada di atas pondasi.

### 3.4 Pengertian Girder

Secara umum suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika arsitektural yang meliputi akses lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Girder merupakan sebuah struktur atas yang terbuat dari precast beton yang terpasang diantara dua penyangga. Fungsi dari girder adalah untuk menyalurkan beban berupa beban kendaraan di atasnya untuk di kirimkan ke struktur bawah yaitu abutment agar bisa diredam dan tidak terjadi persimpangan beban atau gaya.

Penggunaan girder pada saat ini memang lebih disenangi para kontraktor karena lebih praktis dan lebih kuat. Ada dua pilihan girder yaitu baja dan beton yang biasa digunakan dalam pembuatan jembatan, *fly over*, jalan tol dan lain-lain. Balok girder mempunyai bentang panjang sekitar 20 meter sampai 40 meter.

Girder juga mempunyai bentuk yang berbagai macam seperti girder I, girder T, box girder single dan multi sel sebagai konstruksi jalan raya. Untuk membuat sebuah desain jembatan perlu dilakukan perhitungan yang matang, karena setiap girder mempunyai kelebihan dan keuntungan masing-masing

(www.testindo.com). Berikut adalah beberapa bentuk girder antara lain sebagai berikut:

### Jenis-Jenis Balok Girder

#### 1. *PC Voided Slab*

PC voided slab merupakan girder jembatan yang menggabungkan fungsi girder sekaligus slab. PC voided slab biasanya digunakan pada jembatan bentang pendek. Bentang terpanjang untuk jenis girder ini adalah 17 meter. Gambar PC voided slab dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini



**Gambar 3.1** PC Voided Slab (Sumber : wika-beton.co.id)

#### 2. PCU Girder

PC U girder merupakan girder jembatan yang memiliki bentuk penampang yang lebar namun pada bagian tengah bentang penampangnya cukup langsing. Berdasarkan dari bentuknya, PC U girder cukup memenuhi nilai estetika jembatan. Menurut spesifikasi produksi girder, PC U girder memiliki bentang terpanjang sepanjang 42 meter. Bentuk dari PC U girder juga cukup memenuhi nilai estetika jembatan. Gambar PC U girder dapat dilihat pada Gambar 3.2.

#### 3. Box Girder

Box girder merupakan girder jembatan yang dalam spesifikasi produksi tidak memiliki batasan panjang bentang. Dalam tahapan pekerjaan, box girder terlebih dahulu mengalami proses *erection* dan diangkat persegmental. Proses stressing dilakukan setelah tahapan *erection*. Bentuk dari box girder juga cukup memenuhi nilai estetika pada bangunan jembatan. Gambar box girder dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.2** PCU Girder (Sumber: [jhs-system.com](http://jhs-system.com))



**Gambar 3.3** Box Girder (Sumber: [jayabeton.com](http://jayabeton.com))

#### 4. PCI Girder

PC I girder merupakan girder jembatan yang memiliki bentuk penampang I dengan penampang bagian tengah lebih langsing dari pada bagian pinggir.

PC I girder merupakan girder dengan penampang yang kecil dibanding dengan jenis girder lainnya dan memiliki berat sendiri yang relatif lebih ringan perunitnya, oleh sebab itu biasanya dari hasil analisis PC I girder adalah penampang yang ekonomis. Gambar PC I girder dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



**Gambar 3.4** PCI Girder (Sumber : bumntoday.com)

### 3.5 Metoda Pemasangan Girder

Sebelum melakukan pemasangan girder, harus dibuat tiang penyangga atau abutment terlebih dahulu. Peletakan girder dapat menggunakan bantuan crane untuk mengangkat dan di letakkan di atas *abutment*. Pemasangan girder harus dilakukan secara hati-hati sesuai arahan dari arsitek dan kontraktor. Kedua crane harus mengangkat secara bersamaan dan seimbang tidak boleh melebihi dan saling mendahului karena dapat menyebabkan girder menjadi tidak seimbang dan jatuh.

Kemudian dilanjutkan pemasangan besi (*stressing*) untuk menambah pertulangan dari balok girder tersebut, pasang besi beserta auger dan wedges untuk menjadi tulangan dari balok girder tersebut. Lalu pada sisi kanan dan kiri balok girder yang terdapat tulangan disambung dan diberi tulangan lagi lalu dicor dengan mutu terbaik agar balok girder saling mengikat dan tidak terlepas dari dudukannya.

Pemasangan girder ini dapat ditentukan lurus atau tidaknya menggunakan *Structural Health Monitoring System* (SHMS) yang berupa sistem untuk memantau kondisi suatu struktur bangunan melalui sensor yang terhubung ke layar monitor ([www.testindo.com](http://www.testindo.com)).



**Gambar 3.5** Pemasangan Girder (Sumber: indiamart.com)

### **3.6 Sistem Keselamatan Kerja**

Kesuksesan program sistem manajemen Keselamatan Kerja pada proyek konstruksi tidak lepas dari berbagai pihak yang saling terlibat, berinteraksi dan bekerja sama. Hal ini sudah seharusnya menjadi pertimbangan utama dalam pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi yang dilakukan oleh tim proyek dan seluruh manajemen dari berbagai pihak yang terkait di dalamnya. Masing-masing pihak mempunyai tanggung jawab bersama yang saling mendukung untuk keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi yang ditandai dengan evaluasi positif dari pelaksanaan program keselamatan kerja. Berikut ini penjelasan tentang pedoman penerapan keselamatan kerja di Indonesia menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No:PER 05/MEN/1996:

a. **Komitmen dan Kebijakan**

Pengusaha dan pengurus tempat kerja harus menetapkan komitmen kebijakan keselamatan kerja serta organisasi keselamatan kerja.

Disamping itu pengusaha dan pengurus juga melakukan koordinasi terhadap perencanaan keselamatan kerja. Dalam hal ini perlu menjadi perhatian penting terdiri atas 3 hal yaitu:

1. Kepemimpinan dan Komitmen
2. Tinjauan Awal K3
3. Kebijakan K3

b. Perencanaan

Dalam perencanaan ini secara lebih rinci menjadi beberapa hal:

1. Perencanaan identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian resiko dari kegiatan, produk dan jasa.
2. Pemenuhan akan peraturan perundangan dan persyaratan lainnya kemudian memberlakukan kepada seluruh pekerja.
3. Menetapkan sasaran dan tujuan dari kebijakan K3 yang harus dapat diukur, menggunakan satuan/indikator pengukuran, sasaran pencapaian dan jangka waktu pencapaian.
4. Menggunakan indikator kinerja sebagai penilaian kinerja K3 sekaligus menjadi informasi keberhasilan pencapaian SMK3.
5. Menetapkan sistem pertanggungjawaban dan sasaran untuk pencapaian kebijakan K3.
6. Keberhasilan penerapan dan pelaksanaan SMK3 memerlukan suatu proses perencanaan yang efektif dengan hasil keluaran (output) yang terdefinisi dengan baik dapat diukur.

c. Penerapan

Menerapkan kebijakan K3 secara efektif dengan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung yang diperlukan untuk mencapai kebijakan, tujuan dan sasaran K3. Suatu tempat kerja dalam menerapkan kebijakan K3 harus dapat mengintegrasikan Sistem Manajemen Perusahaan yang sudah ada. Yang perlu diperhatikan oleh perusahaan pada tahap ini adalah :

1. Jenis kemampuan



- a. Sumber daya manusia, fisik dan finansial
  - b. Integrasi
  - c. Tanggung jawab dan tanggung gugat
  - d. Konsultasi, Motivasi dan Kesadaran
  - e. Pelatihan dan Keterampilan
2. Dukungan Tindakan
    - a. Komunikasi
    - b. Pelaporan
    - c. Dokumentasi
    - d. Pengendalian Dokumen
    - e. Pencatatan Manajemen Operasi
3. Identifikasi Sumber Bahaya dan Pengendalian Resiko
    - a. Identifikasi Sumber Bahaya
    - b. Penilaian Resiko
    - c. Tindakan Pengendalian
    - d. Perencanaan dan Rekayasa
    - e. Pengendalian Administratif
    - f. Tinjauan Ulang Kontrak
    - g. Pembelian
    - h. Prosedur Tanggap Darurat atau Bencana
    - i. Prosedur Menghadapi Insiden
    - j. Prosedur Rencana Pemulihan
4. Pengukuran dan Evaluasi
    - a. Inspeksi dan pengujian
    - b. Audit SMK3
    - c. Tindakan perbaikan dan pencegahan
5. Tinjauan Oleh Pihak manajemen
    - a. Evaluasi terhadap penerapan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja.
    - b. Tujuan, sasaran dan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja.
    - c. Hasil temuan audit Sistem Manajemen K3

- d. Evaluasi efektifitas penerapan Sistem Manajemen K3 sesuai dengan:
  1. Perubahan peraturan perundangan.
  2. Tuntutan dari pihak yang terkait dan pasar.
  3. Perubahan produk dan kegiatan perubahan.
  4. Perubahan struktur organisasi perusahaan.
  5. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi termasuk epidemiologi.
  6. Pengalaman yang didapat dari insiden keselamatan dan kesehatan kerja.
  7. Pelaporan
  8. Umpan balik khususnya dari tenaga kerja.

### 3.7 Forensik

Forensik merupakan istilah umum yang biasa digunakan di dunia kedokteran dan hukum untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang penting untuk sebuah sistem hukum yang mana hal ini terkait dengan tindak pidana. Forensik dilakukan dengan pemeriksaan dan pengumpulan bukti-bukti fisik yang ditemukan ditempat kejadian perkara dan kemudian dihadirkan di dalam sidang pengadilan.

Dalam dunia teknik sipil, ilmu forensik biasa disebut dengan *forensic engineering*. Dalam Noon (2001) *Forensic engineering is similar to failure analysis and root cause analysis with respect to the science and engineering methodologies employed. Forensic engineering* dalam dunia teknik sipil harus dapat menjelaskan masalah secara obyektif, logis, faktual, netral, tidak bias, dan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti orang awam tentang cara melakukan investigasi untuk mendapatkan temuan-temuan teknik evaluasi dan analisis, hasil evaluasi/analisis, kesimpulan, pendapat dan rekomendasi. Beberapa hal tentang *forensic engineering* terkait dengan permasalahan yang dihadapi dalam dunia teknik sipil:

1. Perencanaan suatu struktur baru

2. Pelaksanaan pembangunannya
3. Pengelolaan, pengoperasian, dan perawatan *existing infrastructure*
4. Evaluasi teknik untuk menilai kelayakan pakai suatu infrastruktur selama masa layanannya.
5. Metode *repair/strenghtening* apabila diperlukan.

Beberapa peristiwa yang dapat terjadi seperti:

1. Kecelakaan
2. Kerusakan
3. Degradasi kekuatan dan keruntuhan
4. Keruntuhan

Peristiwa di atas dapat terjadi pada masa pelaksanaan atau saat pengoperasian suatu infrastruktur. Peristiwa tersebut dapat menimbulkan kerugian-kerugian materi, korban jiwa, terganggunya stabilitas ekonomi, sosial dan politik. Apabila terjadi sebuah peristiwa kegagalan atau kecelakaan konstruksi maka pihak-pihak seperti:

1. Lembaga pengadilan,
2. Kepolisian,
3. pemerintah daerah setempat yang terkait dengan perijinan bangunan,
4. asuransi,
5. pemilik bangunan (*Owner*),
6. konsultan perencanaan/pengawas, dan
7. kontraktor pada saat pembangunan

akan dilibatkan untuk menetapkan siapa yang bersalah dan seberapa besar ganti rugi yang harus dibayarkan kepada pihak yang dirugikan. Situasi yang demikian sangat memerlukan *Forensic Engineering* untuk membantu mengungkapkan permasalahan yang sebenarnya secara proporsional yang secara umum akan meliputi aspek-aspek :

1. Investigasi
2. Evaluasi
3. Kesaksian ahli di depan pengadilan (*Expert Witness*)

Investigasi kegagalan konstruksi dalam bidang *engineer* dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan melakukan evaluasi penilaian risiko atau *risk assesment*.

### **3.8 Risk Assessment (Penilaian Risiko)**

*Risk assessment* adalah proses penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terjadi. Tujuan dari *risk assessment* adalah memastikan kontrol risiko dari proses operasi atau aktivitas yang dilakukan telah berada pada tingkat yang diterima (Wijaya dkk, 2015). *Risk assessment* atau penilaian risiko dalam keselamatan kerja dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan probabilitas.

#### **3.8.1 Probabilitas Bersyarat**

Probabilitas merupakan salah satu ilmu yang menarik dan juga paling berguna pada area matematika. Probabilitas merupakan ilmu dasar bagi inferensi statistik melalui eksperimen dan analisis data. Melalui aplikasi untuk masalah seperti penilaian realibilitas suatu sistem, interpretasi akurasi pengukuran, dan pemeliharaan kualitas yang sesuai, teori probabilitas sangat relevan dengan ilmu teknik sekarang ini (Hayter, 2012).

Probabilitas dari suatu peristiwa adalah rasio jumlah kejadian yang terjadi sesuai dengan total jumlah kejadian. Contoh sederhana ketika melemparkan dua dadu, apakah ada probabilitas bahwa sedikitnya satu dari sekian banyak peluang akan muncul angka 6? Setiap dadu dapat muncul dengan enam nilai berbeda : jumlah total hasilnya adalah  $6 \times 6 = 36$ , jumlah yang kemungkinan berhasil ada 11, sehingga probabilitasnya adalah  $11/36$  (Maslov dan Maslova, 2013).

Dalam studi Wijaya (2014) Probabilitas bersyarat (*conditional probability*) yaitu probabilitas suatu peristiwa akan terjadi dengan ketentuan peristiwa lain telah terjadi. Probabilitas bersyarat dilambangkan dengan  $P(A | B)$ , yaitu probabilitas peristiwa A terjadi, apabila peristiwa B telah terjadi.

Pemahaman teori ini dapat digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian, misalnya dalam penelitian ini setiap video/foto memiliki interpretasi yang berbeda pada setiap orang, tergantung persepsi penilaian pada setiap orang. Sejumlah teori telah dirancang untuk mengatasi masalah ketidakpastian. Ini termasuk probabilitas klasik, probabilitas Bayes, teori Hartley, teori Shannon berdasar pada probabilitas, teori Dempster-Shafer dan teori Zadeh.

Pemanfaatan foto pada penelitian ini bertujuan memberikan penilaian keamanan, pemahaman informasi yang diberikan oleh foto dan interpretasinya didasarkan pada pengetahuan keselamatan kerja. Seorang pengamat yang memiliki pengetahuan keselamatan kerja tentang metode konstruksi yang digambarkan oleh gambar seperti papan pijakan tidak kuat menahan beban pekerja dapat memprediksi konsekuensi tersebut yang mungkin dapat tertusuk besi dan terluka. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa satu peristiwa yang telah terjadi mungkin menyebabkan hal lain terjadi.

Teori Bayes adalah teori umum yang digunakan untuk pengambilan tiga pilihan analisis dalam bisnis dan ilmu-ilmu sosial (Gravetter dan Wallnau, 1993; Giarratano dan Riley, 1994; Bouchon-Meunier, 2000 dan Nugraheni, 2008). Teori Bayes merupakan suatu rumusan matematika yang digunakan untuk menghitung probabilitas bersyarat yang bersifat subjektif, maksudnya orang yang menggunakan akal sehat yang diatur berdasarkan aturan peluang dengan pembuktian teori dan model empiris. Dasar Teori Bayes adalah probabilitas bersyarat, yaitu kemungkinan proposisi  $H$  (*Hypothesis*) yang diberikan pada kejadian  $E$  (*Evidence*). Mengingat bahwa  $H$  adalah proposisi,  $P$  probabilitas bersyarat ( $H | E$ ) dapat diartikan sebagai tingkat keyakinan bahwa  $H$  adalah benar, berdasarkan  $E$ . Untuk keperluan penelitian ini, istilah "tingkat kepercayaan" bisa lebih baik diekspresikan sebagai "tingkat keyakinan". Jika  $P(H | E) = 1$ , maka keyakinan bahwa  $H$  akan terjadi memang benar. Sedangkan, jika  $P(H | E) = 0$ , maka keyakinan bahwa  $H$  akan terjadi memang jelas salah,  $0 < P(H | E) < 1$ , berarti bahwa  $H$  tidak sepenuhnya yakin untuk menjadi benar atau salah. Jenis hipotesis digunakan untuk beberapa proposisi yang kebenarannya atau kesalahannya tidak diketahui pasti atas dasar bukti. Probabilitas bersyarat ini kemudian disebut sebagai kemungkinan, seperti dalam  $P(H | E)$ , yang menyatakan

kemungkinan sebuah hipotesis (H), yang benar berdasarkan bukti-bukti (E).  
Persamaan 3.2 dikenal sebagai rumus Teori Bayes, yaitu:

$$P(H/E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}$$

Keterangan:

$P(H|E)$  adalah tingkat kepercayaan dari hipotesis (H) adalah bukti yang diberikan benar (E) terjadi.

$P(E|H)$  adalah tingkat kepercayaan bukti (E) yang terjadi diasumsikan diberikan (sebelum) hipotesis (H) adalah benar.

$P(H)$  adalah probabilitas hipotesis (H).

$P(E)$  adalah probabilitas bukti (E).

Dalam notasi ini  $P(H|E)$  berarti peluang kejadian H bila E terjadi dan  $P(E|H)$  peluang kejadian E bila H terjadi.

Mengingat bahwa A adalah proposisi, probabilitas bersyarat  $P(A|B)$  dapat diartikan sebagai tingkat keyakinan A adalah benar, mengingat B untuk keperluan penelitian ini, istilah “tingkat keyakinan” dapat lebih baik dinyatakan sebagai “tingkat kepercayaan”. Jika  $P(A|B) = 1$ , maka A adalah keyakinan untuk menjadi benar. Jika  $P(A|B) = 0$ , maka A adalah keyakinan untuk menjadi salah.  $0 < P(A|B) < 1$ , berarti bahwa A tidak sepenuhnya yakin benar atau salah.

Berdasarkan Gambar 3.6 pada bagian yang dilingkari dapat dilihat bahwa kejadian kecelakaan kerja mungkin terjadi karena pekerja tidak menggunakan full body harness:



**Gambar 3.6** Contoh Tindakan Tidak Aman (Sumber: okezone.com)

“Pekerja jatuh dari perancah karena bracing yang diinjak licin atau patah”

Dan preposisi adalah:

“Bracing licin atau tidak kuat menahan beban pekerja”

$P(H)$  adalah probabilitas hipotesis (H) bahwa bracing tidak licin atau tidak patah.

$P(E)$  adalah probabilitas bukti (E) bahwa bracing licin dan tidak kuat untuk menahan beban pekerja.

$P(H | E)$  adalah tingkat kepercayaan bahwa bracing tidak licin dan kuat untuk menahan beban pekerja adalah tidak terbukti karena pada kenyataannya bracing licin dan tidak cukup kuat untuk menahan beban pekerja.

$P(E | H)$  adalah tingkat kepercayaan bahwa bracing licin dan tidak kuat untuk menahan beban pekerja.

Dalam dunia nyata, situasi yang lebih umum dan realistis didasarkan pada hipotesis pasti dan bukti pasti. Untuk kasus umum, asumsikan bahwa tingkat kepercayaan bukti lengkap (E), tergantung pada bukti parsial (e), dengan. Sebuah situasi yang lebih kompleks muncul jika ada bukti senyawa, yaitu beberapa bagian dari bukti dan dinyatakan secara resmi:

JIKA  $E_1, E_2, \dots, E_N$  lalu H



Misalnya, dengan menggunakan Gambar, pernyataan itu dapat dinyatakan:

E 1 adalah papan pijakan tidak terpasang pada scaffolding,

E 2 adalah papan pijakan tidak kuat menahan beban,

H adalah papan pekerjaan aman,

Maka pernyataan logika dapat dinyatakan secara formal:

"Jika papan pijakan tidak terpasang pada scaffolding dan papan pijakan tidak kuat menahan beban menyebabkan pekerjaan tidak aman sehingga H tidak terbukti."

Jadi Persamaan 3.1 menjadi 3.2 Persamaan sebagai berikut:

$$P(H|E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N) = \frac{P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N | H)P(H)}{P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N | H)P(H) + P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N | H')P(H')}$$

(3.2)

Keterangan simbol seperti sebelumnya dan arti dari simbol menggunakan pernyataan untuk Gambar sebagai contoh adalah:

$P(H | E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N) = P(H | E_{\text{comb}})$  adalah tingkat kepercayaan dari hipotesis (H) benar, mengingat bukti senyawa E 1, E 3, ... E N yang terjadi. Dalam contoh ini,  $P(H | E_{\text{comb}})$  berarti tingkat kepercayaan dari pekerjaan aman adalah terbukti karena bracing tidak licin dan dapat menahan beban.

$P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N | H) = P(E_{\text{comb}} | H)$  adalah probabilitas sebelumnya yang merupakan tingkat kepercayaan bukti E1, E2, ... E N adalah hipotesis yang diberikan benar (H) terjadi.

Dalam contoh ini,  $P(E_{\text{comb}} | H)$  berarti kemungkinan sebelumnya bahwa bracing tidak licin mungkin bisa dikarenakan cuaca sedang tidak hujan dan atau safety shoes yang di pakai memiliki sol karet yang baik sehingga pekerjaan pada saat itu aman.

$P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_N | H') = P(E_{\text{comb}} | H')$  adalah probabilitas sebelumnya yang merupakan tingkat kepercayaan bukti E1, E2, ... E N adalah pelengkap hipotesis benar mengingat H' terjadi. Dalam contoh ini,  $P(E_{\text{comb}} | H')$  berarti kemungkinan sebelumnya bahwa bracing licin dan tidak kuat menahan beban maka menyebabkan pekerjaan tidak aman.

$P(H)$  adalah probabilitas sebelumnya hipotesis (H). Dalam contoh ini,  $P(H)$  berarti probabilitas sebelumnya dari pekerjaan tidak aman.

$P(H')$  adalah probabilitas sebelumnya hipotesis pelengkap ( $H'$ ). Dalam contoh ini,  $P(H')$  berarti probabilitas sebelumnya dari pekerjaan aman.

Persamaan 3.2 dapat dinyatakan sebagai tingkat kepercayaan atau kemungkinan hipotesis karena kejadian dari  $P$  bukti ( $H | E_{comb}$ ) yang berasal dari perhitungan tingkat kepercayaan suatu terjadinya bukti yang menyebabkan  $P$  hipotesis ( $E_{comb} | H$ ) kalikan dengan probabilitas hipotesis  $P(H)$ , dibagi dengan jumlah derajat kepercayaan suatu terjadinya bukti yang menyebabkan hipotesis  $P(E_{comb} | H)$  kalikan dengan probabilitas hipotesis  $P(H)$  dan tingkat kepercayaan suatu terjadinya bukti yang menyebabkan melengkapi hipotesis  $P(E_{comb} | H')$  kalikan dengan probabilitas hipotesis komplemen  $P(H')$ .

Secara singkat, rumus Teori Bayes memiliki tiga hubungan dasar dalam probabilitas antara lain, gabungan ( $\cup$ ) persimpangan ( $\cap$ ) dan komplemen ( $\subset$ ). Penjelasannya dari dua yang pertama seperti berikut ini, yang dimaksud dengan gabungan (*Union*) adalah penjumlahan dan persimpangan (*Intersection*) adalah perkalian.

### 3.9 Pemanfaatan Foto/Video Konstruksi Sebagai Sumber

Menurut Shin 2017 dalam bukunya yang berjudul “*A Photo is Worth a Thousand Clicks*” menjelaskan bahwa dalam pengaruh perkembangan jaman dan penggunaan sosial media yang cukup besar, maka sudah menjadi kebutuhan bagi untuk melakukan tinjauan terhadap sesuatu hal berdasarkan media foto, dan hal ini dapat dilakukan untuk membuat keputusan.

Pada penelitian ini data yang diambil pada lokasi proyek berupa foto/video konstruksi dapat digunakan sebagai sumber informasi. Data berupa foto konstruksi tersebut dapat mengungkapkan beberapa informasi setelah diproses berdasarkan pengetahuan tertentu. Pemanfaatan foto konstruksi ini memudahkan untuk memberikan penilaian dan pengendalian keamanan akan iklim keselamatan (*safety climate*) pada proyek yang ditinjau.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian merupakan langkah–langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah, mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data sehingga proses penelitian dapat dilakukan.

#### **4.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dan pemodelan sistem. Metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, kondisi, sistem pemikiran ataupun peristiwa pada masa sekarang. Sedangkan metode kualitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah. (Sugiono, 2010).

#### **4.2. Objek dan Subjek Penelitian**

Sebuah penelitian memiliki subjek dan objek yang akan diteliti, seperti yang telah disampaikan pada BAB I dengan tujuan yang akan diteliti, maka objek dan subjek adalah sebagai berikut : objek penelitian berfokus pada pekerjaan PCI girder, sedangkan untuk subjek penelitian yaitu tentang keselamatan kerja pada pemasangan PCI girder.

#### **4.3. Data Penelitian**

Data adalah segala fakta dan angka yang dapat dijadikan bahan untuk menyusun suatu informasi. Untuk pengumpulan data pada penelitian ini, yaitu dengan bukti–bukti dokumen tertulis beserta foto dan video kejadian pekerjaan PCI girder, Disertai dengan wawancara terhadap pelaksana serta petugas yang ada dilokasi pekerjaan PCI girder. Bukti–bukti tersebut akan digunakan dalam

penilaian atau assessment. Pengambilan data ini tidak menggunakan random, melainkan dengan studi kasus.

Pertanyaan assessment/instrumen dalam penelitian ini di susun berdasarkan kegiatan–kegiatan dalam pemasangan PCI girder, dari keselamatan pekerja hingga tata cara pekerjaan PCI girder sehingga maksud dari tujuan penelitian ini tercapai.

#### 4.4. Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat instrument penelitian, di mana instrument ini disusun berdasarkan kegiatan pekerjaan PCI girder. Adapun instrument tersebut terdiri dari :

1. Tindakan Operatif
2. Kondisi Proyek
3. Konstruksi Operatif
  - a. Peralatan
  - b. Metode Konstruksi

Dari ketiga instrument tersebut masing–masing memiliki indikator. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.1** Instrumen Penelitian

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk safety officer yaitu selalu memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jin atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT, TOA, atau minimal Peluit.				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>				
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>				
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane</i> .				
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.				
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.				
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.				
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah <i>crane</i> , akses pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.				
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.				
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal) untuk melindungi bagian pekerjaan yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.				
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.				
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.				
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat berat.				
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection PCI Girder</i> ).				
2	Terdapat paling tidak 2 <i>bogie</i> (dudukan <i>girder</i> sementara) pada <i>area lifting</i> .				
3	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat <i>girder</i> harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .				
4	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).				
5	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .				
6	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak boleh melebihi kapasitas alat).				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
7	Girder harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan PCI girder yang dibawa.				
8	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.				
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut PCI Girder dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.				
2	Area kerja crane jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.				
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar radius ayunan <i>lifting</i> .				
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu ( <i>safety sign</i> )				
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.				
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).				
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas				



NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
	gantungan mudah dikontrol untuk menghindari rotasi gelagar.				
8	Implementasi pengepakan untuk melindungi beban ( <i>PC-I Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling terbelit).				
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).				
10	Saat beban ( <i>PCI Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.				
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah amblas.				

#### 4.5. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan penilaian (*assessment*) keselamatan pelaksanaan pekerjaan PCI girder di dasarkan atas metode Rapid Visual Screanning (RVS) berupa daftar pertanyaan. RVS terdiri dari tiga faktor/indikator, yaitu Tindakan Operatif, Kondisi Proyek, Konstruksi Operatif (Peralatan dan Metode Konstruksi). Masing-masing faktor terdiri atas beberapa indikator. Indikator-indikator ini diberikan penilaian berdasarkan bukti-bukti

berupa dokumen, foto dan video. Nilai (skor) yang disediakan ada empat, dimana skor ini diberikan berdasarkan derajat keyakinan *safety surveyor* tentang keselamatan pelaksanaan pekerjaan. Skor tersebut adalah 0 (tidak aman); 0,333 (agak tidak aman); 0,667 (agak aman); dan 1 (aman).

Skor ini kemudian akan dihitung menggunakan rumus yang didasarkan pada teori probabilitas (teori Bayes). Hasil perhitungan ini nanti berupa definisi “aman” (bila skor probabilitas = 1) dan “tidak aman” (bila skor probabilitas = 0). Bila pelaksanaan pekerjaan masuk definisi “aman”, maka perlu di analisis lebih lanjut apakah memang praktik konstruksi dilaksanakan secara benar-benar aman, atautkah ada bagian yang tidak aman.

#### **4.6. Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian adalah langkah–langkah yang akan dilakukan di lapangan untuk dapat melaksanakan penelitian yang telah direncanakan. Langkah–langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mulai

2. Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah yang berhubungan keselamatan kerja pada pekerjaan PCI girder dengan yang akan menghasilkan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

3. Studi Pustaka

Studi pustaka pada peneliti memberikan beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang yaitu terkait dengan keselamatan kerja pada pekerjaan PCI girder. Dan dapat menjadi bukti tentang keaslian penelitian ini bukan plagiat, melainkan penelitian terbaru.

4. Pengumpulan Data

Untuk data penelitian, didapatkan dengan cara mengumpulkan bukti–bukti dokumen tertulis beserta foto dan video kejadian pekerjaan PCI

girder, Disertai dengan wawancara terhadap pelaksana serta petugas yang ada dilokasi pekerjaan PCi girder.

5. Analisis Data

Untuk penelitian ini akan dianalisis tentang keselamatan kerja pada pekerjaan PCI girder menggunakan metode RVS dan selanjutnya akan dilakukan dengan analisis probabilitas.

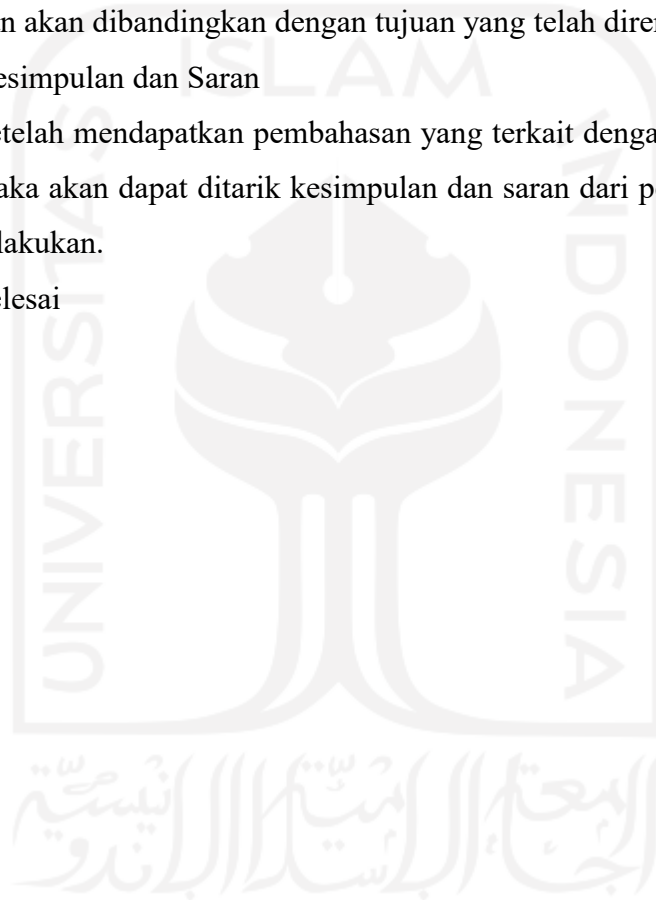
6. Pembahasan

Hasil yang telah diperoleh dari tahap analisis akan dibahas dengan detail dan akan dibandingkan dengan tujuan yang telah direncanakan.

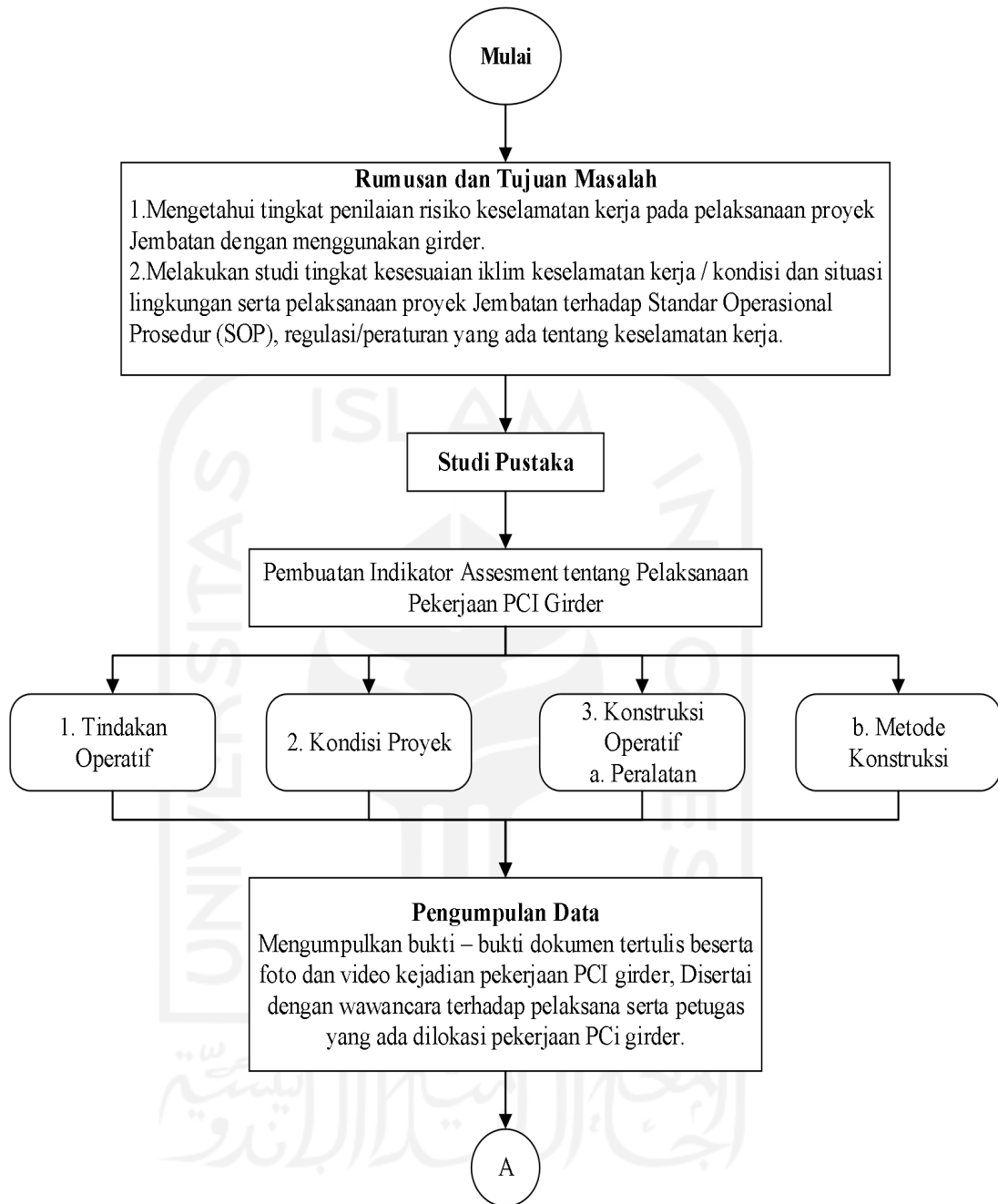
7. Kesimpulan dan Saran

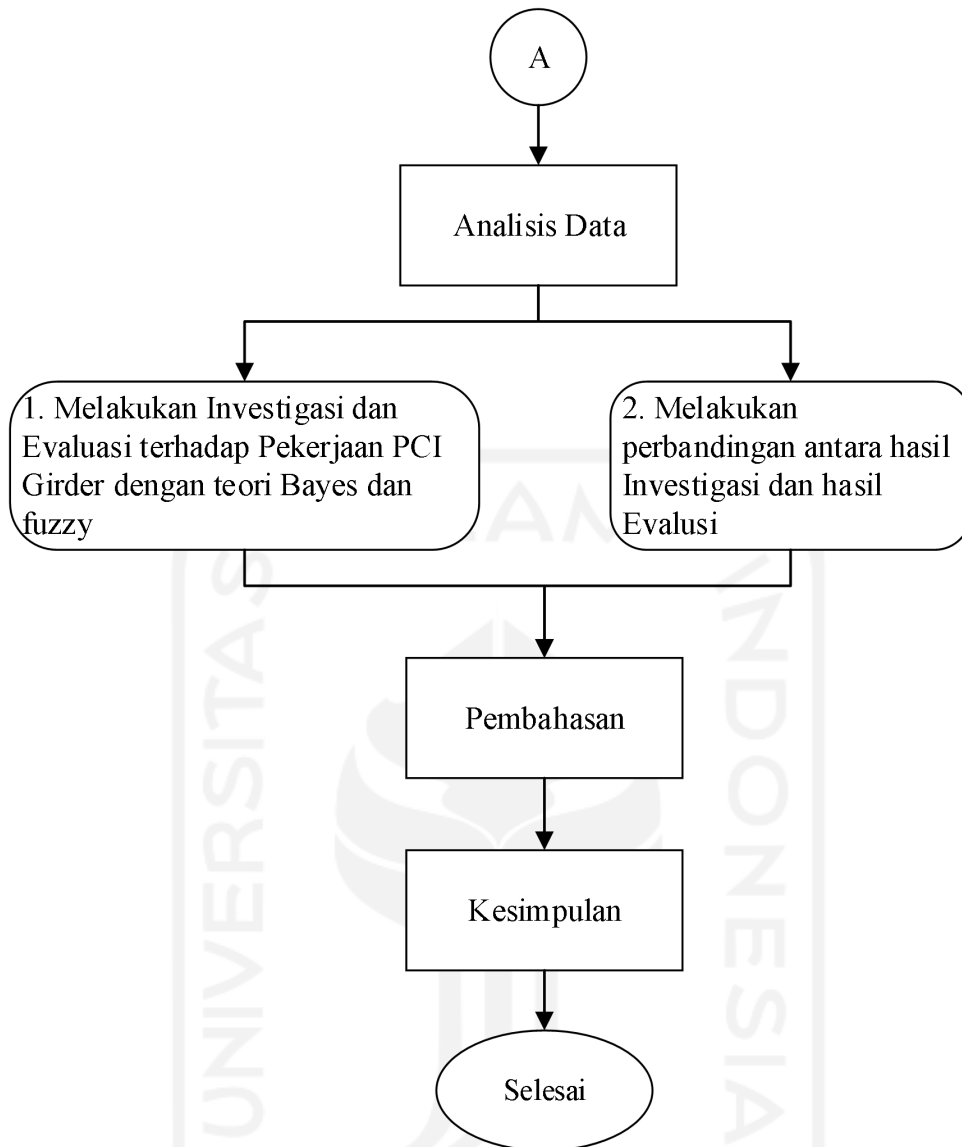
Setelah mendapatkan pembahasan yang terkait dengan tujuan penelitian, maka akan dapat ditarik kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

8. Selesai



#### 4.7. Flow Chart/Bagan Alir





**Gambar 4.1** *Flow Chart/Bagan alir penelitian*

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis**

Pada sub bab ini akan dibahas tentang analisis dan pembahasan hasil analisis *Rapid Visual Screanning* (RVS) keselamatan pelaksanaan pekerjaan PCI girder terhadap 4 proyek, yang mana telah dilakukan penilaian (*assessment*) sehingga maksud serta tujuan dari penelitian ini dapat tersampaikan.

Penilaian pengamatan keselamatan terhadap proyek-proyek pekerjaan PCI girder dilakukan oleh tiga orang responden dengan pengalaman kerja sebagai berikut :

##### 1. Nur Adiwijaya, ST

- 2018-2019 : PT. Amythas, Supervisi Sipil, Tim Supervisi Konstruksi bidang Sipil PT.PLNPUSMANPRO pada Project Transmisi SUTET 500 KV Batang-Mandirancan Section 1, Jawa Tengah.
- 2017 : PT. Geanara Pratama Konsultan dan CV. Intishar, koordinator team perencanaan konsultan untuk paket kegiatan perencanaan di Dinas PU P&ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2016 : PT. Depriwangga, Construction Supervisor, Site Preparation Blok A Malaka PT Medco E&P, Aceh Timur
- 2015 : PT. Surya Group, Rehab Bangunan Cagar Budaya DIY. PT. Mitra Muara Mandiri, QQC (Quality Quantity Control) 2014 CV. Dwi Pertiwi, Kegiatan Perencanaan Jaringan Irigasi Dinas PSDA- ESDM Kab. Banjarnegara dan Kab. Temanggung Jawa Tengah.
- 2012-2013 : PT. Surveyor Indonesia, Lead Civil Engineer-Konsultan Supervisi Konstruksi bidang Sipil PT. Rekadaya ElektriKA pada Project Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU 2x16,5 MW) Kupang-NTT.
- 2011-2012 : PT. Surveyor Indonesia, Civil Engineer-Tim Supervisi Konstruksi bidang Sipil PT.PLN-JMK (Jasa Managemen Konstruksi) pada

Project Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU 2x7 MW) Tidore-Malut.  
2010 Perencanaan & pelaksanaan pembangunan rumah/dan gedung.

- 2007-2009 : PT. Inacon Luhur Pertiwi, Asisten Kota Bidang Infrastruktur/ Sarana Prasarana dalam Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPMP2KP, PNPM-Mandiri Perkotaan) di Konsultan Manajemen Wilayah 5 Sumatera Utara/ KMW 5 SUMUT, mulai tgl. 15 Maret 2007 untuk Kota Padangsidimpuan, dan mulai tgl. 29 Mei 2008 untuk Kota Padangsidimpuan.
- 2006 : CV. Dwi Pertiwi, Quality Control pada proyek Peningkatan Jembatan Kali Suang dengan struktur beton K350, Temanggung, Jawa Tengah, 2006.
- 2005 : Pembangunan Ruko dan MC Swalayan di Yogyakarta.
- 2004 : CV. Dwi Pertiwi, Quality Control dan Lab. Technisian pada proyek Peningkatan Rangka Baja Jembatan Jengkiling Temanggung, Kelas B, Panjang 60 m dan Lebar 7 m., TA 2004.

## 2. Adhi Akhmad, ST., MT.

- 2015-sekarang : Dosen Unsiq Wonosobo
- 2015-2018 : Dosen UTY
- 2011-2014 : Supervisor Civil di PLN
- 2010-2011 : Site Manager di Pangu Mas
- 2008-2009 : Site Manager di Armak Sumber Bahagia

## 3. Alfiati Zahra

- Juli 2009 – sekarang : *Freelance* Arsitek dan Asisten Arsitek di PT. Jelajah Engineering Consultant. Yogyakarta.
- 2. June 2007 – November 2007 : Fasilitator di Proyek Rehab/Rekons Paska Gempa Propinsi DIY KMK Bantul. Konsultan : PT. Titimatra Tujutama. Yogyakarta.
- October 2006 – May 2007. Fasilitator di Proyek Rehab/Rekons Paska Gempa Propinsi DIY KMK Bantul. Konsultan : PT. Titimatra Tujutama. Yogyakarta.
- December 2005 – February 2006 : Administrasi Proyek di Studi Pengembangan Bandara Baru Lombok. Konsultan : PT. Brahma Cipta Persada Jakarta.



- Januari 2004 – February 2005 : Administrasi Proyek di Perencanaan DED Pasar Seni Gabusan. Konsultan : CV. TRIGUNA. Yogyakarta.
- Januari 2004 – February 2005 : Administrasi Proyek di Cargo of Gabusan Art Market Design Project. Konsultan : PT. PROPORSI. Yogyakarta.
- Januari 2004 – February 2005 : Administrasi Proyek di Pekerjaan DED Stadion Bantul (Tahap II). Konsultan : PT. ASANA CITRA YASA. Yogyakarta.
- July 2001 – February 2005 : Staff di Center for Universal Design & Difabilities (CUDD)- Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Ketiga responden akan mengisi beberapa pertanyaan tentang proyek-proyek pekerjaan girder berdasarkan foto dan video dengan memberikan skor yang berbeda. Nilai (skor) terdiri dari empat skor yaitu skor 0 (tidak aman); 0,333 (agak tidak aman); 0,667 (agak aman); dan 1 (aman).

Adapun daftar indikator-indikator yang diberi akan skor adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1** Instrumen Penelitian

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk <i>safety officer</i> yaitu selalu memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jin atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT, TOA, atau minimal Peluit.				
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
	terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>				
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>				
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane</i> .				
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.				
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.				
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.				
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah <i>crane</i> , acces pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.				
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.				
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal)				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
	untuk melindungi bagian pekerjaan yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.				
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.				
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.				
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat berat.				
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection</i> PCI Girder).				
2	Terdapat paling tidak 2 <i>bogie</i> (dudukan girder sementara) pada <i>area lifting</i> .				
3	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat girder harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .				
4	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).				
5	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .				
6	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak boleh melebihi kapasitas alat).				
7	Girder harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing</i>				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
	<i>System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan PCI <i>girder</i> yang dibawa.				
8	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.				
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut PCI Girder dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.				
2	Area kerja crane jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.				
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar radius ayunan <i>lifting</i> .				
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu ( <i>safety sign</i> )				
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.				
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).				
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas gantungan mudah di kontrol untuk menghindari rotasi gelagar.				

NO	INDIKATOR	Skor akhir			
		0%	33%	67%	100%
8	Implementasi pengepakan untuk melindungi beban ( <i>PC-I Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling terbelit).				
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).				
10	Saat beban ( <i>PCI Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.				
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah amblas.				

### 5.1.1 Proyek 1 Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo



**Gambar 5.1.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.2.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)





**Gambar 5.3.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.4.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)





**Gambar 5.5.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.6.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.7.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.8.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)





**Gambar 5.9.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.10.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)



**Gambar 5.11.** Proses Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)

Hasil pengamatan yang dilakukan pada proses *erection* di proyek UB Sungai 05 Margomulyo ditranslasikan dalam bentuk nilai (*score*) pada instrumen *Rapid Visual Screening* (RVS). Penilaian diberikan dengan tingkat nilai 0% hingga 100% berdasarkan keadaan lokasi proyek yang dipantau dan *engineering judgment*. Semakin kecil nilai yang diberikan maka artinya kondisi yang dipantau jauh dari indikator yang ada. Sebaliknya, semakin besar nilai yang diberikan maka artinya kondisi proyek semakin mendekati kriteria indikator. Indikator yang ada merupakan kondisi ideal suatu proyek. Berikut adalah hasil penilaian pengamatan yang dilakukan pada proyek UB Sungai 05 Margomulyo.

**Table 5.2** Instrument Proyek Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk safety officer yaitu selalu	67%	67%	67%	67%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jeans atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT, TOA, atau minimal Peluit.				
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>	67%	100%	67%	78%
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>	67%	67%	100%	78%
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane</i> .	67%	67%	100%	78%
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.	100%	67%	67%	78%
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai				

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.	100%	67%	67%	78%
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.	0%	33%	0%	11%
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah crane, acces pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.	67%	67%	100%	78%
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.	67%	67%	67%	67%
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal) untuk melindungi bagian pekerjaan yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.	N/A	N/A	N/A	N/A
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.	67%	100%	67%	78%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.	67%	67%	100%	78%
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat berat.	33%	33%	33%	33%
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection</i> PCI <i>Girder</i> ).	100%	67%	67%	78%
2	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat <i>girder</i> harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
3	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).	67%	67%	100%	78%
4	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak boleh melebihi kapasitas alat).	67%	67%	67%	67%
6	<i>Girder</i> harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar	67%	67%	100%	78%



NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan <i>PCI girder</i> yang dibawa.				
7	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.	67%	100%	67%	78%
8	Paling tidak tersedia 2 boogie untuk mobilisasi girder	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut <i>PCI Girder</i> dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.	67%	67%	100%	78%
2	Area kerja <i>crane</i> jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.	67%	100%	67%	78%
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar radius ayunan <i>lifting</i> .	33%	33%	33%	33%
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu ( <i>safety sign</i> )	33%	33%	0%	22%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.	67%	100%	67%	78%
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).	67%	67%	33%	55.67%
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas gantungan mudah di kontrol untuk menghindari rotasi gelagar.	100%	67%	100%	89%
8	Implementasi pengepackan untuk melindungi beban (PC-I <i>Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling terbelit).	100%	67%	67%	78%
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).	100%	67%	100%	89%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
10	Saat beban ( <i>PCI Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.	100%	100%	67%	89%
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah ambles.	100%	67%	100%	89%
12	Sebelum diangkat girder diletakkan sementara di atas <i>sleeper beam</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A

Setelah semua *checklist* terisi dilanjutkan dengan tahap pengolahan data, pada tahap pengolahan data ini dibagi menjadi beberapa tahap dengan menggunakan teori Bayes. Pada pengolahan data ini menggunakan contoh gambar yaitu : menggunakan data berupa foto konstruksi untuk menghitung seberapa aman pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi.

Rumus →

$$P(E | H) = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n}{n}$$

Misal : Proyek 1 : Indikator 1

$$P(E_1 | H) = 0,67$$

$$P(E_2 | H) = 0,78$$

$$P(E_3 | H) = 0,78$$

$$P(E_4 | H) = 0,78$$

$$P(E_5 | H) = 0,78$$

$$P(E_6 | H) = 0,78$$

$$P(E_7 | H) = 0,11$$

$$P(E_8 | H) = 0,78$$

Proyek 1 : Indikator 2

$$P(E_1 | H) = 0,67$$

$$P(E_2 | H) = 0$$

$$P(E_3 | H) = 0,78$$

$$P(E_4 | H) = 0,78$$

$$P(E_5 | H) = 0,33$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E_1 | H) = 0,78$$

$$P(E_2 | H) = 0$$

$$P(E_3 | H) = 0,78$$

$$P(E_4 | H) = 0$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0,78$$

$$P(E_7 | H) = 0,78$$

$$P(E_8 | H) = 0$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E_1 | H) = 0,78$$

$$P(E_2 | H) = 0,78$$

$$P(E_3 | H) = 0,33$$

$$P(E_4 | H) = 0,22$$

$$P(E_5 | H) = 0,78$$

$$P(E_6 | H) = 0,5567$$

$$P(E_7 | H) = 0,89$$

$$P(E_8 | H) = 0,78$$

$$P(E_9 | H) = 0,89$$

$$P(E_{10} | H) = 0,89$$

$$P(E_{11} | H) = 0,89$$

$$P(E_{12} | H) = 0$$

- Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk menghitung seberapa aman pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E_{\text{comb}} | H) = P(E_1 | H) \times P(E_2 | H) \times P(E_3 | H) \times \dots \times P(E_n | H)$$

Misal :

Proyek 1 untuk indikator 1 :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,67 + 0,78 + 0,78 + 0,78 + 0,78 + 0,78 + 0,11 + 0,78) : 8 = 0,68$

Proyek 1 untuk indikator 2 :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,67 + 0 + 0,78 + 0,78 + 0,33) : 5 = 0,64$

Proyek 1 untuk indikator 3 (Peralatan) :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,78 + 0 + 0,78 + 0 + 0,67 + 0,78 + 0,78 + 0) : 8 = 0,76$

Proyek 1 untuk indikator 3 (Metode Konstruksi) :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,78 + 0,78 + 0,33 + 0,22 + 0,78 + 0,5567 + 0,89 + 0,78 + 0,89 + 0,89 + 0,89 + 0) : 12 = 0,66$

Maka hasil  $P(E_{\text{comb}} | H) = 0,68 \times 0,64 \times 0,76 \times 0,66 = 0,218$

- Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk mengetahui seberapa ketidakamanan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi, setelah perhitungan tersebut lalu menghitung secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E | H') = 1 - P(E | H)$$

Misal : Proyek 1 : Indikator 1

$$P(E | H') = 1 - 0,68 = 0,32$$

Proyek 1 : Indikator 2

$$P(E | H') = 1 - 0,64 = 0,36$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E | H') = 1 - 0,76 = 0,24$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E | H') = 1 - 0,66 = 0,34$$

Rumus →  $P(E_{\text{comb}} | H') = P(E_1 | H') \times P(E_2 | H') \times P(E_3 | H') \times \dots \times P(E_n | H')$

Maka hasil  $P(E_{\text{comb}} | H') = 0,32 \times 0,36 \times 0,24 \times 0,34 = 0,009$

3. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan aman.

Rumus →

$$P(H) = \frac{1}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Keterangan : 1 = Nilai aman (Safety Score)

Kemungkinan = 4 (0 ; 0,33 ; 0,67 ; 1)

Evidence = Banyaknya bukti yang dapat dianalisis

Misal : Foto 1 :  $P(H) = \frac{1}{5^{10+1}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0039$

4. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan tidak aman.

Rumus →

$$P(H') = \frac{\text{banyak kemungkinan skor selain aman}}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Misal : Foto 1 :  $P(H') = \frac{1}{5^{(10+1)}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0117$

5. Menggunakan hasil dari tahap pertama sampai kelima untuk menghitung kemungkinan sebuah pekerjaan konstruksi yang aman digunakan berdasarkan pada informasi yang diperoleh dari foto.

Rumus →

$$P(H | E_{\text{comb}}) = \frac{\{P(E_{\text{comb}} | H) \times P(H)\}}{\{P(E_{\text{comb}} | H) \times P(H)\} + \{P(E_{\text{comb}} | H') \times P(H')\}}$$

Misal : Proyek 1 :  $P(H | E_{\text{comb}}) = 1 \rightarrow \underline{\text{Aman}}$

Perhitungan diatas merupakan contoh tahapan analisis data dengan metode probabilitas bersyarat untuk penilaian keselamatan pekerjaan galian pondasi pada Proyek 1 dan diperoleh nilai  $P(H | E_{\text{comb}}) = 1$ , yang berarti bahwa pekerjaan erection girder dilakukan dengan aman.

Dari hasil analisis yang telah diketahui bahwa pekerjaan PCI girder pada proyek UB Sungai 05 Margomulyo termasuk dalam definisi aman berdasarkan bukti pengamatan pada proses *erection*, akan tetapi apabila dilihat dari nilai probabilitas keamanan total yang hanya 21.8% atau 0.218 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek UB Sungai 05 Margomulyo memiliki kecenderungan kurang aman.

### 5.1.2 Proyek II Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar)

Sama halnya dengan proyek yang diatas. Hasil pengamatan yang dilakukan pada proses erection di proyek Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar) ditranslasikan dalam bentuk nilai (*score*) pada instrumen *Rapid Visual Screening* (RVS). Penilaian diberikan dengan tingkat nilai 0% hingga 100% berdasarkan keadaan lokasi proyek yang dipantau dan *engineering judgment*. Semakin kecil nilai yang diberikan maka artinya kondisi yang dipantau jauh dari indikator yang ada. Sebaliknya, semakin bersa nilai yang diberikan maka artinya kondisi proyek semakin mendekati kriteria indikator. Indikator yang ada merupakan kondisi ideal suatu proyek. Berikut adalah hasil penilaian pengamatan yang dilakukan pada proyek Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar). Adapun beberapa gambar yang diambil serta tabel indikator dalam pengerjaan proyek *erection* adalah sebagai berikut :



**Gambar 5.12.** Proses Erection PCI Tol KLBM

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>)





**Gambar 5.13.** Proses Erection PCI Tol KLBM  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.14.** Proses Erection PCI Tol KLBM.  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.15.** Proses Erection PCI Tol KLBM

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.16.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.17.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.18.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).





**Gambar 5.19.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.20.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.21.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.22.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.23.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).



**Gambar 5.24.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).





**Gambar 5.25.** Proses Erection PCI Tol KLBM.

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>).

**Table 5.3** Instrument Proyek Erection PCI Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar)

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk safety officer yaitu selalu memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jeans atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT, TOA, atau minimal Peluit.	100%	67%	100%	89%
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap	100%	100%	100%	100%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>				
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>	100%	67%	100%	89%
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.	100%	100%	67%	89%
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.	100%	67%	67%	78%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.	67%	67%	67%	67%
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah crane, akses pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.	100%	67%	67%	78%
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal) untuk melindungi bagian pekerjaan yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.	0%	0%	0%	0%
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.	N/A	N/A	N/A	N/A
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.	67%	67%	67%	67%
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat berat.	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection</i> PCI <i>Girder</i> ).	100%	100%	67%	89%
2	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat <i>girder</i> harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .	67%	100%	67%	78%
3	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).	100%	67%	100%	89%
4	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak boleh melebihi kapasitas alat).	67%	100%	67%	78%
6	<i>Girder</i> harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan PCI <i>girder</i> yang dibawa.	67%	67%	67%	67%
7	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.	N/A	N/A	N/A	N/A

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
8	Paling tidak tersedia 2 boogie untuk mobilisasi girder	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut PCI Girder dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.	67%	67%	100%	78%
2	Area kerja crane jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.	67%	67%	67%	67%
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar radius ayunan <i>lifting</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu ( <i>safety sign</i> )	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.	67%	67%	67%	67%
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).	100%	67%	100%	89%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas gantungan mudah di kontrol untuk menghindari rotasi gelagar.	100%	100%	100%	100%
8	Implementasi pengepackan untuk melindungi beban (PC-I <i>Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling terbelit).	100%	100%	67%	89%
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).	100%	100%	100%	100%
10	Saat beban (PCI <i>Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.	67%	100%	67%	78%
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan	100%	67%	100%	89%



NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah amblas.				
12	Sebelum diangkat girder diletakkan sementara di atas <i>sleeper beam</i> .	100%	100%	100%	100%

Misal : Proyek 2 : Indikator 1

$$P(E_1 | H) = 0,89$$

$$P(E_2 | H) = 1$$

$$P(E_3 | H) = 0,89$$

$$P(E_4 | H) = 0$$

$$P(E_5 | H) = 0,89$$

$$P(E_6 | H) = 0,78$$

$$P(E_7 | H) = 0,67$$

$$P(E_8 | H) = 0$$

Proyek 2 : Indikator 2

$$P(E_1 | H) = 0,78$$

$$P(E_2 | H) = 0$$

$$P(E_3 | H) = 0$$

$$P(E_4 | H) = 0,67$$

$$P(E_5 | H) = 0$$

Proyek 2 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E_1 | H) = 0,89$$

$$P(E_2 | H) = 0,78$$

$$P(E_3 | H) = 0,89$$

$$P(E_4 | H) = 0$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0,67$$

$$P(E_7 | H) = 0$$

$$P(E_8 | H) = 0$$

Proyek 2 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E_1 | H) = 0,78$$

$$P(E_2 | H) = 0,67$$

$$P(E_3 | H) = 0$$

$$P(E_4 | H) = 0$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0,89$$

$$P(E_7 | H) = 1$$

$$P(E_8 | H) = 0,89$$

$$P(E_9 | H) = 1$$

$$P(E_{10} | H) = 0,89$$

$$P(E_{11} | H) = 0,89$$

$$P(E_{12} | H) = 1$$

1. Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk menghitung seberapa aman pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E_{comb} | H) = P(E_1 | H) \times P(E_2 | H) \times P(E_3 | H) \times \dots \times P(E_n | H)$$

Misal :

$$\text{Proyek 2 untuk indikator 1 : } P(E_{comb} | H) = (0,89 + 1 + 0,89 + 0 + 0,89 + 0,78 + 0,67 + 0) : 8 = 0,85$$

$$\text{Proyek 2 untuk indikator 2 : } P(E_{comb} | H) = (0,78 + 0 + 0 + 0,67 + 0) : 5 = 0,48$$

$$\text{Proyek 2 untuk indikator 3 (Peralatan) : } P(E_{comb} | H) = (0,89 + 0,78 + 0,89 + 0 + 0,67 + 0,67 + 0 + 0) : 8 = 0,78$$

$$\text{Proyek 2 untuk indikator 3 (Metode Konstruksi) : } P(E_{comb} | H) = (0,78 + 0,67 + 0 + 0 + 0,67 + 0,89 + 1 + 0,89 + 1 + 0,89 + 0,89 + 1) : 12 = 0,86$$

$$\text{Maka hasil } P(E_{comb} | H) = 0,85 \times 0,48 \times 0,78 \times 0,86 = 0,27$$

2. Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk mengetahui seberapa ketidakamanan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan

kerja pekerjaan galian pondasi, setelah perhitungan tersebut lalu menghitung secara keseluruhan.

Rumus → 
$$P(E | H') = 1 - P(E | H)$$

Misal : Proyek 1 : Indikator 1

$$P(E | H') = 1 - 0,85 = 0,15$$

Proyek 1 : Indikator 2

$$P(E | H') = 1 - 0,48 = 0,52$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E | H') = 1 - 0,78 = 0,22$$

Proyek 1 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E | H') = 1 - 0,86 = 0,14$$

Rumus → 
$$P(E_{comb} | H') = P(E_1 | H') \times P(E_2 | H') \times P(E_3 | H') \dots \times P(E_n | H')$$

Maka hasil  $P(E_{comb} | H') = 0,15 \times 0,52 \times 0,22 \times 0,14 = 0,0024$

3. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan aman.

Rumus → 
$$P(H) = \frac{1}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Keterangan : 1 = Nilai aman (Safety Score)

Kemungkinan = 4 (0 ; 0,33 ; 0,67 ; 1)

Evidence = Banyaknya bukti yang dapat dianalisis

Misal : Foto 1 :  $P(H) = \frac{1}{5^{10+1}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0039$

4. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan tidak aman.

Rumus → 
$$P(H') = \frac{\text{banyak kemungkinan skor selain aman}}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Misal : Foto 1 :  $P(H') = \frac{1}{5^{(10+1)}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0117$

Dari hasil analisis yang telah diketahui bahwa pekerjaan PCI girder pada proyek Tol KLB (Krian – Legundi – Bunder – Manyar) termasuk dalam definisi

aman berdasarkan bukti pengamatan pada proses erection, akan tetapi apabila dilihat dari nilai probabilitas keamanan total yang hanya 27% atau 0.27 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar) memiliki kecenderungan kurang aman.

### 5.1.3 Proyek Jalan Tol Kendal

Sama halnya dengan proyek yang sebelumnya. Hasil pengamatan yang dilakukan pada proses erection di proyek Tol Kendal ditranslasikan dalam bentuk nilai (*score*) pada instrumen *Rapid Visual Screening* (RVS). Penilaian diberikan dengan tingkat nilai 0% hingga 100% berdasarkan keadaan lokasi proyek yang dipantau dan *engineering judgment*. Semakin kecil nilai yang diberikan maka artinya kondisi yang dipantau jauh dari indikator yang ada. Sebaliknya, semakin besar nilai yang diberikan maka artinya kondisi proyek semakin mendekati kriteria indikator. Indikator yang ada merupakan kondisi ideal suatu proyek. Berikut adalah hasil penilaian pengamatan yang dilakukan pada proyek Tol Kendal. Adapun Gambar tabel indikator dalam pengerjaan proyek erection adalah sebagai berikut :



**Gambar 5.26.** Proses Erection PCI Tol Kendal

(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.27.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.28.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).





**Gambar 5.29.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.30.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).





**Gambar 5.31.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.32.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.33.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.34.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.35.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.36.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).





**Gambar 5.37.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).



**Gambar 5.38.** Proses Erection PCI Tol Kendal  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=nFTD9SPzbl4>).

**Table 5.4** Instrument Proyek Erection PCI Tol Kendal.

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk safety officer yaitu selalu memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jeans atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT, TOA, atau minimal Peluit.	67%	67%	67%	67%
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>	33%	33%	33%	33%
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>	33%	33%	33%	33%
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane.</i>	33%	67%	33%	44.33%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.	67%	67%	67%	67%
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.	0%	0%	0%	0%
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.	0%	33%	0%	11%
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah crane, acces pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.	100%	100%	100%	100%
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal) untuk melindungi bagian pekerjaan	N/A	N/A	N/A	N/A



NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.				
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.	N/A	N/A	N/A	N/A
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.	100%	67%	100%	89%
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat berat.	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection</i> PCI <i>Girder</i> ).	100%	100%	67%	89%
2	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat <i>girder</i> harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .	100%	100%	100%	100%
3	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).	100%	67%	100%	89%
4	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak	N/A	N/A	N/A	N/A

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	boleh melebihi kapasitas alat).				
6	Girder harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan PCI girder yang dibawa.	67%	67%	67%	67%
7	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.	N/A	N/A	N/A	N/A
8	Paling tidak tersedia 2 boogie untuk mobilisasi girder	100%	67%	100%	89%
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut PCI Girder dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.	67%	67%	100%	78%
2	Area kerja crane jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.	100%	100%	67%	89%
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar	67%	33%	67%	55.67%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	radius ayunan <i>lifting</i> .				
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu (safety sign)	67%	67%	67%	67%
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.	67%	67%	67%	67%
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).	0%	33%	0%	11%
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas gantungan mudah di kontrol untuk menghindari rotasi gelagar.	67%	67%	100%	78%
8	Implementasi pengepackan untuk melindungi beban (PC-I <i>Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling	0%	0%	0%	0%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	terbelit).				
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).	67%	67%	100%	78%
10	Saat beban (PCI <i>Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.	67%	100%	67%	78%
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah amblas.	67%	67%	67%	67%
12	Sebelum diangkat girder diletakkan sementara di atas <i>sleeper beam</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A

Misal : Proyek 3 : Indikator 1

$$P(E_1 | H) = 0,67$$

$$P(E_2 | H) = 0,33$$

$$P(E_3 | H) = 0,33$$

$$P(E_4 | H) = 0,4433$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0$$

$$P(E_7 | H) = 0,11$$

$$P(E_8 | H) = 0$$

Proyek 3 : Indikator 2

$$P(E_1 | H) = 1$$

$$P(E_2 | H) = 0$$

$$P(E_3 | H) = 0$$

$$P(E_4 | H) = 0,89$$

$$P(E_5 | H) = 0$$

Proyek 3 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E_1 | H) = 0,89$$

$$P(E_2 | H) = 1$$

$$P(E_3 | H) = 0,89$$

$$P(E_4 | H) = 0$$

$$P(E_5 | H) = 0$$

$$P(E_6 | H) = 0,67$$

$$P(E_7 | H) = 0$$

$$P(E_8 | H) = 0,89$$

Proyek 3 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E_1 | H) = 0,78$$

$$P(E_2 | H) = 0,89$$

$$P(E_3 | H) = 0,5567$$

$$P(E_4 | H) = 0,67$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0,11$$

$$P(E_7 | H) = 0,78$$

$$P(E_8 | H) = 0$$

$$P(E_9 | H) = 0,78$$

$$P(E_{10} | H) = 0,78$$

$$P(E_{11} | H) = 0,67$$

$$P(E_{12} | H) = 0$$

- Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk menghitung seberapa aman pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E_{\text{comb}} | H) = P(E_1 | H) \times P(E_2 | H) \times P(E_3 | H) \times \dots \times P(E_n | H)$$

Misal :

Proyek 3 untuk indikator 1 :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,67 + 0,33 + 0,33 + 0,4433 + 0,67 + 0 + 0,11 + 0) : 8 = 0,3$

Proyek 3 untuk indikator 2 :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (1 + 0 + 0 + 0,89 + 0) : 5 = 0,95$

Proyek 3 untuk indikator 3 (Peralatan) :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,89 + 1 + 0,89 + 0 + 0 + 0,67 + 0 + 0,89) : 8 = 0,87$

Proyek 3 untuk indikator 3 (Metode Konstruksi) :  $P(E_{\text{comb}} | H) = (0,78 + 0,89 + 0,5567 + 0,67 + 0,67 + 0,11 + 0,78 + 0 + 0,78 + 0,78 + 0,67 + 0) : 12 = 0,56$

Maka hasil  $P(E_{\text{comb}} | H) = 0,3 \times 0,95 \times 0,87 \times 0,56 = 0,138$

- Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk mengetahui seberapa ketidakamanan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi, setelah perhitungan tersebut lalu menghitung secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E | H') = 1 - P(E | H)$$

Misal : Proyek 3 : Indikator 1

$$P(E | H') = 1 - 0,3 = 0,7$$

Proyek 3 : Indikator 2

$$P(E | H') = 1 - 0,95 = 0,05$$

Proyek 3 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E | H') = 1 - 0,87 = 0,13$$

Proyek 3 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E | H') = 1 - 0,56 = 0,44$$

Rumus →  $P(E_{\text{comb}} | H') = P(E_1 | H') \times P(E_2 | H') \times P(E_3 | H') \times \dots \times P(E_n | H')$



Maka hasil  $P(E_{\text{comb}} | H') = 0,7 \times 0,05 \times 0,13 \times 0,44 = 0,002$

3. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan aman.

Rumus →

$$P(H) = \frac{1}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Keterangan : 1 = Nilai aman (Safety Score)

Kemungkinan = 4 (0 ; 0,33 ; 0,67 ; 1)

Evidence = Banyaknya bukti yang dapat dianalisis

Misal : Foto 1 :  $P(H) = \frac{1}{5^{10+1}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0039$

4. Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan tidak aman.

Rumus →

$$P(H') = \frac{\text{banyak kemungkinan skor selain aman}}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Misal : Foto 1 :  $P(H') = \frac{1}{5^{(10+1)}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0117$

Dari hasil analisis yang telah diketahui bahwa pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Kendal termasuk dalam definisi aman berdasarkan bukti pengamatan pada proses erection, akan tetapi apabila dilihat dari nilai probabilitas keamanan total yang hanya 13,8% atau 0,138 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Kendal memiliki kecenderungan kurang aman.

### 5.1.3 Proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing

Pada proyek jalan Tol Pantura Gerinsing Hasil pengamatan yang dilakukan pada proses erection di proyek, pada instrumen *Rapid Visual Screening* (RVS). Penilaian diberikan dengan tingkat nilai 0% hingga 100% berdasarkan keadaan lokasi proyek yang dipantau dan *engineering judgment*. Semakin kecil nilai yang diberikan maka artinya kondisi yang dipantau jauh dari indikator yang ada. Sebaliknya, semakin besar nilai yang diberikan maka artinya kondisi proyek semakin mendekati kriteria indikator. Indikator yang ada merupakan kondisi ideal suatu proyek. Berikut adalah hasil penilaian pengamatan yang dilakukan pada proyek Tol Pantura Gerinsing. Adapun beberapa gambar yang diambil serta tabel indikator dalam pengerjaan proyek erection adalah sebagai berikut :



**Gambar 5.39.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.40.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.41.** Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.42.** Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).





**Gambar 5.43.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.44.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.45.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.46.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.47.** Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).



**Gambar 5.48.** Proses Erection PCI Tol Pantura Gerinsing  
(Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).





**Gambar 5.49.** Proses Erection PCI Tol Pantura Geringsing  
 (Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>).

Sama halnya dengan beberapa proyek diatas. Hasil pengamatan yang dilakukan pada proses erection di proyek Tol Kendal ditranslasikan dalam bentuk nilai (*score*) pada instrumen *Rapid Visual Screening* (RVS). Adapun tabel indikator dalam pengerjaan proyek erection adalah sebagai berikut :

**Table 5.5** Instrument Proyek Erection PCI Tol Pantura Geringsing.

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
<b>I</b>	<b>TINDAKAN OPERATIF</b>				
1	Kode keamanan etik untuk safety officer yaitu selalu memakai Red safety custom lengkap, tidak memakai celana jeans atau celana lainnya. Pakaian rapi, baju dimasukkan, mengenakan ikat pinggang, membawa handboard, HT,	67%	67%	67%	67%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	TOA, atau minimal Peluit.				
2	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib setiap personil ( <i>operator crane, spotter, rigger, site engineer, welder</i> ) yang terlibat di lapangan : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety hand gloves.</i>	100%	100%	67%	89%
3	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan oleh <i>welder</i> : <i>safety helmet, safety shoes, safety vest, safety glasses, safety hand gloves.</i>	100%	67%	100%	89%
4	<i>Safety sign</i> harus terlihat jelas dan mudah dipahami oleh orang yang akan memasuki <i>area</i> pengoperasian <i>crane.</i>	100%	67%	67%	78%
5	Area proyek bersih dari material-material sisa / tidak terpakai / berbahaya.	67%	67%	67%	67%
6	Tempat kerja yang tingginya lebih dari 1,5 m di atas lantai atau di atas muka tanah, seluruh sisinya yang terbuka harus diberi pagar pengaman atau dengan tali yang mudah terlihat, serta dilengkapi tangga				

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	darurat untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja				
	a. Diberi platform / pelataran dari kayu atau plat besi.	100%	67%	67%	78%
	b. Pekerja menggunakan sabuk pengaman yang kuat.	33%	33%	33%	33%
7	Wilayah proyek pemisahan (lokasi pagar sementara), daerah crane, acces pekerja, dan jenis lain yang dibatasi.	67%	67%	67%	67%
<b>II</b>	<b>KONDISI PROYEK</b>				
1	Kondisi cuaca selama pelaksanaan pekerjaan <i>erection girder</i> tidak hujan.	100%	100%	100%	100%
2	Ketersediaan pelindung (semacam terpal) untuk melindungi bagian pekerjaan yang di khawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.	N/A	N/A	N/A	N/A
3	Saluran drainase hujan <i>temporary</i> di site.	0%	33%	0%	11%
4	Akses alat berat harus bersih dari berbagai macam sisa material dan alat-alat yang tidak terpakai.	33%	33%	67%	44.33%
5	Terdapat safety sign / rambu / police line disekitar akses alat	100%	67%	67%	78%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	berat.				
<b>III</b>	<b>KONSTRUKSI OPERATIF</b>				
<b>A</b>	<b>PERALATAN</b>				
1	Jumlah alat berat yang cukup (Minimal 2 unit untuk pekerjaan <i>erection</i> PCI <i>Girder</i> ).	100%	67%	100%	89%
2	<i>Crane</i> dan <i>truck</i> pengangkat <i>girder</i> harus tersedia bersama di <i>stock yard</i> .	100%	100%	100%	100%
3	<i>Crane</i> memiliki ruang kerja yang cukup luas untuk bermanuver (tidak berdesakan dengan objek lain).	0%	0%	33%	11%
4	Terdapat garis demarkasi yang menunjukkan area pengoperasian <i>crane</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Kesesuaian beban terhadap kapasitas alat (beban tidak boleh melebihi kapasitas alat).	N/A	N/A	N/A	N/A
6	<i>Girder</i> harus diangkat dan diletakan dengan kondisi yang sejajar/presisi (benar-benar vertical). Dapat dipastikan dengan sistem sinkronasi ( <i>Synchronizing System</i> ) untuk menyamakan pergerakan <i>Crane</i> dan PCI <i>girder</i> yang	100%	67%	100%	89%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	dibawa.				
7	Kapasitas <i>crane</i> minimal 2,5 kali dari beban.	N/A	N/A	N/A	N/A
8	Paling tidak tersedia 2 boogie untuk mobilisasi girder	100%	100%	67%	89%
<b>B</b>	<b>METODE KONSTRUKSI</b>				
1	Lintasan angkut PCI Girder dari <i>stockyard</i> sampai titik pemasangan memiliki permukaan yang lurus, rata, tidak bergelombang, dan tidak berlubang.	67%	67%	100%	78%
2	Area kerja crane jauh dari jaringan listrik bertegangan tinggi yang mungkin membahayakan.	100%	100%	67%	89%
3	Ketersediaan <i>safety sign</i> peringatan/rambu disekitar radius ayunan <i>lifting</i> .	100%	67%	67%	78%
4	Area penempatan girder terdapat rambu-rambu ( <i>safety sign</i> )	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Ketinggian beban saat pemindahan beban lebih baik apabila sedekat mungkin dengan tanah.	67%	67%	67%	67%

NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
6	Para personil erection girder saat pelaksanaan (tidak boleh menempatkan dirinya dalam posisi berbahaya antara beban ayun dan beban tetap).	0%	0%	33%	11%
7	Gantungan <i>crane</i> harus stabil dan dipastikan tidak longgar, dan vertikalitas gantungan mudah di kontrol untuk menghindari rotasi gelagar.	100%	67%	100%	89%
8	Implementasi pengepakan untuk melindungi beban (PC-I <i>Girder</i> ) yang sesuai di lapangan yaitu pemasangan sling (Sling harus dilapisi dengan menggunakan balok kayu atau bahan lain yang sesuai pada bagian yang tajam sehingga mencegah pemotongan atau sling terbelit).	100%	67%	67%	78%
9	Landasan perletakan girder ( <i>bearing pad</i> ) harus lebar mendekati sayap ( <i>flens</i> ) bawah gelagar ( <i>girder</i> ).	67%	67%	100%	78%
10	Saat beban (PCI <i>Girder</i> ) mulai diangkat pada ketinggian tertentu dipastikan pelindung harus melekat pada beban	100%	100%	67%	89%



NO	INDIKATOR	RESPONDEN			FINAL SCORE
		Nur	Adhie	Alfi	
	sehingga apabila tekanan pada seling dikendorkan, pelindung tidak akan jatuh atau lepas.				
11	Tempat/landasan <i>crane</i> berpijak memiliki permukaan keras, tidak berair, tidak berlumpur, tidak mudah amblas.	67%	67%	100%	78%
12	Sebelum diangkat girder diletakkan sementara di atas <i>sleeper beam</i> .	N/A	N/A	N/A	N/A

Misal : Proyek 4 : Indikator 1

$$P(E_1 | H) = 0,67$$

$$P(E_2 | H) = 0,89$$

$$P(E_3 | H) = 0,89$$

$$P(E_4 | H) = 0,78$$

$$P(E_5 | H) = 0,67$$

$$P(E_6 | H) = 0,78$$

$$P(E_7 | H) = 0,33$$

$$P(E_8 | H) = 0,67$$

Proyek 4 : Indikator 2

$$P(E_1 | H) = 1$$

$$P(E_2 | H) = 0$$

$$P(E_3 | H) = 0,11$$

$$P(E_4 | H) = 0,4433$$

$$P(E_5 | H) = 0,78$$

Proyek 4 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E_1 | H) = 0,89$$

$$\begin{aligned}
P(E_2 | H) &= 1 \\
P(E_3 | H) &= 0,11 \\
P(E_4 | H) &= 0 \\
P(E_5 | H) &= 0 \\
P(E_6 | H) &= 0,89 \\
P(E_7 | H) &= 0 \\
P(E_8 | H) &= 0,89
\end{aligned}$$

Proyek 4 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$\begin{aligned}
P(E_1 | H) &= 0,78 \\
P(E_2 | H) &= 0,89 \\
P(E_3 | H) &= 0,78 \\
P(E_4 | H) &= 0 \\
P(E_5 | H) &= 0,67 \\
P(E_6 | H) &= 0,11 \\
P(E_7 | H) &= 0,89 \\
P(E_8 | H) &= 0,78 \\
P(E_9 | H) &= 0,78 \\
P(E_{10} | H) &= 0,89 \\
P(E_{11} | H) &= 0,78 \\
P(E_{12} | H) &= 0
\end{aligned}$$

1. Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk menghitung seberapa aman pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi secara keseluruhan.

Rumus →

$$P(E_{\text{comb}} | H) = P(E_1 | H) \times P(E_2 | H) \times P(E_3 | H) \times \dots \times P(E_n | H)$$

Misal :

$$\text{Proyek 4 untuk indikator 1 : } P(E_{\text{comb}} | H) = (0,67 + 0,89 + 0,89 + 0,78 + 0,67 + 0,78 + 0,33 + 0,67) : 8 = 0,71$$

$$\text{Proyek 4 untuk indikator 2 : } P(E_{\text{comb}} | H) = (1 + 0 + 0,11 + 0,4433 + 0,78) : 5 = 0,4725$$

$$\text{Proyek 4 untuk indikator 3 (Peralatan) : } P(E_{\text{comb}} | H) = (0,89 + 1 + 0,11 + 0 + 0 + 0,89 + 0 + 0,89) : 8 = 0,756$$

Proyek 4 untuk indikator 3 (Metode Konstruksi) :  $P(E_{comb} | H) = (0,78 + 0,89 + 0,78 + 0 + 0,67 + 0,11 + 0,89 + 0,78 + 0,78 + 0,89 + 0,78 + 0) : 12 = 0,74$

Maka hasil  $P(E_{comb} | H) = 0,71 \times 0,4725 \times 0,756 \times 0,74 = 0,186$

- Menggunakan hasil dari tahap pertama untuk mengetahui seberapa ketidakamanan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *checklist* keselamatan kerja pekerjaan galian pondasi, setelah perhitungan tersebut lalu menghitung secara keseluruhan.

Rumus  $\rightarrow$  
$$P(E | H') = 1 - P(E | H)$$

Misal : Proyek 4 : Indikator 1

$$P(E | H') = 1 - 0,71 = 0,29$$

Proyek 4 : Indikator 2

$$P(E | H') = 1 - 0,4725 = 0,5275$$

Proyek 4 : Indikator 3 (Peralatan)

$$P(E | H') = 1 - 0,756 = 0,244$$

Proyek 4 : Indikator 3 (Metode Konstruksi)

$$P(E | H') = 1 - 0,74 = 0,26$$

Rumus  $\rightarrow$  
$$P(E_{comb} | H') = P(E_1 | H') \times P(E_2 | H') \times P(E_3 | H') \dots \times P(E_n | H')$$

Maka hasil  $P(E_{comb} | H') = 0,29 \times 0,5275 \times 0,244 \times 0,26 = 0,009$

- Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan aman.

Rumus  $\rightarrow$  
$$P(H) = \frac{1}{kemungkinan^{(evidence + safety\ score)}}$$

Keterangan : 1 = Nilai aman (Safety Score)

Kemungkinan = 4 (0 ; 0,33 ; 0,67 ; 1)

Evidence = Banyaknya bukti yang dapat dianalisis

Misal : Foto 1 :  $P(H) = \frac{1}{5^{10+1}} = \frac{1}{5^{11}} = 0,0039$

- Menghitung banyaknya kemungkinan dari pekerjaan tidak aman.

Rumus →

$$P(H') = \frac{\text{banyak kemungkinan skor selain aman}}{\text{kemungkinan}^{(\text{evidence} + \text{safety score})}}$$

Misal : Foto 1 :  $P(H') = \frac{3}{5^{(10+1)}} = \frac{3}{5^{11}} = 0,0117$

Dari hasil analisis yang telah diketahui bahwa pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing termasuk dalam definisi aman berdasarkan bukti pengamatan pada proses erection, akan tetapi apabila dilihat dari nilai probabilitas keamanan total yang hanya 18,6% atau 0,186 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing memiliki kecenderungan kurang aman.

## 5.2 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan di proyek ini merupakan penelitian evaluasi untuk mengetahui potensi kecelakaan kerja pada proyek-proyek yang ditinjau. Penilaian yang dilakukan pada proyek-proyek tersebut adalah suatu bentuk evaluasi, dengan *output* nilai yang dapat dijadikan sebagai pembelajaran bagi proyek-proyek serupa selanjutnya, baik pembelajaran untuk menjadi acuan maupun pembelajaran agar budaya keselamatan kerja lebih ditingkatkan untuk mengurangi potensi-potensi kecelakaan kerja.

Metode penilaian dilakukan dengan menentukan nilai dari masing-masing parameter yang di dapat dari hasil analisa yang representatif. Analisa terhadap nilai peluang atau akibat dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah *Rapid Visual Screening*.

Perlu diketahui bahwa instrumen *Rapid Visual Screening* ini merupakan hasil improvisasi dari FEMA P646. Dalam FEMA P646 Salah satu cara untuk mengevaluasi resiko seismik bangunan gedung adalah dengan melakukan evaluasi struktur secara cepat dengan *Rapid Visual Screening (RVS)* berdasarkan FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) 154 yang dikembangkan di Amerika Serikat. RVS telah dikembangkan untuk mengidentifikasi, inventarisasi, dan melakukan screening bangunan yang mempunyai potensi terkena bahaya seismik.

RVS digunakan untuk menjadi fase penyaringan awal dari beberapa prosedur untuk mengidentifikasi bangunan yang berpotensi berbahaya.

*Rapid Visual Screening* akan memberikan gambaran awal resiko. *Rapid Visual Screening* (RVS) berdasarkan FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) 154 yang dikembangkan di Amerika Serikat. RVS telah dikembangkan untuk mengidentifikasi, inventarisasi, dan melakukan screening bangunan yang mempunyai potensi terkena bahaya seismik. RVS digunakan untuk menjadi fase penyaringan awal dari beberapa prosedur untuk mengidentifikasi bangunan yang berpotensi berbahaya. Bangunan yang teridentifikasi dengan RVS berpotensi berbahaya harus dianalisis secara lebih rinci oleh profesional desain seismik yang berpengalaman. Prosedur RVS menggunakan metodologi berdasarkan survei bangunan cepat dan pengisian Formulir Survei. Survei yang dilakukan berdasarkan pengamatan visual bangunan dari luar, dan jika mungkin interiornya.

Pada penelitian ini RVS diimprovisasi dengan mengubah subjek indikator-indikatornya menjadi indikator penilaian untuk keselamatan kerja pada pekerjaan erection girder. Indikator-indikator pada *Rapid Visual Screening* pada penelitian ini disusun berdasarkan peraturan-peraturan keselamatan kerja baik secara nasional maupun internasional yang diintegrasikan dengan pedoman dan tata cara dari pekerjaan *erection girder*. Indikator berdasarkan hasil perpaduan ini kemudian dijadikan sebagai instrumen acuan penilaian untuk *Rapid Visual Screening* (RVS).

Berdasarkan hasil penilaian RVS, maka didapat nilai-nilai indikator proyek-proyek pekerjaan girder sebagai berikut :

### **1. Proyek 1 Erection PCI Girder UB Sungai 05 Margomulyo**

Definisi : Aman

Probabilitas keamanan total = 21,8% (tidak aman)

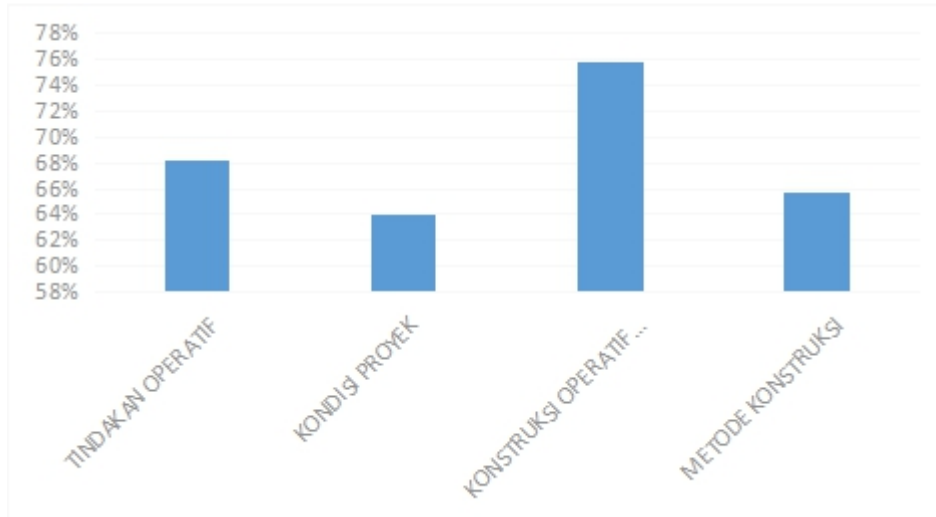
Skor probabilitas setiap faktor :

Tindakan Operatif (E1) = 68%

Kondisi Proyek (E2) = 64%

Konstruksi Operatif Peralatan (E3) = 76%

Metoda Konstruksi (E4) = 66%



Grafik indikator proyek 1

## 2. Proyek II Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar)

Definisi : Aman

Probabilitas keamanan total = 27% (tidak aman)

Skor probabilitas setiap faktor:

Tindakan Operatif (E1) = 85%

Kondisi Proyek (E2) = 48%

Konstruksi Operatif Peralatan (E3) = 78%

Metoda Konstruksi (E4) = 86%



Grafik indikator proyek 2



### 3. Proyek Jalan Tol Kendal

Definisi : Aman

Probabilitas keamanan total = 13,8% (tidak aman)

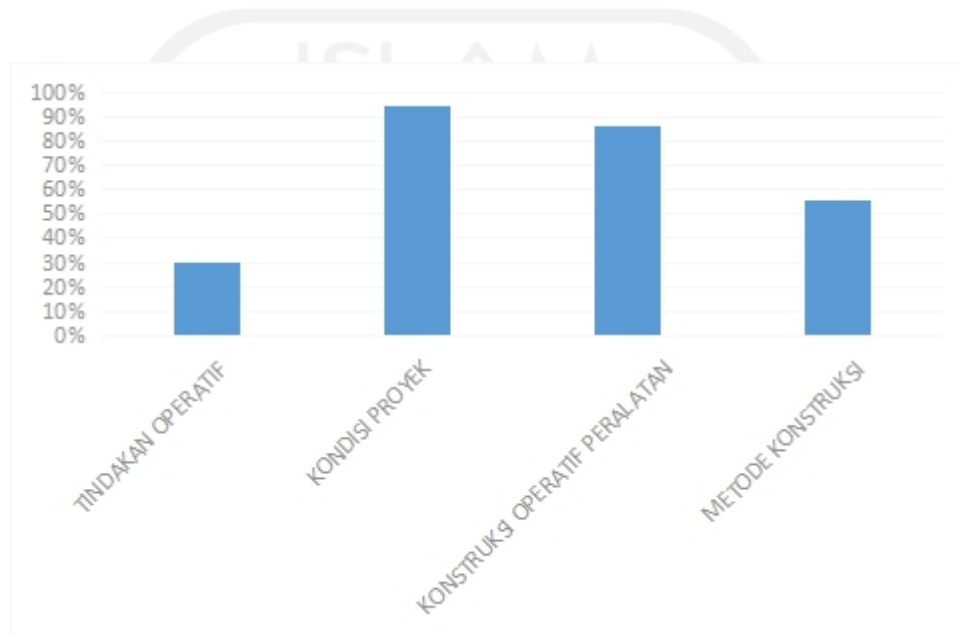
Skor probabilitas setiap faktor:

Tindakan Operatif (E1) = 30%

Kondisi Proyek (E2) = 95%

Konstruksi Operatif Peralatan (E3) = 87%

Metoda Konstruksi (E4) = 56%



Grafik indikator proyek 3

### 4. Proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing

Definisi : Aman

Probabilitas keamanan total = 18,6% (tidak aman)

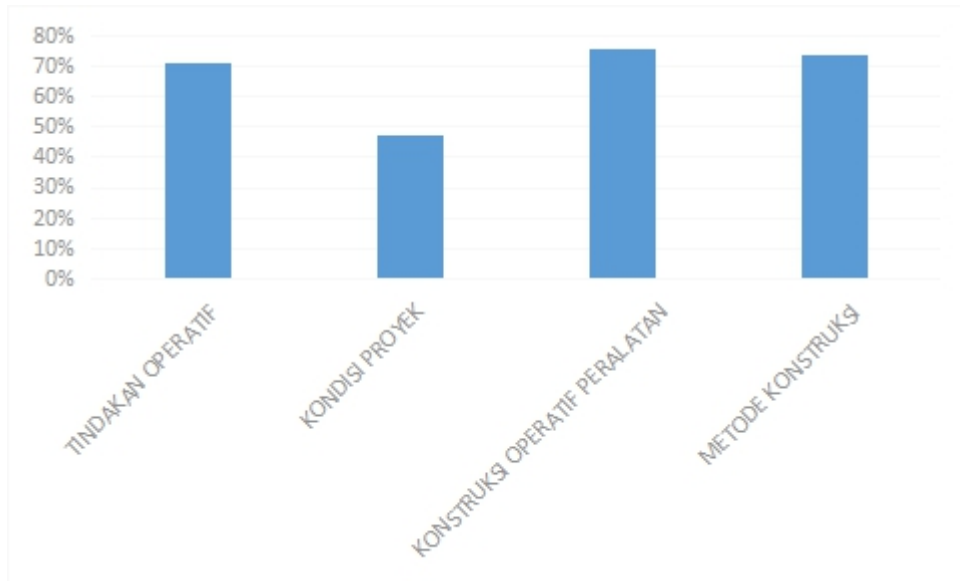
Skor probabilitas setiap faktor:

Tindakan Operatif (E1) = 71%

Kondisi Proyek (E2) = 47,25%

Konstruksi Operatif Peralatan (E3) = 75,6%

Metoda Konstruksi (E4) = 74%



Grafik indikator proyek 4



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

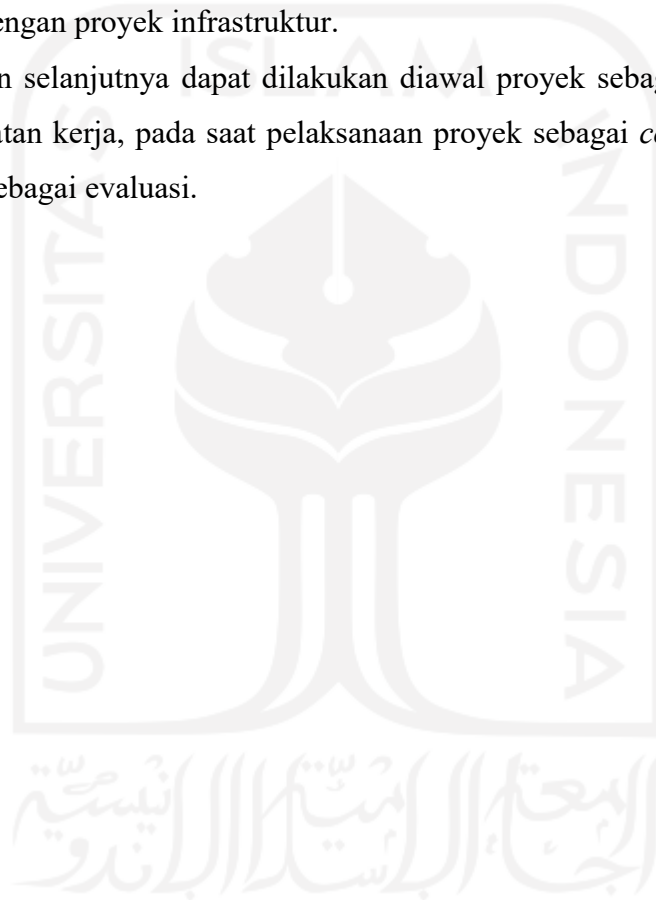
Sesuai dengan latar belakang permasalahan mengenai penilaian risiko dan iklim keselamatan kerja pada objek *erection girder*, sehingga berdasarkan tujuan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi keempat proyek pekerjaan *erection girder* yang ditinjau berdasarkan hasil analisis penilaian RVS (*Rapid Visual Screening*), termasuk dalam definisi aman. Definisi “aman” (bila skor probabilitas = 1) dan “tidak aman” (bila skor probabilitas = 0).
2. Adapun detail presentase nilai profitabilitas keamanan total keempat proyek adalah :
  - Proyek UB Sungai 05 Margomulyo nilai probabilitas keamanan total yang hanya 21,8% atau 0.218 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek UB Sungai 05 Margomulyo memiliki kecenderungan kurang aman.
  - Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar) nilai probabilitas keamanan total yang hanya 27% atau 0.27 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Tol KLBM (Krian – Legundi – Bunder – Manyar) memiliki kecenderungan kurang aman.
  - Jalan Tol Kendal nilai probabilitas keamanan total yang hanya 13,8% atau 0,138 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Kendal memiliki kecenderungan kurang aman.
  - Jalan Tol Pantura Gerinsing nilai probabilitas keamanan total yang hanya 18,66% atau 0,1866 yang berarti pekerjaan PCI girder pada proyek Jalan Tol Pantura Gerinsing memiliki kecenderungan kurang aman.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam terkait dengan proyek-proyek dengan status kecenderungan tidak aman.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan secara langsung pengamatan di lapangan.
3. Penelitian dapat dilakukan dengan meninjau pekerjaan konstruksi lain terutama terkait dengan proyek infrastruktur.
4. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan diawal proyek sebagai studi kelayakan keselamatan kerja, pada saat pelaksanaan proyek sebagai *control*, dan di akhir proyek sebagai evaluasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Argha, M. (2014). "EVALUASI KESELAMATAN KERJA (K2) PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI (Studi Kasus Pembangunan Gedung Fakultas MIPA UII). Tugas Akhir UII 2014 (diakses Agustus 2018).
- Bhaskara, A. (2014). Standar Operasional Prosedur Metode Pelaksanaan Kolom yang Terintegrasi dengan K3. (Tidak Diterbitkan). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Bhaskara, A. (2017) "PROSEDUR KERJA TERINTEGRITASI UNTUK AREA PEKERJAAN BASEMENT". Jurnal SIBE Proceeding Book 2017 (diakses Agustus 2018).
- Budiono, 2013 Kegagalan Konstruksi pada Musibah Jembatan Suramadu (Surabaya-Madura). Jurnal Teknik. Jurnal Pakuan Bidang Keteknikan.
- Ervianto, W. (2005). "Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi). Yogyakarta:" Andi offset. (diakses Agustus 2018).
- Heri, M. dkk (2018). "KERENTANAN BANGUNAN RUMAH CAGAR BUDAYA TERHADAP GEMPA DI YOGYAKARTA" Jurnal Kakarasa No.1 Vol.4 Tahun 2018 (diakses Agustus 2018).
- Nugraheni, Fitri. *The Use of Construction Images in Safety Assessment System*, Curtin University of Technology, Perth, 2008. (Disertasi).
- Nur, F. (2017). "METODE PELAKSANAAN DAN ANALISIS PRODUKTIVITAS CRAWLER CRANE PADA PEKERJAAN ERECTION GIRDER KONSTRUKSI OVERPASS INTERCHANGE PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL SOLO – NGAWI PT.WASKITA KARYA (PERSERO) Tbk.". Jurnal (online) (<http://etd.repository.ugm.ac.id>, diakses Agustus 2018).

Pangestika, C. (2016). “METODE PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DAN ANALISIS PRODUKTIVITAS MENGGUNAKAN ALAT *GANTRY LAUNCHER* PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL SURABAYA – MOJOKERTO SEKSI 1B”. Jurnal (online) (<http://etd.repository.ugm.ac.id>, diakses Agustus 2018).

Supriyadi, B., dan Muntohar, A.S., (2007), *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Suma'mur. (1987). “Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja”. CV Haji Masagung, Jakarta.

Soeharto, Iman. (1999). “Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional, Jilid 1.” Jakarta: Erlangga. (diakses Agustus 2018).

Utami. T. (2013). “PERENCANAAN JEMBATAN RANGKA BAJA SUNGAI KELAKAR RUAS KORAMIL – TANJUNG SENEH KABUPATEN OGAN ILIR BENTANG 70 M “ Jurnal Politeknik Negeri Sriwijaya (2013). (diakses Agustus 2018).

Youtube. (2019, Januari 11). Diperoleh dari <https://www.youtube.com/watch?v=Ny3WqwcxNco&t=383s>)

Youtube. (2019, Januari 12). Diperoleh dari <https://www.youtube.com/watch?v=FLKvgFTMTkM>

Youtube. (2019, Januari 12). Diperoleh dari <https://www.youtube.com/watch?v=9tMEC2PnTRc>)

Zachra, Y. (2013). Analisis Keselamatan Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Bagian Luar Dengan Memanfaatkan Foto Konstruksi. (Tidak Diterbitkan). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.