TUGAS AKHIR

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM K3 BERBASIS *HIRADC* PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI BOR PILE (STUDI KASUS: PROYEK TOL JOGJA-BAWEN PAKET 1)

(ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF AN HIRADC-BASED OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY SYSTEM IN BORED PILE CONSTRUCTION WORK) (CASE STUDY: YOGYAKARTA–BAWEN TOLL ROAD PROJECT, PACKAGE 1)

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

Muhammad Ihlasul Kamal

21511131

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM K3 BERBASIS *HIRADC* PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI BOR PILE (STUDI KASUS: PROYEK TOL JOGJA-BAWEN PAKET 1)

(ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF AN HIRADC-BASED OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY SYSTEM IN BORED PILE CONSTRUCTION WORK) (CASE STUDY: YOGYAKARTA–BAWEN TOLL ROAD PROJECT, PACKAGE 1)

Disusun Oleh:

Muhammad Ihlasul Kamal
21511131

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

Diuji pada tanggal 11 September 2025
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Adityawan Sigit, Ph.D.	**Ir. Fitri Nugraheni, S.T.,M.T., Ph.D., IPM.**	**Albani Musyafa', S.T.,M.T., Ph.D.**
NIK : 155110108	**NIK : 005110101**	**NIK : 955110102**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil 26 / 9 / 2025

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil kerja orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 September 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Ihlasul Kamal
(21511131)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM K3 BERBASIS HIRADC PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI BOR PILE (STUDI KASUS: PROYEK TOL JOGJA-BAWEN PAKET 1). Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T. Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing hingga selesainya tugas akhir ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan hingga tugas akhir ini selesai.
4. Bapak Saripudin, M.Pd. dan Ibu Wida Adawiyah selaku orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan moral, material, dan doa yang tak terhingga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhirnya, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 25 September 2025

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR LAMPIRAN x

ABSTRAK xi

ABSTRACT xii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Tinjauan Umum 4

2.2 Penelitian Terdahulu 4

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang 6

BAB III LANDASAN TEORI 11

3.1 Kecelakaan Kerja 11

3.1.1. Definisi Kecelakaan Kerja 11

3.1.2. Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja 12
3.1.3. Klasifikasi Kecelakaan Kerja 13
3.2 Landasan Regulasi dalam Penerapan K3 14
3.3 Manajemen Risiko 15
3.4 HIRADC *(Hazard Identification, Risk Assesmen, And Determining Control)* 16
3.4.1. Penilaian Risiko (Risk Assesment) 18
3.4.2. Identifikasi Risiko (Risk Identification) 18
3.4.3. Analisis Risiko *(Risk Analysis)* 20
3.5 Pondasi 22
3.6 Pondasi Bore Pile 23
3.6.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bore Pile 24
BAB IV METODE PENELITIAN 26
4.1 Jenis Penelitian 26
4.2 Lokasi Penelitian 26
4.3 Metode Pengumpulan Data Penelitian 27
4.4 Tahapan Penelitian 27
4.5 Analisis Data 29
4.6 Bagan Alir Penelitian 31
BAB V 32
5.1 Gambaran Umum Proyek 32
5.1.1 Profil Proyek 32
5.1.2 Lokasi Penelitian 32
5.2 Objek Pengamatan 33
5.3 Subjek pengamatan 33
5.4 Analisis Data 34
5.4.1 Identifikasi Urutan Pekerjaan Bore Pile 34
5.4.2 Analisis Risiko Bahaya pada Bor Pile 36
5.4.3 Tindakan Pencegahan dan Pengendalian Risiko 44
5.4.4 Penyusunan HIRADC 50
5.4.5 Penilaian Risiko Bahaya Pekerjaan Bore Pile 50
5.1 Pembahasan 59
5.5.1 Penilaian Risiko 59

5.5.2 Evaluasi Tingkat Risiko Pasca Implementasi Pengendalian 62
5.5.3 Pengendalian Risiko yang dilakukan 67
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 70
6.1 Kesimpulan 70
6.2 Saran 72
6.1.1 Saran untuk Pihak Pelaksana Proyek (Kontraktor) 72
6.1.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya 73
DAFTAR PUSTAKA 75

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Analisis Bahaya dan Risiko pada Pekerjaan Bore Pile 38
Tabel 5.2 Identifikasi Bahaya..... 41
Tabel 5.4 Tingkat Bahaya Pada Pekerjaan Bore Pile Sebelum Dilakukan Pengendalian 59
Lanjutan Tabel 5.5 Tingkat Bahaya Pada Pekerjaan Bore Pile Sebelum Dilakukan Pengendalian 60
Tabel 5.6 Tingkat Risiko Pada Pekerjaan Bore Pile Setelah Dilakukan Pengendalian 64
Lanjutan Tabel 5.7 Tingkat Risiko Pada Pekerjaan Bore Pile Setelah Dilakukan Pengendalian 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian 26
Gambar 4.2 Kondisi Proyek 27
Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian. 31
Gambar 5.1 Hirearki Pengendalian 45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Verifikasi Data HIRADC 78
Lampiran 2 Data IBPRPB 79

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur strategis seperti Jalan Tol Jogja-Bawen memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi, terutama pada pekerjaan pondasi bore pile yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) melalui pendekatan HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) pada Proyek Tol Jogja-Bawen Paket 1. Menggunakan metode deskriptif-observasional, penelitian ini mengkaji 14 aktivitas utama dalam pekerjaan bore pile dengan menganalisis dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Penentuan Pengendalian, dan Pelaporan (IBPRPB) proyek serta mengacunya pada standar SNI ISO 31000:2011 dan PP No. 50 Tahun 2012.

Hasil analisis risiko awal menunjukkan tingkat bahaya yang signifikan, dimana dari 14 aktivitas yang dievaluasi, 21,42% (3 aktivitas) berkategori risiko ekstrem, 57,16% (8 aktivitas) berisiko tinggi, dan 21,42% (3 aktivitas) berisiko sedang, tanpa ada aktivitas yang berkategori risiko rendah. Setelah implementasi tindakan pengendalian berbasis hierarki kontrol, terjadi penurunan risiko yang substansial: seluruh risiko ekstrem berhasil dieliminasi (0%) , risiko tinggi berkurang drastis menjadi 14,28% (2 aktivitas) , sementara risiko sedang dan rendah masing-masing menjadi 35,72% (5 aktivitas) dan 50% (7 aktivitas). Studi ini menyimpulkan bahwa implementasi sistem K3 berbasis HIRADC terbukti efektif dalam menurunkan profil risiko secara keseluruhan. Meskipun demikian, keberadaan risiko residual tinggi pada aktivitas krusial seperti mobilisasi alat berat dan proses pengeboran menegaskan pentingnya pengawasan berkelanjutan dan penguatan budaya keselamatan untuk mencegah insiden di lapangan.

Kata Kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), HIRADC, Manajemen Risiko, Konstruksi, Bore Pile

ABSTRACT

The construction of strategic infrastructure such as the Jogja-Bawen Toll Road carries a high risk of work accidents, particularly in complex bore pile foundation work. This research aims to analyze the implementation of the Occupational Safety and Health (OSH) Management System through the HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) approach on the Jogja-Bawen Toll Road Project Package 1. Using a descriptive-observational method, this study examines 14 main activities in bore pile work by analyzing the project's Hazard Identification, Risk Assessment, Determining Control, and Reporting (IBPRPB) documents and referencing SNI ISO 31000:2011 and Government Regulation No. 50 of 2012 standards.

The initial risk analysis revealed significant hazard levels: of the 14 activities evaluated, 21.42% (3 activities) were categorized as extreme risk, 57.16% (8 activities) as high risk, and 21.42% (3 activities) as moderate risk, with no activities categorized as low risk. Following the implementation of control measures based on the hierarchy of controls, a substantial risk reduction was observed: all extreme risks were successfully eliminated (0%) , high risks were drastically reduced to 14.28% (2 activities) , while moderate and low risks became 35.72% (5 activities) and 50% (7 activities) respectively. This study concludes that the implementation of an OSH system based on HIRADC is proven effective in lowering the overall risk profile. Nevertheless, the presence of high residual risks in critical activities such as heavy equipment mobilization and drilling underscores the importance of continuous supervision and the strengthening of a safety culture to prevent incidents on-site.

Keywords: Occupational Safety and Health (OSH), HIRADC, Risk Management, Construction, Bore Pile

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan infrastruktur di Indonesia terus mengalami perkembangan yang signifikan, seiring dengan meningkatnya permintaan masyarakat, terutama dalam sektor transportasi. Selama satu dekade terakhir, Kementerian Perhubungan telah membangun dan merehabilitasi 521 infrastruktur fisik sektor transportasi, yang berperan penting dalam memperkuat konektivitas dan mendukung transformasi ekonomi yang inklusif (Kemenhub, 2024). Jalan tol menjadi salah satu infrastruktur kunci yang mendukung aktivitas masyarakat, memperpendek waktu perjalanan, dan meningkatkan produktivitas (BPIW, 2024). Salah satu proyek strategis dalam hal ini adalah Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1, yang bertujuan untuk memperlancar konektivitas antar daerah (Perhubungan, 2024).

Salah satu risiko utama dalam konstruksi adalah kecelakaan kerja, yang dapat berdampak besar baik bagi pekerja maupun kelancaran proyek itu sendiri (PUPR, 2024). Oleh karena itu, penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) sangat penting dalam setiap proyek konstruksi. SMK3 mengacu pada Permen PUPR No. 10/PRT/M/2021 yang mengatur keselamatan konstruksi secara menyeluruh (PUPR, 2024). Salah satu metode analisis yang digunakan untuk meminimalkan risiko adalah HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control), yang bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya yang ada dan menilai risiko yang mungkin muncul (BPIW, 2024).

Melalui penerapan analisis HIRADC, proyek Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1 dapat memastikan bahwa setiap tahap pekerjaan dilaksanakan dengan standar keselamatan tinggi dan mengurangi potensi kecelakaan (PUPR, 2024). Meskipun berbagai langkah telah diambil untuk meningkatkan keselamatan kerja di lapangan, masih terdapat indikasi masalah terkait ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan. Contohnya dapat dilihat pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans

Jawa Seksi A. Meskipun proyek ini telah menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dan menyediakan alat pelindung diri (APD) gratis bagi semua pekerja, masih terdapat laporan mengenai ketidakpatuhan pekerja dalam menggunakan APD. Hal ini mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja, seperti insiden di mana seorang pekerja mengalami luka serius akibat terjatuh dari ketinggian karena tidak menggunakan harness dengan benar (Dishub, 2023). Situasi ini mendorong perlunya penelitian lebih lanjut mengenai implementasi K3 dalam proyek konstruksi, khususnya pada proyek Jalan Tol Jogja-Bawen. Ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja diterapkan di lapangan dan bagaimana hal tersebut dapat mempengaruhi keamanan serta efisiensi kerja. Dengan memahami penerapan K3 secara mendalam, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk mengurangi insiden kecelakaan kerja yang sering terjadi akibat ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan (Dishub, 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Bersdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja potensi bahaya yang muncul dalam pekerjaan bor pile?
2. Bagaimana penerapan peraturan dan standar K3 yang berlaku di proyek ini?
3. Seberapa efektif pengawasan K3 yang dilakukan di Lokasi proyek?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menganalisis implementasi K3 dalam proyek Tol Jogja-Bawen Paket 1, dengan fokus pada pekerjaan bor pile. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi potensi bahaya yang ada dalam pekerjaan bor pile.
2. Menilai penerapan peraturan dan standar K3 yang relevan.
3. Menganalisis efektivitas pengawasan K3 di lokasi proyek.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan keselamatan kerja di sektor konstruksi, khususnya dalam proyek-proyek serupa. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi manajemen proyek dan pihak terkait dalam mengembangkan kebijakan K3 yang lebih baik serta meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya keselamatan kerja.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini agar dapat tepat pada tujuan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dibatasi pada proyek konstruksi bor pile di Tol Jogja-Bawen Paket 1, dengan fokus pada area kerja yang melibatkan kegiatan pengeboran, pengangkatan material, dan pengecoran.
2. Penelitian hanya mencakup implementasi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) pada kegiatan operasional proyek, termasuk identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan penerapan pengendalian.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder (dokumen proyek, IBPRP-HIRADC, dan standar keselamatan terkait).
4. Penelitian menggunakan acuan dari Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 2018 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), standar ISO 45001, serta praktik K3 yang berlaku di proyek konstruksi.
5. Penelitian dilakukan dalam periode tertentu yang meliputi fase utama pekerjaan bor pile, sehingga hasil analisis tidak mencakup fase proyek lainnya, seperti tahap penyelesaian akhir (finishing).
6. Analisis dalam penelitian ini terbatas pada metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) untuk menilai implementasi K3 serta metode deskriptif untuk pembahasan hasil.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka bertujuan untuk memberikan referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dan acuan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis. Penelaahan terhadap penelitian terdahulu ini berfungsi sebagai alat perbandingan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan saat ini.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu sebagai berikut.

1. (Ramdani, 2023) dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Bore Pile Proyek Konstruksi Jalan Dengan Metode Construction Safety Analysis". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Solo Seksi 1. Metode penelitian ini dilakukan dengan metode *Construction SAfety Analysis* (CSA), yang melibatkan observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi urutan pekerjaan dan potensi bahaya yang terkait. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa terdapat 32 potensi bahaya yang teridentifikasi dalam pekerjaan bore pile.
2. (Putra, 2023) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengaplikasian K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) menggunakan Metode Csa (Construction Safety Analysis) pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Solo -yogyakarta)". Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi bahaya, mengevaluasi penerapan Rencana Keselamatan Kerja (RKK), dan menentukan tindakan pengendalian bahaya yang optimal demi mengurangi insiden kecelakaan kerja. Metode penelitian ini menggunakan metode *Construction Safety Analysis* (CSA) untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya pada pekerjaan Bore Pile. Metode ini melibatkan observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi urutan pekerjaan secara detail

serta risiko potensi bahaya setiap uraian pekerjaan Bore Pile. Penyusunan CSA dilakukan dengan mengacu pada hierarki pengendalian, peraturan yang digunakan, saran, dan verifikasi serta validasi dari tenaga ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 116 risiko potensi bahaya yang teridentifikasi dalam pekerjaan Bore Pile. Setelah dilakukan analisis pengendalian, langkah pengendalian bahaya yang sesuai dengan hierarki pengendalian adalah pengendalian substitusi, pengendalian teknik, pengendalian secara administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Pada penelitian ini, tidak memungkinkan dilakukan pengendalian eliminasi. Form CSA yang diverifikasi oleh tenaga ahli berhasil menentukan tindakan pengendalian bahaya yang maksimal dan sebaik mungkin pada setiap pekerjaan.

3. (Pamungkas, 2021) dalam penelitiannya yang berjudul Manajemen Risiko Bahaya Berbasis Hiradc (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus: Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma Ata Yogyakarta). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan manajemen Risiko keselamatan kerja konstruksi pada pekerjaan Bore Pile dengan mengggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*). Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa identifikasi risiko bahaya menghasilkan pengendalian berdasarkan hierarki dasar pengendalian, termasuk rekayasa teknik, administrasi, dan penggunaan APD. Penelitian ini mencatat penurunan tingkat risiko dari sebelumnya terdapat 8 pekerjaan dengan tingkat risiko ekstrem (26,6%) dan 2 pekerjaan dengan risiko tinggi (16,6%), menjadi 7 pekerjaan dengan tingkat risiko moderat (58,3%) dan 5 pekerjaan dengan risiko rendah (41,7%). Tidak ditemukan jenis pekerjaan dengan tingkat risiko ekstrem atau tinggi setelah penerapan pengendalian yang tepat.
4. (HIDAYAT, 2022) dalam penelitiannya yang berjudul Studi Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Construction Safety Analysis pada Pekerjaan Pondasi Bored Pile Jalan Layang Tol Solo-Jogja bertujuan untuk menyusun Construction Safety Analysis (CSA) guna mengidentifikasi potensi bahaya dan tindakan pengendalian pada pekerjaan

pondasi bored pile. Penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi urutan pekerjaan serta potensi bahaya yang mungkin terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 106 potensi bahaya yang perlu dianalisis pengendaliannya. Tindakan pengendalian bahaya dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian, yaitu melalui substitusi, pengendalian teknik, administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pengendalian eliminasi tidak dapat diterapkan dalam penelitian ini. Form CSA yang dihasilkan telah divalidasi oleh tenaga ahli K3 dan ahli teknik, menunjukkan bahwa analisis keselamatan konstruksi dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan keselamatan kerja pada proyek konstruksi bored pile.

5. (SADEWA, 2021) Dalam penelitiannya yang berjudul Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Pilar Jembatan Menggunakan Metode Hiradc bertujuan untuk mengevaluasi tingkat risiko bahaya serta efektivitas pengendalian yang diterapkan dalam pekerjaan bored pile. Penelitian ini menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan langkah pengendalian yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total 50 potensi bahaya yang teridentifikasi, terdapat penurunan risiko setelah pengendalian dilakukan, dengan tingkat risiko tinggi berkurang dari 20% menjadi 5%, sementara tingkat risiko sedang menurun dari 50% menjadi 30%. Pengendalian yang diterapkan mengikuti hierarki K3, yaitu rekayasa teknik, administrasi, serta penggunaan alat pelindung diri (APD), yang secara signifikan meningkatkan keselamatan kerja di proyek konstruksi bored pile.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, perbandingan penelitian sekarang dengan beberapa penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu							Penelitian Yang Akan Dilakukan
No.	Aspek	(Ramdani, 2023)	(Putra, 2023)	(Pamungkas, 2021)	(HIDAYAT, 2022)	(SADEWA, 2021)	
1	Judul Penelitian	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Bore Pile Proyek Konstruksi Jalan Dengan Metode Construction Safety Analysis	Pengaplikasian K3 (Keselamatan Dan Kesehatan Kerja) Menggunakan Metode Csa (Construction Safety Analysis) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Solo -Yogyakarta)	Manajemen Risiko Bahaya Berbasis Hiradc (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus: Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma Ata Yogyakarta)	Studi Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja menggunakan Metode *Construction Safety Analysis* pada pekerjaan pondasi Bored Pile jalan layang Tol Solo-Jogja	Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Pilar Jembatan Menggunakan Metode Hiradc	Analisis Implementasi K3 Berbasis HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control) Pada Proyek Konstruksi Bor Pile Tol Jogja-Bawen Paket 1

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan

Penelitian Terdahulu							Penelitian yang akan dilakukan
No	Aspek	(Ramdani, 2023)	(Putra, 2023)	(Pamungkas, 2021)	(HIDAYAT, 2022)	(SADEWA, 2021)	
2	Tujuan Penelitian	Untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Solo Seksi 1	Mengidentifikasi potensi bahaya, mengevaluasi penerapan Rencana Keselamatan Kerja (RKK), dan menentukan tindakan pengendalian bahaya yang optimal demi mengurangi insiden kecelakaan kerja	Untuk melakukan manajemen Risiko keselamatan kerja konstruksi pada pekerjaan Bore Pile dengan mengggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*)	Untuk menganalisis dan mengidentifikasi upaya pencegahan kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile proyek jalan layang Tol Solo-Jogja menggunakan metode *Construction Safety Analysis (CSA)*.	Untuk mengetahui tingkat risiko yang terdapat pada pekerjaan konstruksi serta mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko yang dilakukan agar lingkungan kerja lebih aman	Untuk Mengidentifikasi potensi bahaya yang ada dalam pekerjaan bor pile, Menilai penerapan peraturan dan standar K3 yang relevan dan Menganalisis efektivitas pengawasan K3 di lokasi proyek.

Lanjutan Tabel 2 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu							Penelitian Yang Akan Dilakukan
No	Aspek	(Ramdani, 2023)	(Putra, 2023)	(Pamungkas, 2021)	(HIDAYAT, 2022)	(SADEWA, 2021)	
3	Metode Penelitian	Mengidentifikasi dan pengendalian potensi bahaya menggunakan metode Construction Safety Analysis pada pekerjaan bore pile.	Penelitian kualitatif dengan metode Construction Safety Analysis (CSA) Sebagai analisis identifikasi risiko bahaya	Mengidentifikasi potensi bahaya dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC).	Metode *Construction Safety Analysis (CSA)*, yang melibatkan identifikasi risiko, analisis penyebab kecelakaan, serta evaluasi efektivitas langkah-langkah pencegahan yang diterapkan di proyek konstruksi.	HIRADC, yang melibatkan identifikasi bahaya berdasarkan wawancara dengan ahli dan penilaian tingkat risiko bahaya.	Analisis penerapan K3 berdasarkan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)

Berdasarkan Tabel 2.1, perbedaan yang terdapat pada penelitian terdahulu adalah penggunaan metode CSA, dan metode HIRADC. Selain itu, terdapat perbedaan dalam subjek dan objek penelitian. Pada penelitian ini, saya menggunakan analisis penerapan K3 berdasarkan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) dengan tujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang ada dalam pekerjaan bore pile, menilai penerapan peraturan dan standar K3 yang relevan, serta menganalisis efektivitas pengawasan K3 di lokasi proyek. Penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Kecelakaan Kerja

3.1.1. Definisi Kecelakaan Kerja

Kecelakaan Kerja atau kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak terencana dan tidak terkendali akibat dari suatu tindakan atau reaksi suatu objek, bahan, orang, atau radiasi yang mengakibatkan cidera atau kemungkinan akibat lainnya (Heinrich, 1980).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selanjutnya disingkat K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (PP, 2012).

Sementara itu, menurut Iman Soepomo (2019) Keselamatan Kerja adalah aturan yang bertujuan menjaga keamanan tenaga kerja dari bahaya kecelakaan dalam menjalankan pekerjaan di tempat kerja yang menggunakan alat atau mesin berbahaya (Soepomo, 2019).

Unsur-unsur Kecelakaan Kerja menurut Heinrich (1980) meliputi:

1. Manusia (*Human Factor*): Ini merujuk pada kesalahan yang dilakukan oleh pekerja saat melaksanakan tugasnya. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti kurangnya pengalaman, kelelahan, atau ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan yang telah ditetapkan.
2. Lingkungan Kerja (*Work Environment*): Faktor ini mencakup kondisi fisik tempat kerja yang dapat mempengaruhi keselamatan pekerja. Lingkungan kerja yang tidak aman, seperti pencahayaan yang buruk, kebisingan berlebihan, atau tata letak yang tidak ergonomis, dapat meningkatkan risiko kecelakaan
3. Peralatan Kerja (*Tools*): Ini berhubungan dengan penggunaan peralatan yang tidak sesuai atau dalam kondisi rusak. Peralatan yang tidak layak pakai atau tidak dirawat dengan baik dapat menyebabkan kegagalan fungsi, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.

3.1.2. Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Menurut Wijayanto (2018), penyebab kecelakaan kerja dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori sebagai berikut:

1. Faktor Manusia: Ini mencakup kondisi seperti kelelahan, kurangnya keterampilan, atau pelanggaran terhadap prosedur keselamatan yang telah ditetapkan. Kesalahan manusia sering kali menjadi salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan di tempat kerja.

2. Faktor Lingkungan: Faktor ini merujuk pada kondisi fisik di tempat kerja yang tidak aman, seperti pencahayaan yang buruk, permukaan lantai yang licin, atau lingkungan yang berisiko tinggi. Lingkungan kerja yang tidak memadai dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

3. Faktor Mekanis: Ini berkaitan dengan kegagalan alat atau mesin yang digunakan dalam proses kerja. Kerusakan atau malfungsi peralatan dapat menyebabkan situasi berbahaya dan berpotensi mengakibatkan kecelakaan.

4. Faktor Organisasi: Faktor ini meliputi aspek manajerial, seperti kurangnya pengawasan yang efektif atau pelatihan yang memadai bagi pekerja. Organisasi yang tidak memberikan perhatian cukup terhadap keselamatan kerja dapat meningkatkan risiko kecelakaan.

Bahkan Menurut H.W.Heinrich (1931) kecelakaan kerja sebagai serangkaian kejadian yang saling berkaitan, seperti deretan domino yang saling menjatuhkan jika salah satu domino pertama terjatuh. Menurut Heinrich, ada lima elemen utama dalam teori domino:

1. Warisan Sosial dan Lingkungan (*Social Environment and Ancestry*): Faktor ini mencakup dampak dari lingkungan sosial, seperti pendidikan, kebiasaan, dan tradisi, yang dapat memunculkan kecenderungan untuk melakukan tindakan berisiko.

2. Kesalahan Manusia (*Fault of Person*): Elemen ini berhubungan dengan kelemahan individu, seperti kurangnya pengetahuan, keterampilan, atau pelanggaran terhadap prosedur kerja yang telah ditetapkan.

3. Tindakan atau Kondisi Berbahaya (*Unsafe Acts and Mechanical or Physical Hazards*): Faktor utama yang menyebabkan kecelakaan melibatkan perilaku yang tidak aman atau kondisi kerja yang tidak mendukung keselamatan.
4. Kecelakaan (*Accident*): Suatu insiden yang tidak diinginkan yang terjadi akibat faktor-faktor sebelumnya, seperti jatuh, tergelincir, atau tertimpa objek.
5. Cedera (*Injury*): Konsekuensi dari kecelakaan, seperti luka, kerusakan fisik, atau bahkan kehilangan nyawa.

Dalam teori ini, Heinrich mengidentifikasi lima elemen utama—warisan sosial, kesalahan manusia, tindakan atau kondisi berbahaya, kecelakaan, dan cedera—yang disusun seperti deretan domino. Setiap elemen saling berinteraksi dan terhubung satu sama lain. Jika salah satu elemen, khususnya tindakan atau kondisi berbahaya, dapat dihindari atau "dikeluarkan" dari rangkaian tersebut, maka efek berantai yang mengarah pada kecelakaan dan cedera dapat dihentikan.

3.1.3. Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dapat dikategorikan berdasarkan jenis dan tingkat keparahannya. Menurut International Labour Organization (ILO), berikut adalah beberapa jenis kecelakaan kerja yang umum terjadi:

1. Cedera Fisik: Ini mencakup berbagai bentuk luka, seperti luka terbuka, patah tulang, atau amputasi anggota tubuh. Cedera fisik sering kali menjadi dampak langsung dari kecelakaan di tempat kerja.
2. Keracunan: Terjadi akibat paparan terhadap bahan kimia berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan pekerja. Keracunan dapat bersifat akut atau kronis, tergantung pada tingkat dan durasi paparan.
3. Kecelakaan Fatal: Merupakan insiden yang mengakibatkan kematian pekerja di lokasi kerja. Kecelakaan fatal sering kali menjadi perhatian utama dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja.

4. Kerusakan Psikologis: Ini mencakup masalah kesehatan mental seperti stres, kecemasan, atau trauma yang disebabkan oleh kondisi kerja yang tidak mendukung atau lingkungan kerja yang berbahaya.

Selain pengklasifikasian berdasarkan jenis kecelakaan, kecelakaan kerja juga dapat dikelompokkan berdasarkan penyebabnya, antara lain:

1. Kecelakaan karena Kelalaian Pekerja: Kecelakaan yang terjadi akibat kurangnya perhatian atau ketidakpatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan.
2. Kecelakaan karena Kegagalan Peralatan: Insiden yang disebabkan oleh kerusakan atau malfungsi alat dan mesin yang digunakan dalam pekerjaan.
3. Kecelakaan karena Bencana Alam: Kecelakaan yang terjadi akibat kejadian alam seperti gempa bumi, banjir, atau cuaca ekstrem yang mempengaruhi keselamatan di tempat kerja.

3.2 Landasan Regulasi dalam Penerapan K3

Sebagai wujud komitmen perusahaan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3), penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) menjadi suatu keharusan (Shabira Noviandini, 2015). SMK3 adalah sistem yang terintegrasi dengan kegiatan manajemen perusahaan, yang bertujuan untuk mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, meningkatkan efisiensi operasional, serta menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012, penerapan SMK3 diwajibkan bagi perusahaan dengan tingkat risiko tinggi, termasuk dalam proyek konstruksi, sebagai langkah strategis untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan kerja yang berlaku.

Hal ini diperkuat oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 10 Tahun 2021 mengenai Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi. Dalam pasal 1 ayat 13, 14, dan 15, dijelaskan bahwa:

1. Pasal 1 Ayat 13: Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi merupakan bagian dari manajemen proyek yang bertujuan untuk memastikan keselamatan kerja selama pelaksanaan proyek.
2. Pasal 1 Ayat 14: Keselamatan kerja konstruksi meliputi semua upaya untuk mencegah kecelakaan yang melibatkan tenaga kerja, alat, bahan, metode kerja, dan kondisi lingkungan.
3. Pasal 1 ayat 15: Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi wajib dilakukan oleh semua pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, termasuk kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek.

Dengan adanya peraturan ini, pemerintah menegaskan pentingnya penerapan K3 di sektor konstruksi, terutama pada proyek-proyek besar seperti pembangunan jalan tol. Dan hal ini yang menyatakan bahwa Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) yang menjadi bagian integral dari kontrak proyek. Dalam RKK, wajib disusun proses Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, serta Penentuan Pengendalian Risiko dan Peluang, yang secara umum dikenal dengan istilah lain seperti HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control). Dokumen ini juga mencakup Analisis Keselamatan Konstruksi (AKK), yaitu suatu pendekatan sistematis untuk mengenali dan mengelola potensi bahaya dengan mengacu pada tahapan pekerjaan dalam metode pelaksanaan kerja.

AKK tidak hanya bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, tetapi juga memastikan bahwa langkah pengendalian risiko dirancang secara efektif untuk meminimalkan insiden selama pelaksanaan proyek. Proses ini menjadi elemen kunci dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sesuai dengan standar keselamatan. Dengan penerapan yang tepat, AKK mendukung kelancaran proyek konstruksi sekaligus melindungi tenaga kerja, peralatan, dan lingkungan dari risiko yang merugikan.

3.3 Manajemen Risiko

Manajemen Risiko adalah proses terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko yang dapat mempengaruhi

pencapaian tujuan suatu proyek atau organisasi (Agus Arwani, 2022). Menurut standar ISO 31000:2018, manajemen risiko didefinisikan sebagai "koordinasi aktivitas yang bertujuan untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi dalam menghadapi risiko. Menurut Kerzner (2017), langkah-langkah dalam manajemen risiko terdiri dari:

1. Identifikasi Risiko: Proses ini melibatkan pengenalan potensi bahaya atau ancaman yang mungkin terjadi dalam konteks proyek atau organisasi.
2. Penilaian Risiko: Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan kemungkinan terjadinya risiko serta dampak yang dapat ditimbulkannya jika risiko tersebut terjadi.
3. Pengendalian Risiko: Ini mencakup penerapan langkah-langkah strategis untuk mengurangi atau menghilangkan risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya.
4. Pemantauan dan Evaluasi: Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa langkah-langkah pengendalian yang telah diterapkan berjalan dengan baik dan efektif dalam mengatasi risiko.

3.4 HIRADC *(Hazard Identification, Risk Assesmen, And Determining Control)*

Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control, adalah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko terkait, dan menentukan langkah-langkah pengendalian yang diperlukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut, dan di Indonesia (Dini Damayanti, 2017), HIRADC diatur dalam beberapa peraturan perundang-undangan seperti Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, serta standar internasional OHSAS 18001:2007 dan ISO 45001:2018, yang menekankan pentingnya penerapan HIRADC dalam manajemen keselamatan dan kesehatan Kerja (K3).

Tabel 3.1Contoh Tabel HIRADC

No.	Potensi Bahaya	Potensi Risiko	Penilaian Risiko (Likelihood x Severity)	Current Control	Tindakan Pengendalian
1	Jatuh dari ketinggian	Cedera serius atau kematian	4 x 5 = 20 (High Risk)	Penggunaan alat pelindung diri (APD)	Pelatihan keselamatan kerja, pemasangan pengaman
2	Kebakaran di area kerja	Kerusakan properti, cedera	3 x 4 = 12 (Moderate Risk)	Alat pemadam kebakaran tersedia	Latihan evakuasi, pemeriksaan alat pemadam
3	Paparan bahan kimia	Penyakit akibat kerja	4 x 3 = 12 (Moderate Risk)	Penyediaan MSDS dan pelatihan penggunaan bahan	Penggunaan APD yang sesuai, ventilasi yang baik
4	Alat berat tidak terawat	Kecelakaan kerja	2 x 5 = 10 (Moderate Risk)	Pemeriksaan rutin alat berat	Jadwal pemeliharaan berkala
5	Pekerjaan di area terbatas	Terjepit atau terhimpit	3 x 4 = 12 (Moderate Risk)	Penandaan area berbahaya	Pemasangan rambu peringatan, pelatihan keselamatan

(Sumber: (Handoko, 2017))

3.4.1. Penilaian Risiko (Risk Assesment)

Berdasarkan AS/NZS 4360:1999, Penilaian Risiko adalah proses sistematis untuk mengenali dan mengevaluasi bahaya yang terkait dengan suatu aktivitas atau transaksi. Putera, Harmayani, dan Putra (2019) menyebutkan bahwa Identifikasi risiko merupakan proses melakukan analisis pada pengaruh risiko yang terdeteksi/teridentifikasi, tinggi rendahnya pengaruh risiko akan bisa dikelompokkan dalam risiko utama (major risk) dan risiko minor/kecil (minor risk).

3.4.2. Identifikasi Risiko (Risk Identification)

Menurut SNI IEC/ISO 31010:2016, identifikasi risiko adalah proses untuk menemukan, mengenali, dan mendeskripsikan risiko yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan suatu sistem atau organisasi. Proses ini merupakan tahapan penting dalam manajemen risiko, baik dalam konteks strategis maupun operasional. Identifikasi risiko melibatkan pengenalan terhadap penyebab dan sumber risiko, serta situasi atau kondisi yang dapat berdampak signifikan pada target yang ingin dicapai.

Tujuan utama dari identifikasi risiko adalah memastikan bahwa semua potensi bahaya terdeteksi, sehingga organisasi dapat merancang langkah-langkah pengendalian yang sesuai. Setelah risiko diidentifikasi, organisasi juga perlu mengenali kontrol yang sudah ada, seperti fitur desain, personel, proses, dan sistem yang berperan dalam mengelola risiko tersebut.

Menurut SNI IEC/ISO 31010:2016, terdapat berbagai metode yang dapat diterapkan dalam proses identifikasi risiko untuk memastikan pendekatan yang efektif dan komprehensif. Metode-metode tersebut meliputi:

1. Brainstorming: Mengumpulkan ide dari tim yang terdiri atas individu dengan pengetahuan dan pengalaman yang relevan untuk mengidentifikasi potensi risiko secara kolaboratif.
2. Checklist: Menggunakan daftar periksa yang disusun berdasarkan pengalaman sebelumnya atau standar yang berlaku untuk memastikan bahwa semua aspek yang relevan telah diperiksa.

3. Analisis Akar Masalah (Root Cause Analysis): Menganalisis penyebab mendasar dari suatu risiko atau kejadian yang mungkin terjadi untuk mengidentifikasi sumbernya.
4. Diagram Alir (Flowchart): Membuat diagram alir proses untuk memahami langkah-langkah dalam aktivitas tertentu, sehingga potensi bahaya atau risiko dapat diidentifikasi pada setiap tahap.
5. HAZOP (Hazard and Operability Study): Metode sistematis untuk mengidentifikasi bahaya potensial dan masalah operasional yang mungkin timbul dari desain atau sistem proses tertentu.
6. FMEA (Failure Modes and Effects Analysis): Mengidentifikasi mode kegagalan potensial dari suatu sistem, komponen, atau proses, serta mengevaluasi dampaknya terhadap sistem secara keseluruhan.
7. SWIFT (Structured What-If Technique): Teknik berbasis tanya-jawab untuk mengeksplorasi skenario "apa yang terjadi jika" sebagai cara mengidentifikasi risiko yang mungkin terlewatkan.
8. Observasi Lapangan: Melakukan pengamatan langsung di lokasi kerja untuk menemukan potensi bahaya yang tidak terlihat melalui analisis dokumen atau data.
9. Wawancara dan Diskusi Kelompok: Mendapatkan informasi dari pekerja atau pihak terkait yang memiliki pengalaman langsung dengan sistem atau proses tertentu.
10. Analisis Data Historis: Menggunakan data dari insiden atau kejadian sebelumnya untuk mengidentifikasi pola risiko yang mungkin terjadi kembali.
11. Simulasi dan Pemodelan: Menciptakan skenario berdasarkan simulasi atau model matematis untuk mengevaluasi risiko dalam kondisi tertentu.

12. Analisis Dokumen dan Kajian Literatur: Meninjau dokumen teknis, laporan proyek, atau referensi terkait untuk mengidentifikasi risiko yang relevan dengan sistem atau proses yang sedang dianalisis.

3.4.3. Analisis Risiko *(Risk Analysis)*

Menurut SNI ISO 31000:2011, analisis risiko adalah proses untuk memahami sifat risiko dan menentukan tingkat risiko tersebut. Menurut ISO 31000:2018 tujuan dari analisis risiko adalah untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai sifat, tingkat, dan karakteristik risiko yang telah diidentifikasi, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan risiko.

Proses analisis risiko dilakukan dengan memperkirakan atau memberikan penilaian terhadap probabilitas dan dampak dari masing-masing variabel risiko. Metode yang digunakan adalah Analisis Data Historis, dengan memanfaatkan data kejadian risiko dari proyek-proyek sebelumnya yang serupa. Pendekatan ini melibatkan analisis IBPRPB (Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Penentuan Pengendalian, dan Pelaporan Tindakan Perbaikan Berkesinambungan) pada dokumen HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, Determining Control) proyek-proyek terdahulu untuk mengkuantifikasi probabilitas dan dampak risiko. Dengan menganalisis frekuensi kemunculan dan konsekuensi dari risiko-risiko yang telah teridentifikasi dalam catatan historis, penilaian yang lebih objektif dapat diperoleh. Penilaian probabilitas dan dampak risiko ini kemudian menjadi dasar untuk menentukan tingkat risiko, seperti yang akan dijelaskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengukuran Kualitatif Kemungkinan Terjadinya Risiko

Level Kemungkinan	Kode	Skala	Keterangan
Sangat Jarang	SK	1	Risiko terjadi sekali dalam waktu lebih dari 5 tahun.
Jarang	K	2	Risiko dapat terjadi sekali antara 1 hingga 5 tahun.

Lanjutan Tabel 3.2 Pengukuran Kualitatif Kemungkinan Terjadinya Risiko

Level Kemungkinan	Kode	Skala	Keterangan
Sedang	S	3	Risiko mungkin terjadi 1-6 kali dalam setahun
Sering	B	4	Risiko mungkin terjadi rata-rata 1 kali setiap bulan
Sangat Sering	SB	5	Risiko terjadi minimum sekali dalam seminggu

(Sumber: (IBPRPB, 2022))

Skala penilaian terhadap tingkat konsekuensi suatu variabel risiko terhadap proyek konstruksi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Skala Penilaian Konsekuensi

Tingkat Konsekuensi	Kode	Skala	Uraian
Sangat Kecil	SK	1	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil
Kecil	K	2	Cidera ringan, kerugian finansial sedang
Sedang	S	3	Cidera sedang, kerugian finansian besar
Besar	B	4	Cidera berat lebih dari satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
Sangat Besar	SB	5	Cidera fatal lebih dari satu orang, kerugian sangat besar dan dampak luas yang berdampak panjang, terhentinya seluruh pekerjaan

(Sumber: Yansen, Salain, dan Marques, 2014)

Tabel 3.4 Matriks Propabilitas dan Dampak

Propabilitas (P)		Konsekuensi (I)				
		Sangat Kecil (SK	Kecil (K)	Sedang (S)	Besar (B)	Sangat Besar (SB)
Uraian	Skala	1	2	3	4	5
Sangat Besar (SB)	5	L	M	H	E	E
Besar (B)	4	L	M	H	E	E
Sedang (S)	3	L	M	M	H	H
Kecil (K)	2	L	L	M	M	H
Sangat Kecil (SK)	1	L	L	L	M	H

(Sumber: (IBPRP, 2022))

Tabel 3.5 Penilaian Tingkat Risiko

TINGKAT	RISIKO
E	Ekstrem Risk (Risiko ekstrim)
H	High Risk (Risiko Tinggi)
M	Moderate Risk (Risiko Sedang)
L	Low Risk (Risiko Rendah)

(Sumber: (IBPRPB, 2022))

3.5 Pondasi

Pondasi merupakan komponen krusial dalam suatu struktur bangunan, berfungsi untuk mentransfer beban bangunan ke lapisan tanah di bawahnya dengan aman. Menurut Bowles (1996), pondasi didefinisikan sebagai elemen dari struktur bawah yang mengalihkan beban dari superstruktur ke tanah atau batuan dasar dengan cara tertentu, sehingga tanah dapat menahan beban tersebut tanpa mengalami keruntuhan atau penurunan yang berlebihan. Dalam penelitian ini, saya berfokus pada desain pondasi yang tidak hanya menjamin stabilitas bangunan terhadap berbagai faktor, seperti gaya gravitasi, beban hidup, dan tekanan lateral, tetapi juga mempertimbangkan kondisi tanah dan lingkungan sekitar untuk meminimalkan risiko kegagalan struktural.

Secara umum, pondasi dapat dibedakan menjadi dua kategori utama:

1. Pondasi Dangkal (Shallow Foundation): Jenis pondasi ini diterapkan ketika lapisan tanah keras berada cukup dekat dengan permukaan tanah. Beban dari bangunan didistribusikan ke area yang lebih luas untuk mengurangi tekanan yang diterima oleh tanah.Contoh dari pondasi dangkal meliputi pondasi telapak (footing), pondasi pelat (raft foundation), dan pondasi jalur (strip foundation). Keunggulan dari jenis pondasi ini adalah biaya yang lebih rendah dan metode konstruksi yang lebih sederhana. Namun, kelemahannya adalah hanya cocok untuk bangunan ringan atau pada tanah yang memiliki daya dukung tinggi di dekat permukaan.
2. Pondasi Dalam (Deep Foundation): Pondasi ini digunakan ketika lapisan tanah keras terletak jauh di bawah permukaan atau ketika beban struktur sangat besar. Beban ditransfer ke lapisan tanah atau batuan keras yang berada pada kedalaman tertentu.Contoh dari pondasi dalam termasuk tiang pancang (piles), bore pile, dan caisson. Keunggulan pondasi dalam adalah kemampuannya untuk menahan beban berat serta tekanan lateral. Namun, kelemahannya adalah biaya yang lebih tinggi dan kebutuhan akan peralatan khusus untuk konstruksinya.

3.6 Pondasi Bore Pile

Pondasi bore pile merupakan salah satu tipe pondasi dalam yang dibuat dengan cara mengebor tanah hingga mencapai kedalaman tertentu, kemudian mengisi lubang bor tersebut dengan beton bertulang. Menurut Das (2010), pondasi bore pile adalah metode yang digunakan untuk mentransfer beban struktur ke lapisan tanah keras melalui lubang bor yang diisi dengan beton dan diperkuat dengan tulangan baja. Pondasi ini umumnya diterapkan pada proyek-proyek yang menghadapi kondisi tanah lunak atau di lokasi yang memerlukan pondasi dengan kapasitas besar.

3.6.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bore Pile

Pengerjaan pondasi bore pile dilakukan melalui beberapa tahap utama sebagai berikut:

1. Mobilisasi Peralatan: Mengangkut dan merakit alat pengeboran di lokasi proyek, Menyiapkan mesin bor, casing, dan perlengkapan lain yang diperlukan untuk proses pengeboran.
2. Persiapan Lokasi: Melakukan survei untuk memastikan posisi lubang bor sesuai dengan rencana desain dan Membersihkan area kerja dari segala rintangan yang dapat mengganggu proses pengeboran.
3. Pengeboran (Drilling) Melaksanakan pengeboran hingga mencapai kedalaman tanah keras yang telah ditentukan dalam perencanaan. Menggunakan casing untuk menjaga stabilitas dinding lubang bor, terutama saat beroperasi di tanah lunak.
4. Pembersihan Lubang: Membersihkan dasar lubang bor dari material lepas dengan menggunakan air atau slurry untuk memastikan kebersihan dan kestabilan.
5. Pemasangan Tulangan: Memasukkan rangkaian tulangan baja ke dalam lubang bor dengan hati-hati agar posisinya tetap tepat dan sesuai spesifikasi.
6. Pengecoran Beton: Mengisi lubang dengan beton menggunakan pipa tremie untuk mencegah segregasi material dan memastikan kualitas pengecoran.
7. Penarikan Casing: Jika casing digunakan, casing akan dilepas secara bertahap setelah proses pengecoran beton selesai.
8. Pemeriksaan Akhir: Melakukan pemeriksaan untuk memastikan kualitas dan kedalaman pondasi sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan.

Pondasi bore pile dipilih untuk proyek jalan tol karena memiliki keunggulan yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi besar dan kondisi tanah yang sering dijumpai di lokasi tersebut. Menurut Tomlinson (2001), pondasi bore pile sangat

efektif digunakan pada tanah dengan daya dukung rendah atau tanah lunak, berkat kemampuannya untuk mencapai lapisan tanah keras pada kedalaman tertentu. Selain itu, bore pile mampu menahan beban berat yang dihasilkan oleh struktur jalan tol, sehingga menjamin stabilitas jangka panjang dari konstruksi.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif atau observasional, yang melibatkan observasi langsung di lapangan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam proyek pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengamati secara langsung kondisi kerja, perilaku pekerja, serta penerapan prosedur keselamatan yang ada. Selain itu, penelitian ini juga menerapkan analisis HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan langkah pengendalian yang tepat dalam konteks proyek konstruksi ini.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang akan dikaji berada pada proyek konstruksi pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1. Peta lokasi proyek dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan untuk situasi proyek dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.

(



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

(Sumber: *Google Earth)*



Gambar 4.2 Kondisi Proyek

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.3 Metode Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder:

1. Data Primer: Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan. Observasi dilakukan untuk menilai kepatuhan terhadap prosedur K3 dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) oleh pekerja.
2. Data Sekunder: Data sekunder diperoleh dari dokumen terkait seperti laporan keselamatan kerja, prosedur K3 yang berlaku, serta peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR dan lembaga terkait lainnya. Data ini digunakan untuk mendukung analisis dan memberikan konteks terhadap temuan di lapangan.

4.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1. Penelusuran Referensi dan Daftar Pustaka

   Melakukan survei literatur terkait K3 dalam proyek konstruksi untuk memahami konteks dan teori yang relevan (Kementerian PUPR, 2021; SNI ISO 31000:2011).

2. Identifikasi Masalah

   Mengidentifikasi masalah terkait kesadaran rendah akan K3, kurangnya pelatihan, dan ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan (BPIW, 2024).

3. Penentuan Objek Penelitian

   Menetapkan objek penelitian pada proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1, dengan fokus pada observasi di lapangan (Dishub, https://news.detik.com/berita/d-7567401/521-infrastruktur-transportasi-terbangun-selama-10-tahun-pemerintahan-jokowi, 2024).

4. Pengambilan Data

   Pengumpulan data dilakukan dari satu jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder.

   - Data primer diperoleh melalui observasi lapangan,

   - Data sekunder diperoleh dari studi literatur terkait K3 dan konstruksi bor pile, dokumen HIRADC IBPRPB konstruksi pembangunan jalan tol yogyakarta - bawen paket 1, analisis dokumen standar SNI ISO 31000:2011, serta kajian terhadap SMK3 yang diatur dalam PP No. 50 Tahun 2012.

5. Analisis Data

   Menganalisis data menggunakan tabel matriks probabilitas dan dampak untuk mengevaluasi risiko sesuai dengan SNI ISO 31000:2011.

6. Pengolahan Data

   Mengolah data yang diperoleh secara kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan hasil analisis yang komprehensif.

7. Membandingkan Hasil Analisis dengan Standar

   Hasil analisis data dibandingkan dengan standar yang ditetapkan dalam ISO 31000:2011 dan SMK3 (PP No. 50 Tahun 2012). Tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai kesesuaian implementasi K3 di lapangan dengan standar yang berlaku serta mengidentifikasi kesenjangan yang ada.

8. Pembahasan

Membahas hasil analisis, implikasi temuan, dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk penerapan K3 di lapangan.

4.5 Analisis Data

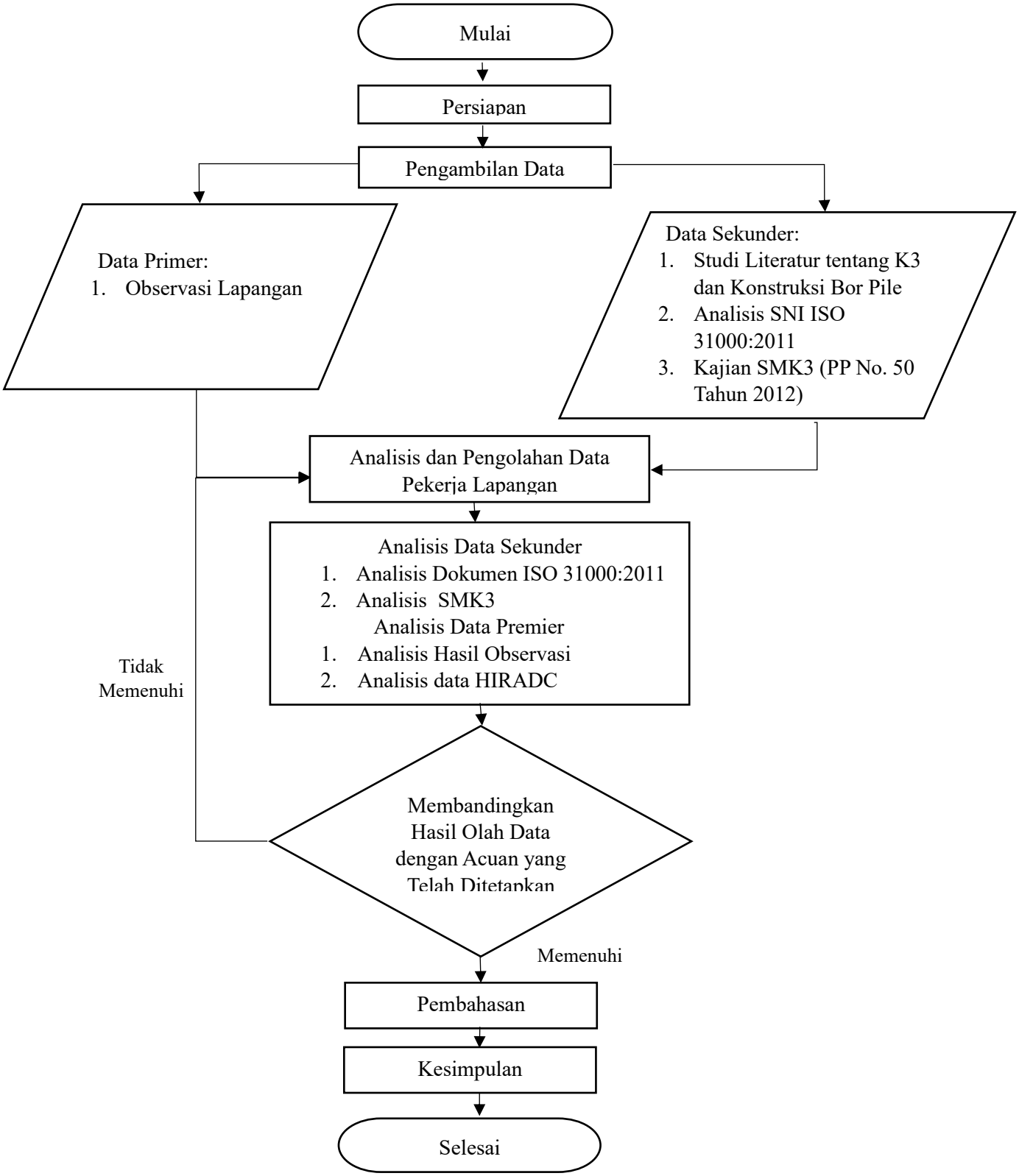
Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis, dimulai dari pengamatan langsung di lapangan hingga evaluasi hasil yang sesuai dengan standar SNI ISO 31000:2011. Berikut adalah poin-poin penting dalam analisis data:

1. Pengamatan Langsung: Observasi dilakukan untuk menilai kondisi kerja dan penerapan K3 di lokasi proyek Jalan Tol Jogja-Bawen. Pengamatan ini mencakup perilaku pekerja, penggunaan APD, dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan yang telah ditetapkan.
2. Penggunaan Tabel Matriks Probabilitas dan Dampak: Data yang diperoleh dari pengamatan akan dianalisis menggunakan tabel matriks probabilitas dan dampak. Tabel ini digunakan untuk mengevaluasi risiko yang ada berdasarkan dua kriteria utama: kemungkinan terjadinya suatu bahaya (probabilitas) dan tingkat dampak yang ditimbulkan jika bahaya tersebut terjadi. Dengan menggunakan matriks ini, setiap risiko dapat dikategorikan ke dalam tingkat keparahan yang berbeda, sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas penanganan risiko.
3. Kesesuaian dengan SNI ISO 31000:2011: Hasil analisis risiko akan dibandingkan dengan pedoman yang terdapat dalam SNI ISO 31000:2011 mengenai manajemen risiko. Standar ini memberikan kerangka kerja untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merespons risiko secara efektif dalam konteks keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua langkah yang diambil dalam pengelolaan risiko di proyek ini sesuai dengan prinsip-prinsip yang ditetapkan oleh standar tersebut.
4. Membandingkan Hasil Olah Data dengan acuan yang telah ditetapkan: Pada tahap ini, hasil analisis data dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk menilai kesesuaian implementasi K3 pada proyek konstruksi bor pile

tol Jogja-Bawen. Standar yang digunakan sebagai acuan adalah SNI ISO 31000:2011 (Manajemen Risiko) dan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan PP No. 50 Tahun 2012.

5. Evaluasi Hasil: Setelah menganalisis data menggunakan matriks probabilitas dan dampak serta membandingkannya dengan SNI ISO 31000:2011, hasil evaluasi akan disusun dalam bentuk laporan. Laporan ini akan mencakup rekomendasi untuk perbaikan dalam penerapan K3 di lokasi proyek berdasarkan temuan dari analisis risiko.
6. Rekomendasi Perbaikan: Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi akan diberikan untuk meningkatkan penerapan K3 di lapangan. Rekomendasi ini dapat mencakup pelatihan tambahan bagi pekerja, peningkatan pengawasan, dan perbaikan prosedur keselamatan yang ada.

4.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian.

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Proyek

5.1.1 Profil Proyek

Proyek jalan tol Yogyakarta–Bawen merupakan proyek pembangunan jalan bebas hambatan yang menghubungkan wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Jawa Tengah. Berikut profil proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi 1:

1. Nama Proyek : Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Provinsi Yogyakarta (Seksi 1)
2. Pemilik Proyek : PT Jasa Marga Jogja Bawen
3. Kontraktor :PT Adhi Karya JMTM
4. Perencana : PT Cipta Strada
5. Konsultan Pengawas : PT Eskapindo Matra MCI
6. Lokasi Proyek : Provinsi D.I. Yogyakarta dan Jawa Tengah
   STA 0+000 : Interkoneksi Tol Semarang–Solo
   STA 76+300 : Interkoneksi Tol Solo–YIA Kulon Progo
7. Struktur Bagian Atas : Girder
8. Struktur Bagian Bawah : Fondasi bore pile (jembatan)
9. Biaya Proyek : ± Rp14.260.000.000.000,-
10. Jadwal Penyelesaian : Maret 2022 – April 2024
11. Pekerjaan :Seksi I (Sleman–Banyurejo 8,8 km)

5.1.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di salah satu titik pada proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi I. Data teknis lokasi sebagai berikut:

1. Tipe Struktur : Jembatan Underpass
2. Fondasi : Bore Pile

3. Ukuran
   a) Dimensi lubang bor : 1 meter
   b) Jumlah titik : 24 titik
   c) Kedalaman bore pile : ± 25 meter

5.2 Objek Pengamatan

Objek dalam penelitian ini difokuskan pada aktivitas pekerjaan struktur pilar dalam proyek pembangunan jembatan. Penelitian dilakukan terhadap sejumlah tahapan pekerjaan struktur yang secara langsung berperan dalam pembentukan elemen pilar jembatan. Adapun jenis-jenis pekerjaan struktur yang menjadi fokus pengamatan terdiri atas:

1. Survei dan Penandaan Titik Bor
2. Pembersihan & Perataan Lahan
3. Fabrikasi Rangkaian Tulangan
4. Mobilisasi & Penempatan Alat Berat
5. Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor
6. Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*
7. Proses Pengeboran Lubang
8. Penurunan Rangkaian Tulangan Besi
9. Penerimaan & Pengecoran Beton
10. Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*
11. Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang *Chipping*
12. Pengujian Tiang (*Pile Load Test*)
13. Demobilisasi & Pembersihan Area

5.3 Subjek pengamatan

Subjek pengamatan dalam penelitian ini adalah kegiatan identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, serta penentuan upaya pengendalian risiko menggunakan pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment, and

Determining Control (HIRADC). Pengamatan difokuskan pada pekerjaan struktur Bore Pile dalam proyek pembangunan Jalan Tol pada Seksi 1 Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, dengan mengacu pada objek dan ruang lingkup penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

5.4 Analisis Data

Analisis data ini dilakukan berdasarkan observasi langsung di lapangan serta dokumentasi visual yang diperoleh selama kegiatan konstruksi berlangsung. Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control) dan mengacu pada standar manajemen risiko SNI ISO 31000:2011. Selain itu, kajian Kesehatan dan Keselamatan Kerja juga merujuk pada peraturan perundangan yang berlaku, yaitu PP No. 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).

5.4.1 Identifikasi Urutan Pekerjaan Bore Pile

Pekerjaan fondasi bore pile pada proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi 1 (Sleman–Banyurejo) terdiri dari beberapa tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan dan Mobilisasi
   a. Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*): Tim surveyor melakukan pengukuran untuk menentukan dan menandai koordinat presisi dari setiap titik tiang bor sesuai dengan gambar desain.
   b. Pembersihan dan Perataan Lahan (*Land Clearing*): Area kerja dibersihkan dari berbagai penghalang dan permukaannya diratakan untuk memastikan stabilitas dan keamanan pergerakan alat berat.
   c. Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*): Baja tulangan dipotong, dibengkokkan, dan dirakit menjadi keranjang tulangan (*rebar cage*) di area fabrikasi sesuai spesifikasi teknis.
   d. Mobilisasi dan Penempatan Alat Berat: Peralatan berat seperti *Boring Rig*, *Crane*, dan *Excavator* didatangkan, dibongkar muat, dan ditempatkan di posisi strategis di lokasi proyek.

2. Fase Pelaksanaan Pengeboran
    a. Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor: Mesin bor diarahkan dan diposisikan secara akurat di atas titik yang telah ditandai, dengan memastikan ketegakan dan stabilitasnya.
    b. Pemasangan Pipa *Casing*: Pipa *casing* baja sementara dipasang pada beberapa meter awal galian untuk menahan dinding tanah permukaan agar tidak longsor dan sebagai pemandu mata bor.
    c. Proses Pengeboran Lubang: Pengeboran dilakukan menggunakan mata bor (*auger*) hingga mencapai kedalaman yang direncanakan. Pada tanah yang tidak stabil, lumpur bentonit digunakan untuk menahan dinding galian.
    d. Pembersihan Dasar Lubang Bor: Setelah kedalaman tercapai, dasar lubang dibersihkan dari endapan tanah atau lumpur untuk memastikan tiang berpijak pada lapisan tanah yang kuat.
    e. Penurunan Rangkaian Tulangan Besi: Keranjang tulangan yang telah dirakit diangkat dengan *crane* dan dimasukkan secara hati-hati ke dalam lubang bor.
    f. Pemasangan Pipa Cor (*Tremie*): Pipa *tremie* dipasang hingga ke dasar lubang untuk menyalurkan beton dari bawah ke atas, mencegah segregasi dan kontaminasi.
3. Fase Pengecoran Beton
    a. Penerimaan dan Pengecoran Beton: Beton dari truk molen (*mixer truck*) diterima dan dialirkan melalui pipa *tremie*. Proses ini harus dilakukan secara kontinu untuk menjaga mutu beton.
    b. Pencabutan Pipa *Tremie*: Seiring dengan naiknya level beton, pipa *tremie* ditarik ke atas secara bertahap, dengan memastikan ujung bawahnya selalu terbenam dalam adukan beton.
4. Fase Penyelesaian dan Pengujian
    a. Pencabutan Pipa *Casing*: Pipa *casing* sementara ditarik keluar dari lubang saat beton masih dalam keadaan basah (*wet*).
    b. Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang (*Pile Head Chipping*): Setelah beton mengeras, bagian atas tiang yang terkontaminasi lumpur dibobok hingga

mencapai level elevasi yang ditentukan (*cut-off level*) untuk menyisakan beton berkualitas tinggi.

c. Pengujian Tiang (*Pile Testing*): Dilakukan pengujian pada tiang sampel (jika disyaratkan) untuk memverifikasi integritas dan kapasitas daya dukung pondasi.
d. Demobilisasi dan Pembersihan Area: Seluruh peralatan dipindahkan dari lokasi proyek dan area kerja dibersihkan dari sisa material konstruksi.

5.4.2 Analisis Risiko Bahaya pada Bor Pile

Setelah melakukan dekomposisi terhadap setiap tahap pekerjaan, tahap berikutnya adalah mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin timbul pada setiap proses pekerjaan bor pile. Proses identifikasi ini mengacu pada pendekatan *Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC).

Dalam metode ini, identifikasi bahaya berfokus pada empat komponen utama, yakni tenaga kerja, peralatan, material, dan lingkungan kerja, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Selain itu, analisis ini juga merujuk pada peraturan keselamatan kerja lain, seperti Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 08 Tahun 2010 mengenai Alat Pelindung Diri (APD).

Berikut adalah analisis bahaya pada beberapa aktivitas kunci yang mewakili setiap fase pekerjaan *bored pile*:

1. Fase Persiapan dan Mobilisasi

   Pada fase ini, bahaya didominasi oleh penanganan material dan pergerakan alat berat.

   a. Bahaya pada Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi

      Sumber bahaya utama berasal dari interaksi pekerja dengan material baja. Pekerja berisiko mengalami luka potong atau tusuk akibat ujung besi yang tajam saat proses pemotongan dan perakitan. Selain itu, risiko ergonomis seperti cedera punggung sangat mungkin terjadi akibat aktivitas mengangkat dan memindahkan material baja secara manual.

   b. Bahaya pada Mobilisasi dan Penempatan Alat Berat

Potensi bahaya muncul dari dinamika pergerakan alat berat di area proyek. Risiko alat berat terguling dapat terjadi jika beroperasi di atas landasan kerja yang tidak stabil. Selain itu, pekerja di sekitar area berisiko tertabrak atau terjepit saat alat berat melakukan manuver, terutama jika area kerja tidak terdelimitasi dengan baik dan tidak ada komunikasi efektif antara operator dan pemandu.

2. Fase Pelaksanaan Pengeboran

   Fase ini memiliki risiko tinggi karena melibatkan operasional mesin bor dan lubang galian yang terbuka.

   a. Bahaya pada Proses Pengeboran Lubang

      Sumber bahaya mekanis berasal dari mata bor (*auger*) yang berputar. Pekerja yang tidak menjaga jarak aman berisiko terkena putaran tersebut. Dari aspek lingkungan, potensi bahaya signifikan adalah runtuhnya dinding lubang galian, yang dapat menjebak peralatan maupun pekerja.

   b. Bahaya pada Penurunan Rangkaian Tulangan Besi

      Aktivitas pengangkatan ini sangat bergantung pada keandalan peralatan. Potensi bahaya utama adalah kegagalan sling atau alat angkat lainnya, yang dapat menyebabkan jatuhnya keranjang tulangan dan menimbulkan kecelakaan fatal. Selain itu, lubang galian yang terbuka tanpa barikade yang memadai menjadi sumber bahaya bagi pekerja, yang berisiko terperosok ke dalamnya.

3. Fase Pengecoran Beton

   Risiko pada fase ini terutama terkait dengan penanganan material beton basah dan penggunaan peralatan bertekanan.

   a. Bahaya pada Penerimaan dan Pengecoran Beton

      Sumber bahaya kimia berasal dari material beton basah yang bersifat iritan. Kontak langsung dengan kulit dapat menyebabkan iritasi atau luka bakar kimia. Dari sisi peralatan, penggunaan pompa beton menimbulkan risiko pecahnya selang bertekanan tinggi yang dapat mencederai pekerja di sekitarnya.

4. Fase Penyelesaian dan Pengujian

   Fase akhir ini memiliki potensi bahaya kesehatan jangka panjang yang serius.

   a. Bahaya pada Pembobokan Kepala Tiang (*Chipping*)

      Sumber bahaya paling signifikan adalah paparan debu silika kristalin yang dihasilkan dari proses pembobokan beton. Debu ini bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan penyakit paru-paru kronis jika terhirup. Selain itu, pekerja juga terpapar bahaya fisik berupa kebisingan ekstrem dan getaran pada tangan-lengan (*Hand-Arm Vibration*) dari penggunaan alat *jack hammer*.

Dari contoh-contoh tersebut, dapat dilihat bahwa pekerjaan *bored pile* memiliki berbagai potensi bahaya yang signifikan dari aspek mekanis, kimia, fisik, ergonomis, maupun perilaku kerja. Untuk memperjelas seluruh potensi bahaya yang telah diidentifikasi pada setiap aktivitas pekerjaan *bored pile* secara menyeluruh, rinciannya akan disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Analisis Bahaya dan Risiko pada Pekerjaan Bore Pile

No	Urutan Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Identifikasi Risiko
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	- Permukaan Tanah Licin	- Terpeleset, tersandung, dan jatuh
		- Bekerja di dekat lalu lintas	- Tertabrak kendaraan
		- Paparan panas/hujan	- Heat stress
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	- Lalu lintas alat berat	- Tertabrak/terlindas
		- Paparan Debu	- Penyakit ISPA, gangguan pernapasan
		- Paparan kebisingan	- Gangguan Pendengaran
		- Utilitas bawah tanah	- Sengatan Listrik, Kebocoran Gas
		- Hewan/serangga	- Gigitan/penyakit zoonosis

Lanjutan Tabel 5.1 Analisis Bahaya dan Risiko pada Pekerjaan Bore Pile

No	Urutan Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Identifikasi Risiko
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication)*	- Ujung Besi tajam	- Luka Potong/Tertusuk
		- Posisi kerja membungkuk	- Cedera punggung (ergonomi)
		- Percikan api/las	- Luka bakar, tersengat listrik
		- Kebisingan Mesin	- Gangguan Pendengaran
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	- Alat berat di tanah labil	- Alat berat terguling
		- Sling putus saat bongkar muatan	- Tertimpa material
		- Area manuver sempit	- Pekerja tertabrak/terjepit
		- Aktivitas dekat jalan	- Kecelakaan lalu lintas
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	- Kontak dengan warga	- Penularan Covid 19
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	- Komunikasi salah	- Alat bergerak salah arah
		- Pekerja dekat roda/rantai	- Tubuh terjepit/tertabrak
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	- Pipa casing berat	- Tertimpa/terjepit pipa
		- Getaran dan kebisingan tinggi	- Gangguan pendengaran/kelelahan
		- Beban gantung	- Pekerja tertimpa casing
8	Proses pengeboran lubang	- Mata bor berputar	- Terjepit/terpotong
		- Dinding galian runtuh	- Tertimbun longsor
		- Selang hidrolik bocor	- Terpental cairan
		- Kebisingan & getaran	- Gangguan pendengaran & Kesehatan

Lanjutan Tabel 5.1 Analisis Bahaya dan Risiko pada Pekerjaan Bore Pile

No	Urutan Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Identifikasi Risiko
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	- Sling putus	- Tulangan jatuh
		- Rebar cage besar	- Jari/tangan terjepit
		- Lubang dalam	- Pekerja jatuh ke dalam lubang
10	Penerimaan & Pengecoran Beton	- Beton Basah	- Iritasi kulit/mata
		- Selang pompa pecah	- Pekerja terkena semburan beton
		- Tumpahan Beton	- Pekerja Terpeleset
		- Truk Molen	- Pekerja tertabrak
11	Penerimaan & Pencabutan Tremie	- Tremie berat	- Tangan terjepit
		- Beton basah	- Terkena cipratan beton
		- Bekerja dibawah tremie	- Tertimpa Tremie
12	Pembobokan Kepala Tiang	- Debu Slika	- Penyakit paru (silicosis)
		- Getaran tinggi (HAVG)	- Cedera tangan lengan
		- Kebisingan ekstrem	- Gangguan pendengaran
		- Serpihan beton	- Cedera mata/kulit
13	Pengujian Tiang	- Pelepasan *Hammer*/beban yang tinggi pada saat pengujian	- Runtuh
		- Kegagalan Dongkrak Hidrolik	- Energi lepas
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	- Bahaya Mobilisasi berulang	- Kecelakaan lalu lintas
		- Material sisa tajam	- Luka gores/tertusuk
		- Limbah oli/tumpahan	- Pencemaran lingkungan, terpeleset

Tabel 5.2 Identifikasi Bahaya

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)			
		Hazard Analysis Analisa Bahaya	Tingkat Risiko		
			L	S	RR
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	- Permukaan Tanah Licin	3	2	6
		- Bekerja di dekat lalu lintas	3	3	9
		- Paparan cuaca (panas, hujan)	4	2	8
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	- Lalu lintas alat berat	4	4	16
		- Paparan debu dan kebisingan	4	3	12
		- Kontak dengan Ultilitas bawah tanah	3	4	12
		- Bahaya biologis (hewan, serangga)	3	2	6
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	- ujung besi tajam	3	3	9
		- Cedera Punggung (ergonomi)	4	2	8
		- Percikan Api/Asap las, Sengatan Listrik	4	4	16
		- Kebisingan dari mesin potong	3	2	6
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	- Alat Berat terguling di tanah labil	4	5	20
		- Kegagalan sling saat bongkar muat	4	5	20
		- Tertabrak/terjepit saat alat bermanuver	5	5	25
		- Kecelakaan Lalu lintas	4	6	24

Lanjutan Tabel 5.2 Identifikasi Bahaya

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)			
		Analisa Bahaya	Kategori Bahaya		
			L	S	RR
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	- Kontak dengan warga	3	4	12
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	- Komunikasi yang salah	3	4	12
		- Tangan/tubuh terjepit	4	5	20
		- Tertabrak rantai/roda alat berat	5	5	25
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16
		- Tertimpa/terjepit pipa casing	4	4	16
		- Kebisingan & getaran tinggi	3	4	12
8	Proses pengeboran lubang	- Kontak dengan mata bor berputar	4	5	20
		- Dinding lubang runtuh/longsor	4	5	20
		- Kebocoran selang hidrolik	3	4	12
		- Kebisingan dan getaran mesin	4	4	16
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	- Kegagalan sling/alat angkat	3	5	15
		- Terjepit atau tertimpa rebar cage	4	3	12
		- Terjatuh kedalam lubang galian	5	3	15
10	Penerimaan & Pengecoran Beton	- Kontak kulit/mata dengan beton basah	3	4	12
		- Pecahnya selang pompa beton	2	5	10
		- Terpeleset akibat tumpahan beton	4	3	12
		- Tertabrak truk molen	3	5	15

Lanjutan Tabel 5. 2 Identifikasi Bahaya

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)			
		Analisa Bahaya	Kategori Bahaya		
			L	S	RR
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	- Tangan/Jari terjepit saat menyambung	3	3	9
		- Terkena cipratan beton	3	3	9
		- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16
12	Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang (*Chipping*)	- Paparan debu Silika kristalin	5	4	20
		- Kebisingan ekstrem	4	3	12
		- Getaran tangan lengan *(HAVS)*	4	4	16
13	Pengujian Tiang (*Pile Load Test*)	- Kegagalan dongkrak hidrolik	2	5	10
		- Pelepasan *Hammer*/Beban yang tinggi pada saat pengujian	2	5	10
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	- Bahaya Mobilisasi berulang	3	4	12
		- Luka akibat material sisa yang tajam	3	4	12
		- Bahaya sisa material yang berupa tumpahan oli dll.	4	4	16

5.4.3 Tindakan Pencegahan dan Pengendalian Risiko

Tahap selanjutnya dalam proses manajemen risiko adalah menentukan langkah-langkah pengendalian yang tepat guna mengurangi atau bahkan menghilangkan risiko bahaya yang mungkin terjadi selama pelaksanaan pekerjaan proyek, khususnya pada pekerjaan bore pile . Pengendalian risiko dilakukan dengan mengacu pada lima tingkatan hierarki pengendalian sebagai berikut:

1. Eliminasi (Elimination)

   Pengendalian ini dilakukan dengan cara menghilangkan sumber bahaya. Pada pekerjaan bore pile, contoh penerapannya adalah melarang pekerja berada di bawah beban gantung saat pemasangan casing maupun tremie, serta menutup akses area kerja dari warga sekitar proyek. Dengan demikian, kemungkinan pekerja maupun masyarakat terkena dampak bahaya dapat dihilangkan sejak awal.
2. Substitusi (Substitution)

   Apabila bahaya tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, maka dilakukan penggantian dengan metode, peralatan, atau material yang lebih aman. Misalnya, pada pekerjaan fabrikasi tulangan besi digunakan elektroda las yang menghasilkan asap lebih rendah, dan pada pekerjaan pembobokan kepala tiang digunakan alat chipping dengan sistem peredam getaran sebagai pengganti peralatan manual konvensional yang lebih berisiko.
3. Rekayasa Teknik (Engineering Control)

   Rekayasa teknik dilakukan dengan merancang ulang kondisi kerja agar pekerja tidak langsung terpapar bahaya. Contoh penerapannya adalah penyiraman area kerja secara berkala untuk menekan debu pada pekerjaan land clearing, pembuatan platform tanah yang padat sebelum mobilisasi alat berat, pemasangan pelindung pada mesin bor untuk menghindari kontak langsung dengan bagian berputar, serta penggunaan casing atau lumpur bentonit untuk menjaga kestabilan dinding lubang pengeboran.

4. Administratif (Administrative Control)

   Pengendalian administratif dilaksanakan melalui penerapan aturan, prosedur kerja, serta pengawasan yang ketat. Contohnya antara lain: toolbox meeting sebelum pekerjaan dimulai, penggunaan *permit to dig* untuk menghindari kerusakan utilitas bawah tanah, penerapan *hot work permit* pada pekerjaan pengelasan, inspeksi sling secara rutin sebelum digunakan, pemasangan barikade di area pengangkatan casing maupun tremie, rotasi kerja untuk mengurangi paparan debu, kebisingan, dan getaran, serta sosialisasi bahaya kepada masyarakat sekitar disertai pemasangan rambu larangan memasuki area kerja.

5. Alat Pelindung Diri (Personal Protective Equipment / PPE)

   APD merupakan bentuk pengendalian terakhir yang digunakan apabila pengendalian sebelumnya belum mampu sepenuhnya melindungi pekerja. Contoh APD yang digunakan pada pekerjaan bore pile antara lain helm, sepatu safety, dan rompi reflektif untuk seluruh aktivitas, respirator jenis P100/FFP3 pada pekerjaan pembobokan kepala tiang untuk mencegah paparan debu silika, sarung tangan kulit, goggles, apron, dan kedok las pada pekerjaan fabrikasi besi, serta pelindung telinga (earplug atau earmuff) untuk pekerjaan dengan tingkat kebisingan tinggi.



Gambar 5.1 Hirearki Pengendalian

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2021)

Dari lima pendekatan tersebut, maka diperoleh analisis pengendalian risiko yang dirinci dalam Tabel 5.2 berikut ini

Tabel 5.3 Tindakan Pengendalian Bahaya

No.	Pekerjaan	Bahaya	Pengendalian
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	- Permukaan tanah licin - Bekerja di dekat lalu lintas - Paparan cuaca (panas, hujan)	- Administratif: - Toolbox meeting sebelum bekerja. - Pemasangan rambu lalu lintas sementara & penggunaan flagman. - Penjadwalan kerja & penyediaan air minum. - APD: Rompi reflektif, sepatu safety, helm/topi.
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	- Tertabrak/terlindas alat berat - Paparan debu dan kebisingan - Kontak dengan utilitas bawah tanah - Bahaya biologis (hewan, serangga)	- Rekayasa Teknik: Penyiraman area kerja secara berkala untuk menekan debu. - Administratif: Barikade area kerja, jalur khusus alat & pekerja, dan Memperoleh izin & peta utilitas bawah tanah (permit to dig). - APD: Masker debu, pelindung telinga, sepatu safety.
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	- ujung besi tajam - Cedera punggung (ergonomi) - Percikan api/asap las, sengatan listrik - Kebisingan dari mesin potong	- Rekayasa Teknik: Penggunaan pelindung mesin (machine guarding). Ventilasi yang baik di area las. - Administratif: Pelatihan teknik mengangkat yang benar (safe lifting). Izin kerja panas (hot work permit) & penyediaan APAR.

Lanjutan Tabel 5.3 Tindakan Pengendalian Bahaya

No.	Pekerjaan	Bahaya	Pengendalian
			- APD: Sarung tangan kulit, kacamata pelindung, apron & kedok las.
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	- Alat Berat terguling di tanah labil - Kegagalan sling saat bongkar muat - Tertabrak/terjepit saat alat Bermanuver - Kecelakaan lalu lintas	- Rekayasa Teknik: Persiapan landasan kerja (platform) yang padat & rata. - Administratif: Inspeksi kelayakan alat & kompetensi operator (SIO). Inspeksi sling & penggunaan pemandu (rigger/spotter).Pengawalan (escort) di jalan umum.
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	- Kontak dengan warga	- Administratif: Pemasangan rambu larangan mendekat, Sosialisasi, Pembatasan area kerja & jaga jarak. - Rekayasa Teknik: Pemasangan safety line/pembatas area. - APD: Penggunaan masker bagi pekerja
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	- Komunikasi yang salah - Tangan/tubuh terjepit - Tertabrak rantai/roda alat berat	- Administratif: Penggunaan pemandu (spotter) terlatih. Komunikasi via radio atau sinyal tangan standar. Menjaga jarak aman & barikade area kerja.
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	- Bekerja di bawah beban gantung - Tertimpa/terjepit pipa casing - - Kebisingan & getaran tinggi	- Administratif: Barikade area di bawah beban yang diangkat. Penggunaan tali pemandu (tagline) untuk mengarahkan beban. Rotasi kerja untuk mengurangi paparan. - APD: Helm, sepatu safety, sarung tangan.

Lanjutan Tabel 5.3 Tindakan Pengendalian Bahaya

No.	Pekerjaan	Bahaya	Pengendalian
8	Proses pengeboran lubang	- Kontak dengan mata bor berputar - Dinding lubang runtuh/longsor - Kebocoran selang hidrolik - Kebisingan dan getaran mesin	- Rekayasa Teknik: Penggunaan casing atau lumpur bentonit untuk menstabilkan dinding. Pemasangan pelindung pada bagian mesin yang berputar. - Administratif: Menjaga jarak aman dari lubang & mesin. Inspeksi rutin selang hidrolik. - APD: Pelindung telinga.
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	- Kegagalan sling/alat angkat - Terjepit atau tertimpa rebar cage - Terjatuh kedalam lubang galian	- Administratif: Inspeksi sling sebelum digunakan (memastikan tidak melebihi SWL). Barikade di sekeliling lubang galian. - APD: Helm, sarung tangan, sepatu safety. (Body harness jika ada risiko jatuh dari ketinggian).
10	Penerimaan & Pengecoran Beton	- Kontak kulit/mata dengan beton basah - Pecahnya selangpompa beton - Terpeleset akibat tumpahan beton - Tertabrak truk molen	- Administratif: Penyediaan stasiun cuci mata (eyewash) & air bersih. Inspeksi selang pompa & barikade area. Manajemen lalu lintas & penggunaan pemandu. - APD: Sarung tangan karet, kacamata goggles, sepatu bot, pakaian lengan panjang.
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	- Tangan/Jari terjepit saat menyambung - Terkena cipratan beton - - Bekerja di bawah beban gantung	- Administratif: Prosedur kerja aman untuk penyambungan pipa. Barikade area kerja di bawah aktivitas pengangkatan. - APD: Kacamata pelindung/pelindung wajah (faceshield), sarung tangan, helm.

Lanjutan Tabel 5.3 Tindakan Pengendalian Bahaya

No.	Pekerjaan	Bahaya	Pengendalian
12	Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang (*Chipping*)	- Paparan debu silika kristalin Kebisingan ekstrem - Getaran tangan-lengan (HAVS) - Terkena serpihan beton	- Rekayasa Teknik: Penggunaan metode basah (wet method) untuk menekan debu. Penggunaan alat dengan peredam getaran. - Administratif: Rotasi kerja untuk membatasi durasi paparan. - APD: Respirator (P100/FFP3), pelindung telinga, kacamata goggles, sarung tangan anti-getaran.
13	Pengujian Tiang (*Pile Load Test*)	- Kegagalan struktur uji - Kegagalan dongkrak hidrolik Pelepasan energi tinggi saat gagal	- Rekayasa Teknik: Desain sistem pengujian yang aman & terverifikasi. - Administratif: Barikade area pengujian dengan zona eksklusi yang luas. Inspeksi semua peralatan sebelum digunakan. Prosedur darurat jika terjadi kegagalan.
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	- Bahaya Mobilisasi berulang - Luka akibat material sisa tajam - Bahaya tumpukan lingkungan (tumpahan oli)	- Administratif: Prosedur pemilahan limbah (B3 & non-B3). Penggunaan spill kit untuk menangani tumpahan. Inspeksi akhir area kerja. - APD: Sarung tangan tahan potong, sepatu safety.

5.4.4 Penyusunan HIRADC

Pada tahap ini dilakukan penilaian risiko sebagai bagian penting dalam proses manajemen K3 konstruksi. Tujuan utamanya adalah untuk mengukur dan mengklasifikasikan tingkat risiko yang mungkin terjadi pada pekerjaan bore pile dengan menggunakan dua parameter utama, yaitu:

Tingkat Kemungkinan (Likelihood)

Tingkat Konsekuensi (Consequences)

Penilaian ini dilaksanakan sebelum dan sesudah pengendalian risiko, untuk mengetahui efektivitas dari tindakan pencegahan yang telah dirancang dalam tabel HIRADC. Proses ini juga digunakan sebagai acuan dalam prioritas penanganan risiko bahaya yang terdapat pada pekerjaan bore pile.

Penentuan nilai risiko dilakukan dengan mengalikan skor dari dua parameter tersebut (L dan C), sesuai dengan rumus berikut:

Rumus Penilaian Risiko

$$R = L \times \mathrm{S}$$

Keterangan:

R = *Risk Rasio* (Rasio Risiko)

L = *Likelyhood* (kemungkinan)

S = *Severity* (Keparahan)

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menentukan nilai tingkat risiko secara kuantitatif sebelum dan sesudah dilakukan tindakan pengendalian terhadap masing-masing bahaya, sehingga dapat disusun strategi mitigasi yang sesuai.

5.4.5 Penilaian Risiko Bahaya Pekerjaan Bore Pile

Setelah dilakukan pengumpulan data dari hasil identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada setiap tahapan pekerjaan, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel HIRADC sebagai dasar penilaian tingkat risiko bahaya yang

mungkin terjadi pada empat belas jenis pekerjaan pada Bore Pile yang menjadi objek penelitian.

Tabel HIRADC ini disusun secara lebih rinci dan dilengkapi dengan metode pelaksanaan guna memperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif.

Dalam proses penyusunan tabel, penulis melibatkan pendampingan dari ahli K3 yang memiliki pengalaman di bidang konstruksi jembatan, serta konsultasi dengan pihak-pihak teknis yang memahami secara spesifik pekerjaan struktur pilar jembatan.

Tabel 5.4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi Bahaya				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Pengendalian yang Disyaratkan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	- Permukaan tanah licin	3	2	6	- Administratif: Toolbox meeting sebelum bekerja, Pemasangan rambu lalu lintas sementara & penggunaan flagman, Penjadwalan kerja & penyediaan air minum. - APD: Rompi reflektif, sepatu safety, helm/topi	1	2	2	PP No. 50 Tahun 2012 Permenaker No. 08/2010
		- Bekerja di dekat lalu lintas	3	3	9		2	1	2	
		- Paparan cuaca (panas, hujan)	4	2	8		1	2	2	
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	- Tertabrak/terlindas alat berat	4	4	16	- Rekayasa Teknik: Penyiraman area kerja secara berkala untuk menekan debu. - Administratif: Barikade area kerja, jalur khusus alat & pekerja, dan Memperoleh izin & peta utilitas bawah tanah (permit to dig). - APD: Masker debu, pelindung telinga, sepatu safety.	2	4	8	Permen PUPR No. 10/2021 Permenaker No. 05/2018
		- Paparan debu dan kebisingan	4	3	12		2	3	6	
		- Kontak dengan utilitas bawah tanah	3	4	12		2	2	4	
		- Bahaya biologis (hewan, serangga)	3	2	6		2	1	2	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	- Luka potong/tusuk dari ujung besi tajam	3	3	9	- Rekayasa Teknik: Penggunaan pelindung mesin (machine guarding). Ventilasi yang baik di area las. - Administratif: Pelatihan teknik mengangkat yang benar (safe lifting). Izin kerja panas (hot work permit) & penyediaan APAR. - APD: Sarung tangan kulit, kacamata pelindung, apron & kedok las.	1	3	3	Permenaker No. 12/2015 Permenaker No. 08/2010
		- Cedera punggung (ergonomi)	4	2	8		2	2	4	
		- Percikan api/asap las, sengatan listrik	4	4	16		3	2	6	
		- Kebisingan dari mesin potong	3	2	6		2	1	2	
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	- Alat Berat terguling di tanah labil	4	5	20	- Rekayasa Teknik: Persiapan landasan kerja (platform) yang padat & rata. - Administratif: Inspeksi kelayakan alat & kompetensi operator (SIO). Inspeksi sling & penggunaan pemandu (rigger/spotter).Pengawalan (escort) di jalan umum.	2	5	10	Permenaker No. 08/2020 (Pesawat Angkat & Angkut)
		- Tertabrak/terjepit saat alat Bermanuver	4	5	20		3	3	9	
		- Kegagalan sling saat bongkar muat	5	5	25		3	4	12	
		- Kecelakaan lalu lintas	4	6	24		3	2	6	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	- Tertular Covid-19	3	4	12	- Administratif: Pemasangan rambu larangan mendekat, sosialisasi, pembatasan area kerja & jaga jarak. Rekayasa Teknik: Pemasangan safety line/pembatas area. APD: Penggunaan masker bagi pekerja. Administratif/Pribadi: Menjaga kebersihan tangan, menghindari kerumunan, menjaga imunitas tubuh.	3	2	6	WI No. SP 024 HS W05 (Pembuatan dan Pemakaian Rambu K3), BP 024 HS P06 Pedoman Penanganan Covid-19
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	- Komunikasi yang salah	3	4	12	- Administratif: Penggunaan pemandu (spotter) terlatih. Komunikasi via radio atau sinyal tangan standar. Menjaga jarak aman & barikade area kerja.	1	4	4	Permenaker No. 08/2020
		- Tangan/tubuh terjepit	4	5	20		4	2	8	
		- Tertabrak rantai/roda alat berat	5	5	25		6	2	12	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16	- Administratif: Barikade area di bawah beban yang diangkat. Penggunaan tali pemandu (tagline) untuk mengarahkan beban. Rotasi kerja untuk mengurangi paparan. - APD: Helm, sepatu safety, sarung tangan.	2	4	8	Permenaker No. 08/2020 Permenaker No. 05/2018
		- Tertimpa/terjepit pipa casing	4	4	16		2	4	8	
		- Kebisingan & getaran tinggi	3	4	12		2	2	4	
8	Proses pengeboran lubang	- Kontak dengan mata bor berputar	4	5	20	- Rekayasa Teknik: Penggunaan casing atau lumpur bentonit untuk menstabilkan dinding. Pemasangan pelindung pada bagian mesin yang berputar. - Administratif: Menjaga jarak aman dari lubang & mesin. Inspeksi rutin selang hidrolik. - APD: Pelindung telinga.	2	5	10	Permen PUPR No. 10/2021 SNI 8460:2017
		- Dinding lubang runtuh/longsor	4	5	20		2	5	10	
		- Kebocoran selang hidrolik	3	4	12		3	2	6	
		- Kebisingan dan getaran mesin	4	4	16		2	1	3	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi Bahaya				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	- Kegagalan sling/alat angkat	3	5	15	- Administratif: Inspeksi sling sebelum digunakan (memastikan tidak melebihi SWL). Barikade di sekeliling lubang galian. - APD: Helm, sarung tangan, sepatu safety. (Body harness jika ada risiko jatuh dari ketinggian).	1	5	5	Permenaker No. 08/2020 Permenaker No. 09/2010
		- Terjepit atau tertimpa rebar cage	4	3	12		1	5	5	
		- Terjatuh kedalam lubang galian	5	3	15		2	3	6	
10	Pengiriman & Pengecoran Beton	- Kontak kulit/mata dengan beton basah	3	4	12	- Administratif: Penyediaan stasiun cuci mata (eyewash) & air bersih. Inspeksi selang pompa & barikade area. Manajemen lalu lintas & penggunaan pemandu. - APD: Sarung tangan karet, kacamata goggles, sepatu bot, pakaian lengan panjang.	1	4	4	UU No. 1 Tahun 1970 Permenaker No. 08/2010
		- Pecahnya selangpompa beton	2	5	10		1	4	4	
		- Terpeleset akibat tumpahan beton	4	3	12		2	3	6	
		- Tertabrak truk molen	3	5	15		2	2	4	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi bahaya				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	- Tangan/Jari terjepit saat menyambung	3	3	9	- Administratif: Prosedur kerja aman untuk penyambungan pipa. Barikade area kerja di bawah aktivitas pengangkatan. - APD: Kacamata pelindung/pelindung wajah (faceshield), sarung tangan, helm.	1	3	3	Permenaker No. 08/2020 UU No. 1 Tahun 1970
		- Terkena cipratan beton	3	3	9		1	3	3	
		- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16		1	4	4	
12	Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang (*Chipping*)	- Paparan debu silika kristalin	5	4	20	- Rekayasa Teknik: Penggunaan metode basah (wet method) untuk menekan debu. Penggunaan alat dengan peredam getaran. - Administratif: Rotasi kerja untuk membatasi durasi paparan. - APD: Respirator (P100/FFP3), pelindung telinga, kacamata goggles, sarung tangan anti-getaran.	2	4	8	Permenaker No. 05/2018 (NAB Fisika & Kimia)
		- Kebisingan ekstrem	4	3	12		1	2	2	
		- Getaran tangan-lengan (*HAVS*)	4	4	16		2	2	4	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
13	Pengujian Tiang (*Pile Load Test*)	- Kegagalan dongkrak hidrolik	2	5	10	- Rekayasa Teknik: Desain sistem pengujian yang aman & terverifikasi. - Administratif: Barikade area pengujian dengan zona eksklusi yang luas. Inspeksi semua peralatan sebelum digunakan. Prosedur darurat jika terjadi kegagalan.	1	5	5	SNI 8460:2017 ASTM D1143 (Rujukan Teknis)
		- Pelepasan Hammer/beban yang tinggi pada saat pengujian	2	5	10		1	5	5	
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	- Bahaya Mobilisasi berulang	3	4	12	- Administratif: Prosedur pemilahan limbah (B3 & non-B3). Penggunaan spill kit untuk menangani tumpahan. Inspeksi akhir area kerja. - APD: Sarung tangan tahan potong, sepatu safety.	1	3	3	PP No. 22 Tahun 2021 (Pengelolaan Limbah B3)
		- Luka akibat material sisa yang tajam	3	4	12		1	3	3	
		- Bahaya sisa material yang berupa tumpahan oli dll.	4	4	16		2	2	4	

5.5 Pembahasan

5.5.1 Penilaian Risiko

Tujuan dari analisis risiko ini adalah untuk mengidentifikasi besarnya risiko berdasarkan dua parameter utama, yaitu tingkat konsekuensi (severity) dan kemungkinan terjadinya (likelihood). Penilaian terhadap konsekuensi diberi simbol S, sedangkan kemungkinan diberi simbol L, mengacu pada pedoman standar AS/NZS 4360:1999. Nilai yang dihasilkan dari kombinasi kedua parameter tersebut kemudian dievaluasi lebih lanjut untuk menentukan klasifikasi atau kategori tingkat risikonya.

Tabel 5.3 Tingkat Bahaya Pada Pekerjaan Bore Pile Sebelum Dilakukan Pengendalian

No.	Jenis Pekerjaan	Tingkat Risiko
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Sedang
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Sedang
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Tinggi
		Risiko Sedang
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	Risiko Ekstrem
		Risiko Ekstrem
		Risiko Ekstrem
		Risiko Ekstrem
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	Risiko Tinggi
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	Risiko Tinggi
		Risiko Ekstrem

Lanjutan Tabel 5.4 Tingkat Bahaya Pada Pekerjaan Bore Pile Sebelum Dilakukan Pengendalian

No.	Jenis Pekerjaan	Tingkat Risiko
		Risiko Ekstrem
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
8	Proses Pengeboran lubang	Risiko Ekstrem
		Risiko Ekstrem
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
10	Penerimaan & Pengecoran Beton	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Tinggi
12	Pembobokan/pemotongan kepala tiang *(Chipping)*	Risiko Ekstrem
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
13	Pengujian Tiang *(Pile Load Test)*	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC terhadap lima jenis pekerjaan yang terlibat dalam proses konstruksi bore pile, diperoleh klasifikasi tingkat risiko sebelum penerapan tindakan pengendalian sebagai berikut:

a. Terdapat empat jenis pekerjaan yang di dalamnya teridentifikasi memiliki tingkat risiko ekstrem. Total risiko ekstrem di seluruh aktivitas ini adalah sebanyak sembilan. Keempat jenis pekerjaan tersebut adalah Mobilisasi & Penempatan Alat Berat terdapat 4 Risiko Ekstrem, Penempatan (Positioning) Mesin Bor Terdapat 2 Risiko Ekstrem, Proses Pengeboran Lubang Terdapat 2 Risiko Ekstrem, dan Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang Terdapat 1 Risiko Ekstrem. Tingkat risiko ini muncul dari kegiatan yang melibatkan penggunaan alat berat masif dan operasi dengan potensi bahaya sangat tinggi.
b. Selanjutnya, ditemukan 25 temuan risiko tinggi. Ini merupakan kategori risiko yang paling sering muncul di seluruh tahapan pekerjaan, mulai dari persiapan lahan, fabrikasi, pengecoran, hingga demobilisasi. Tingginya frekuensi pada kategori ini menunjukkan bahwa hampir setiap fase proyek memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan cedera serius jika tidak dikelola dengan tepat
c. Terakhir, teridentifikasi 9 temuan risiko sedang. Risiko ini ditemukan pada aktivitas-aktivitas awal seperti Survei dan Penandaan Titik Bor, beberapa bagian dari proses Pembersihan Lahan dan Fabrikasi Besi, serta pada saat Pemasangan & Pencabutan Pipa Tremie. Meskipun tidak sekritis kategori lainnya, jumlah ini signifikan dan membutuhkan prosedur kerja yang aman untuk mencegah insiden.

Dari total 5 jenis pekerjaan yang telah dianalisis dengan metode HIRADC, distribusi tingkat risiko dalam bentuk persentase adalah sebagai berikut:

1. Risiko ekstrim = $\frac{9}{44} \times 100\% = 20{,}93\%$
2. Risiko tinggi = $\frac{25}{44} \times 100\% = 58{,}14\%$

3. Risiko sedang $= \frac{9}{44} \times 100\% = 20{,}93\%$
4. Risiko rendah $= \frac{0}{0} \times 100\% = 0\%$

Berdasarkan Berdasarkan analisis, proporsi yang diperoleh menunjukkan bahwa 20,93% pekerjaan yang diteliti termasuk dalam kategori risiko ekstrem, 58,14% berada pada tingkat risiko tinggi, dan 20,93% berada pada tingkat risiko sedang. Dengan demikian, semua pekerjaan yang dianalisis tetap berada dalam zona merah (risiko Sedang hingga Ekstrem) yang memerlukan penerapan pengendalian risiko secara menyeluruh. Temuan ini menunjukkan bahwa pada fase pelaksanaan konstruksi bore pile, kemungkinan bahaya sangat besar—khususnya pada kegiatan pengeboran dan mobilisasi alat berat. Sehingga, diperlukan pendekatan manajemen risiko yang melibatkan gabungan:

1. Pengendalian Teknik (contohnya penempatan area aman dan signage peringatan),
2. Pengendalian Administratif (SOP, pelatihan, dan pertemuan toolbox rutin).
3. Dan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) secara menyeluruh sesuai dengan standar K3

5.5.2 Evaluasi Tingkat Risiko Pasca Implementasi Pengendalian

Pada Tahapan ini merupakan fase krusial dalam siklus manajemen risiko, yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi pengendalian yang telah diimplementasikan. Penilaian ini dilakukan dengan mengukur kembali tingkat risiko untuk setiap bahaya yang teridentifikasi pada masing-masing jenis pekerjaan, setelah penerapan strategi pengendalian. Metode yang digunakan untuk penilaian ulang ini tetap mengacu pada kerangka kerja Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Penentuan Pengendalian (HIRADC), sebagaimana yang telah diaplikasikan pada tahap analisis risiko awal.

Strategi pengendalian risiko yang diterapkan dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan hierarki pengendalian (hierarchy of controls). Pendekatan ini memprioritaskan metode pengendalian dari yang paling efektif hingga yang kurang efektif, dengan tujuan utama untuk menghilangkan atau

meminimalkan paparan pekerja terhadap bahaya. Adapun pengendalian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Eliminasi (Elimination): Merupakan tingkat pengendalian yang paling efektif dan menjadi prioritas utama. Eliminasi berfokus pada penghilangan sumber bahaya secara total dari lingkungan kerja. Contohnya, menghentikan penggunaan bahan kimia berbahaya atau menghilangkan proses kerja yang tidak aman. Dengan eliminasi, risiko terkait bahaya tersebut secara teoretis menjadi nol.
2. Substitusi (Substitution): Apabila eliminasi tidak memungkinkan, Substitusi dilakukan dengan mengganti bahan, alat, atau proses berbahaya dengan alternatif yang lebih aman ketika eliminasi tidak mungkin. Contohnya penggunaan cat berbasis air menggantikan cat berbasis pelarut, atau mesin bising diganti versi lebih senyap.
3. Rekayasa Teknik (Engineering Controls): Pengendalian ini memodifikasi fisik peralatan, lingkungan, atau proses kerja untuk meminimalkan paparan bahaya secara otomatis, tanpa ketergantungan pada perilaku pekerja. Contohnya meliputi: pemasangan pengaman mesin (*machine guarding*), sistem ventilasi lokal, dan desain stasiun kerja ergonomis.
4. Pengendalian Administratif (Administrative Controls): Pengendalian administratif memodifikasi cara kerja atau prosedur operasional untuk mengurangi risiko, dengan mengandalkan partisipasi pekerja. Contohnya meliputi penerapan SOP K3, pelatihan keselamatan, rotasi kerja, pemasangan rambu peringatan, dan pengawasan ketat.
5. Alat Pelindung Diri (APD) (Personal Protective Equipment - PPE): APD merupakan tingkat pengendalian terakhir dalam hierarki pengendalian risiko dan berfungsi sebagai perlindungan fisik ketika bahaya tidak dapat dieliminasi sepenuhnya. APD tidak menghilangkan bahaya, tetapi meminimasi dampak paparan. Contohnya meliputi helm, kacamata pelindung, sarung tangan, masker, dan sepatu keselamatan. Efektivitasnya bergantung pada pemilihan yang sesuai, penggunaan benar, perawatan, serta pelatihan pekerja.

Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 5.5 Tingkat Risiko Pada Pekerjaan Bore Pile Setelah Dilakukan Pengendalian

No.	Jenis Pekerjaan	Tingkat Risiko
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	Risiko Rendah
		Risiko Rendah
		Risiko Rendah
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Rendah
		Risiko Rendah
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	Risiko Rendah
		Risiko Rendah
		Risiko Sedang
		Risiko Rendah
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	Risiko Tinggi
		Risiko Sedang
		Risiko Tinggi
		Risiko Sedang
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	Risiko Sedang
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Tinggi
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Rendah
8	Proses Pengeboran lubang	Risiko Tinggi
		Risiko Tinggi
		Risiko Sedang
		Risiko Rendah

Lanjutan Tabel 5.6 Tingkat Risiko Pada Pekerjaan Bore Pile Setelah Dilakukan Pengendalian

No.	Jenis Pekerjaan	Tingkat Risiko
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
		Risiko Sedang
10	Penerimaan & Pengecoran Beton	Risiko Rendah
		Risiko Rendah
		Risiko Sedang
		Risiko Rendah
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	Risiko Rendah
		Risiko Rendah
		Risiko Rendah
12	Pembobokan/pemotongan kepala tiang *(Chipping)*	Risiko Sedang
		Risiko Rendah
		Risiko Rendah
13	Pengujian Tiang *(Pile Load Test)*	Risiko Sedang
		Risiko Sedang
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	Risiko Rendah
		Risiko Rendah
		Risiko Rendah

Setelah serangkaian tindakan pengendalian dari berbagai tingkatan hierarki tersebut diimplementasikan secara komprehensif dan sistematis, dilakukanlah penilaian ulang tingkat risiko (risiko residual). Hasil penilaian menunjukkan adanya penurunan signifikan pada seluruh aktivitas pekerjaan. Secara spesifik, implementasi pengendalian berhasil mengeliminasi seluruh pekerjaan yang sebelumnya teridentifikasi memiliki tingkat risiko ekstrem (*Extreme Risk*).

Distribusi tingkat risiko residual menunjukkan pergeseran yang substansial ke level yang lebih dapat diterima, sebagai berikut:

a. Kini hanya tersisa lima bahaya yang masih berada dalam kategori risiko tinggi. Risiko-risiko ini terkonsentrasi pada aktivitas yang melibatkan penggunaan alat berat dan proses inti konstruksi, yaitu pada saat Mobilisasi & Penempatan Alat Berat, Penempatan Mesin Bor, dan selama Proses Pengeboran. Meskipun jumlahnya paling sedikit, kelima bahaya ini tetap memerlukan pengawasan paling ketat.

b. Terdapat delapan belas bahaya yang kini berada pada kategori risiko sedang. Kategori ini mencakup sebaran risiko yang luas di berbagai jenis pekerjaan, mulai dari Pembersihan Lahan, interaksi dengan warga, pemasangan pipa casing, hingga pengujian tiang. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas di lapangan kini memiliki tingkat risiko yang lebih terkendali.

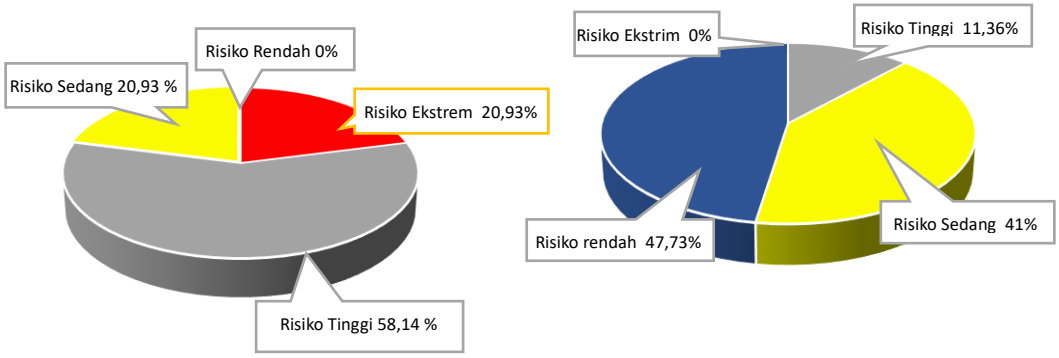
c. Kategori dengan jumlah bahaya terbanyak adalah risiko rendah, dengan total dua puluh satu bahaya. Ini menandakan keberhasilan mitigasi pada banyak aspek pekerjaan. Aktivitas seperti Survei, Pemasangan Pipa Tremie, dan Demobilisasi Area kini seluruhnya berada di tingkat risiko rendah, yang menunjukkan bahwa risikonya dapat dikelola secara efektif melalui prosedur kerja standar.

Perubahan ini membuktikan bahwa strategi pengendalian risiko yang diterapkan secara efektif mampu mengurangi tingkat bahaya secara signifikan.

Jika dijadikan dalam satuan persen maka hasilnya sebagai berikut.

1. Risiko ekstrim = $\frac{0}{0} \times 100\% = 0\%$
2. Risiko tinggi = $\frac{5}{44} \times 100\% = 11{,}36\%$
3. Risiko sedang = $\frac{18}{44} \times 100\% = 40{,}91\%$
4. Risiko rendah = $\frac{21}{44} \times 100\% = 47{,}73\%$

Perbandingan nilai risiko sebelum dan setelah penerapan tindakan pengendalian bahaya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Sebelum Pengendalian Sesudah Pengendalian

Gambar 5.1 Grafik perbandingan tingkat risiko

5.5.3 Pengendalian Risiko yang dilakukan

Sebagai tindak lanjut dari hasil penilaian dan analisis risiko yang komprehensif menggunakan metodologi HIRADC, penelitian ini mengimplementasikan serangkaian strategi pengendalian risiko. Intervensi pengendalian ini dirancang secara sistematis untuk meminimalkan atau mengeliminasi dampak dari potensi bahaya yang teridentifikasi pada pekerjaan konstruksi *bored pile*. Pemilihan dan penerapan upaya pengendalian didasarkan pada prinsip hierarki pengendalian risiko—meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang disesuaikan secara cermat dengan kondisi aktual dan spesifik di lokasi proyek.

Dalam penelitian ini, fokus pengendalian risiko diarahkan pada lima aspek utama yang teridentifikasi sebagai sumber potensi risiko dominan. Rincian upaya pengendalian yang merupakan hasil dari analisis HIRADC adalah sebagai berikut:

1. Aspek Tenaga Kerja: Pengendalian pada aspek ini berfokus pada peningkatan kompetensi dan perlindungan pekerja.
    a. Pengendalian Administratif: Diwujudkan melalui penyelenggaraan *toolbox meeting* sebelum bekerja untuk membahas potensi bahaya harian, seperti yang relevan untuk (1) Survei dan Penandaan Titik Bor. Pelatihan teknik mengangkat yang benar (*safe lifting*) diberikan

untuk mengurangi risiko ergonomis pada (3) Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi. Selain itu, diterapkan rotasi kerja untuk membatasi durasi paparan pada aktivitas dengan bahaya fisik tinggi seperti (11) Pembobokan Kepala Tiang.

b. Alat Pelindung Diri (APD): Kewajiban penggunaan APD yang sesuai diterapkan secara ketat, misalnya penggunaan respirator P100/FFP3 untuk melindungi dari debu silika saat (11) Pembobokan Kepala Tiang, serta penggunaan sarung tangan kulit dan kacamata pelindung selama (3) Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi.

2. Aspek Alat Berat: Pengendalian risiko berfokus pada stabilitas dan operasional alat yang aman.
    a. Rekayasa Teknik: Intervensi utama adalah persiapan landasan kerja (*platform*) yang padat dan rata untuk menjamin stabilitas alat selama (4) Mobilisasi & Penempatan Alat Berat dan (7) Proses Pengeboran Lubang.
    b. Pengendalian Administratif: Dilakukan inspeksi kelayakan alat (SIO) sebelum (4) Mobilisasi & Penempatan Alat Berat. Penggunaan pemandu (*rigger/spotter*) dengan komunikasi standar menjadi prosedur wajib saat (5) Penempatan Mesin Bor dan aktivitas pengangkatan lainnya untuk mencegah kecelakaan akibat tertabrak atau terjepit.
3. Aspek Lokasi Kerja: Pengendalian ditujukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan terisolasi dari bahaya.
    a. Rekayasa Teknik: Dilakukan penyiraman area kerja secara berkala untuk menekan debu selama (2) Pembersihan & Perataan Lahan.
    b. Pengendalian Administratif: Pemasangan barikade fisik yang kokoh di sekeliling lubang galian merupakan pengendalian kunci untuk mencegah pekerja terperosok selama (7) Proses Pengeboran Lubang dan (8) Penurunan Rangkaian Tulangan Besi. Selain itu, penetapan jalur lalu lintas yang terpisah untuk pekerja dan kendaraan diterapkan selama proyek berlangsung.

4. Aspek Proses Kerja: Pengendalian pada aspek ini bertujuan mengubah metode kerja menjadi lebih aman.
    a. Rekayasa Teknik: Pengendalian paling signifikan adalah penerapan metode basah (*wet method*) saat (11) Pembobokan Kepala Tiang untuk menekan paparan debu silika. Selain itu, penggunaan pipa *casing* atau lumpur bentonit saat (7) Proses Pengeboran Lubang merupakan rekayasa teknik untuk mencegah dinding galian runtuh.
    b. Pengendalian Administratif: Diterapkan izin kerja khusus seperti *hot work permit* untuk aktivitas pengelasan pada (3) Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi dan penyusunan SOP untuk setiap aktivitas, termasuk penggunaan tali pemandu (*tagline*) saat (6) Pemasangan & Pencabutan Pipa Casing.
5. Aspek Material dan Peralatan Kerja: Pengendalian berfokus pada kelayakan dan penanganan material secara aman.
    a. Pengendalian Administratif: Dilakukan inspeksi rutin terhadap kelayakan peralatan bantu seperti sling sebelum digunakan pada (8) Penurunan Rangkaian Tulangan Besi dan selang pompa beton sebelum (9) Penerimaan & Pengecoran Beton.
    b. Rekayasa Teknik: Disediakan fasilitas pendukung keselamatan seperti stasiun cuci mata (*eyewash*) di area (9) Penerimaan & Pengecoran Beton dan penempatan APAR yang mudah dijangkau di area kerja yang memiliki risiko kebakaran.

Dengan implementasi strategi pengendalian risiko yang komprehensif dan sistematis berdasarkan kelima aspek tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan adanya penurunan yang signifikan terhadap tingkat risiko bahaya secara keseluruhan. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan proaktif dalam manajemen risiko, melalui identifikasi, penilaian, dan pengendalian yang tepat, mampu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan komitmen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan produktif.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai manajemen risiko pada pekerjaan konstruksi *bored pile* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya, ditemukan total 44 potensi bahaya spesifik dari 14 aktivitas utama pada pekerjaan bore pile, yang masing-masing memiliki karakteristik bahaya yang berbeda. Survei dan penandaan titik bor memiliki potensi bahaya seperti terpeleset, tersandung, dan terjatuh akibat kondisi tanah, risiko tertabrak kendaraan karena bekerja di dekat lalu lintas, serta paparan cuaca (panas dan hujan). Pembersihan dan perataan lahan berpotensi menimbulkan kecelakaan tertabrak atau terlindas alat berat, paparan debu dan kebisingan, kontak dengan utilitas bawah tanah, hingga risiko biologis dari hewan atau serangga. Fabrikasi rangkaian tulangan besi memiliki bahaya luka potong/tusuk dari besi tajam, cedera punggung karena ergonomi yang buruk, percikan api/asap las dan sengatan listrik, serta kebisingan dari mesin potong. Pada mobilisasi dan penempatan alat berat, terdapat risiko alat terguling di tanah labil, kegagalan sling saat bongkar muat, tertabrak/terjepit saat alat bermanuver, dan kecelakaan lalu lintas. Aktivitas lain juga menunjukkan potensi bahaya masing-masing, seperti risiko tertular Covid-19 pada pekerjaan dekat warga; komunikasi yang salah dan tangan/tubuh terjepit pada penempatan mesin bor; bekerja di bawah beban gantung dan tertimpa pipa casing; dinding lubang runtuh/longsor saat pengeboran; terjatuh ke dalam lubang galian saat penurunan tulangan besi; pecahnya selang pompa beton saat pengecoran; paparan debu silika kristalin pada pembobokan kepala tiang; kegagalan

dongkrak hidrolik saat pengujian tiang; hingga luka akibat material sisa yang tajam dan bahaya tumpahan oli saat demobilisasi. Temuan sebanyak 44 potensi bahaya ini menunjukkan bahwa seluruh tahapan pekerjaan bore pile memiliki potensi bahaya yang signifikan dan beragam, sehingga menjawab rumusan masalah pertama.

2. Penerapan peraturan dan standar K3 di Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi 1 telah dijalankan dengan mengacu pada regulasi yang berlaku, seperti PP No. 50 Tahun 2012, Permen PUPR No. 10 Tahun 2021, serta standar SNI ISO 31000:2011. Implementasi regulasi tersebut diwujudkan melalui strategi pengendalian risiko berdasarkan hierarki, meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan penggunaan APD. Contohnya adalah penerapan toolbox meeting dan izin kerja (administratif), pembuatan platform tanah yang stabil serta penggunaan bentonit untuk menjaga dinding bor (rekayasa teknik), hingga kewajiban penggunaan APD lengkap (helm, masker, goggles, sarung tangan). Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan standar K3 ini efektif dalam menurunkan tingkat risiko pada pekerjaan bore pile, terbukti dari berkurangnya aktivitas pada kategori risiko ekstrem dan tingginya penurunan risiko ke level sedang maupun rendah. Temuan ini menjawab rumusan masalah kedua mengenai efektivitas penerapan peraturan dan standar K3 di lokasi proyek.

3. Analisis efektivitas pengawasan K3 menunjukkan adanya pergeseran signifikan dalam distribusi tingkat risiko setelah penerapan pengendalian. Pada kondisi awal, dari total 44 potensi bahaya yang dianalisis dengan metode HIRADC, sebanyak 20,93% (9 bahaya) termasuk dalam kategori risiko ekstrem, 58,14% (25 bahaya) berada pada kategori risiko tinggi, dan 20,93% (9 bahaya) lainnya masuk kategori risiko sedang, tanpa ada satupun bahaya yang berada pada kategori rendah (0%). Kondisi ini menggambarkan bahwa mayoritas pekerjaan bore pile pada fase awal masih berada dalam zona merah yang sangat rawan terhadap kecelakaan kerja.

Setelah pengendalian risiko diterapkan, profil risiko residual menunjukkan penurunan yang drastis, di mana tidak ada lagi bahaya yang berada dalam kategori ekstrem (0%). Hanya 11,36% (5 bahaya) yang masih berada pada kategori tinggi, 40,91% (18 bahaya) pada kategori sedang, dan mayoritas yaitu 47,73% (21 bahaya) berhasil ditekan hingga kategori risiko rendah. Beberapa bahaya yang tetap berada pada kategori risiko tinggi adalah terkait mobilisasi alat berat seperti tertabrak saat alat bermanuver (RR=12) dan proses pengeboran lubang seperti runtuhnya dinding galian (RR=10), yang masih membutuhkan pengawasan ketat karena potensi konsekuensinya yang serius. Banyak bahaya lain, termasuk paparan, debu silika saat pembobokan kepala tiang (RR=8) dan risiko bekerja di Bawah beban gantung saat pemasangan casing (RR=8), kini berada pada kategori sedang. Sementara itu, 21 bahaya lainnya, seperti risiko terpeleset saat survei (RR=2) dan luka potong saat fabrikasi besi (RR=3), berhasil diturunkan menjadi risiko rendah yang dapat diterima dengan penerapan prosedur K3 standar. Perubahan distribusi risiko ini membuktikan bahwa pengawasan dan pengendalian K3 yang diterapkan di lokasi proyek tidak hanya bersifat formalitas, tetapi benar-benar efektif dalam mengurangi potensi bahaya dan kecelakaan kerja secara signifikan.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, diajukan beberapa saran yang bersifat konstruktif, baik bagi pihak pelaksana proyek maupun untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

6.1.1 Saran untuk Pihak Pelaksana Proyek (Kontraktor)

1. Penguatan Pengawasan pada Risiko Residual Tinggi: Mengingat masih terdapat 2 aktivitas dengan risiko residual tinggi (Mobilisasi & Penempatan Alat Berat dan Proses Pengeboran Lubang), disarankan agar perusahaan memfokuskan sumber daya pengawasan, seperti meningkatkan frekuensi inspeksi oleh petugas K3 dan mensyaratkan Analisis Keselamatan Kerja

(*Job Safety Analysis* - JSA) yang lebih detail khusus untuk kedua aktivitas tersebut sebelum pekerjaan dimulai.

2. Optimalisasi Pengendalian Rekayasa Teknik: Untuk lebih menekan risiko, disarankan untuk terus mengeksplorasi dan mengoptimalkan pengendalian rekayasa teknik. Sebagai contoh, pada aktivitas Pembobokan Kepala Tiang, selain metode basah, dapat dipertimbangkan penggunaan alat bobok dengan sistem penyedot debu terintegrasi (*integrated vacuum system*) untuk lebih memaksimalkan eliminasi paparan debu silika.

3. Peningkatan Budaya Keselamatan Berkelanjutan: Budaya K3 perlu dipelihara dan ditingkatkan secara terus-menerus. Disarankan untuk mengembangkan program penghargaan (*reward program*) bagi tim atau individu yang menunjukkan kepatuhan dan inisiatif K3 terbaik. Selain itu, perlu dibuat mekanisme pelaporan "nyaris celaka" (*near miss*) yang mudah diakses dan tidak menghakimi, agar dapat menjadi pembelajaran untuk mencegah insiden di masa depan.

6.1.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

1. Analisis Kuantitatif Efektivitas Biaya Pengendalian: Penelitian ini telah membuktikan efektivitas pengendalian dalam menurunkan risiko. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis efektivitas biaya (*cost-effectiveness analysis*) untuk mengukur dan membandingkan antara besarnya biaya yang dikeluarkan untuk setiap jenis pengendalian dengan besarnya penurunan tingkat risiko yang dicapai.

2. Studi Komparatif Manajemen Risiko: Disarankan untuk melakukan studi komparatif mengenai manajemen risiko pada metode pekerjaan pondasi dalam yang berbeda (misalnya, membandingkan *bored pile* dengan *spun pile* atau tiang pancang). Studi semacam ini dapat mengidentifikasi profil risiko yang unik untuk setiap metode dan menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik.

3. Kajian Mendalam tentang Faktor Manusia (*Human Factor*): Mengingat banyak pengendalian administratif bergantung pada perilaku manusia, penelitian selanjutnya dapat berfokus pada analisis faktor manusia dalam keselamatan konstruksi. Kajian ini dapat meneliti pengaruh kelelahan, stres kerja, dan budaya komunikasi terhadap kepatuhan pekerja pada prosedur K3, sehingga dapat dirumuskan intervensi yang lebih berpusat pada manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Arwani, S. M. (2022). Ada Apa Dengan : Manajemen Risiko. *Repository Uin K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*, 1.

Badri, M. Z. (2023). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Laporan magang*.

BPIW. (2024, September 27). *https://bpiw.pu.go.id/article/detail/bpiw-sampaikan-arah-pembangunan-infrastruktur-transportasi-nasional-dalam-fgd-capaian-kerja-transportasi-darat-kemenhub-ri-2015-2024*. Diambil kembali dari https://bpiw.pu.go.id/: https://bpiw.pu.go.id/article/detail/bpiw-sampaikan-arah-pembangunan-infrastruktur-transportasi-nasional-dalam-fgd-capaian-kerja-transportasi-darat-kemenhub-ri-2015-2024

Dini Damayanti, A. N. (2017). Identifikasi Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja Dengan. *Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya Vol 3 No 1*, 2.

Dishub. (2023). *Laporan Kecelakaan Kerja pada Proyek Jalan Tol Trans Jawa.*

Dishub. (2024). *Evaluasi Implementasi SMK3 pada Proyek Konstruksi Jalan Tol.* Dinas Perhubungan.

Dishub. (2024, Oktober 1). *https://news.detik.com/berita/d-7567401/521-infrastruktur-transportasi-terbangun-selama-10-tahun-pemerintahan-jokowi*. Diambil kembali dari https://news.detik.com/: https://news.detik.com/berita/d-7567401/521-infrastruktur-transportasi-terbangun-selama-10-tahun-pemerintahan-jokowi

Djamruddin, A. (2022). *IBPRPB-HIRADC KONSTRUKSI PEMBANGUNAN JALAN TOL YOGYAKARTA BAWEN PAKET 1.* Yogyakarta: PT. Adhi Karya.

Dr Ir Dwi Rachmina, M. Q. (2023). Ruang Lingkup, Konteks, Kriteria Manajemen Risiko – Kriteria Risiko.

Handoko, J. C. (2017). Perancangan Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC) Di Schneider Electric Cikarang. *JTI*, 159–164.

HIDAYAT, A. (2022). STUDI ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS PADA PEKERJAAN PONDASI . *Skripsi* .

IBPRPB. (2022). *HIRADC-IBPRPB Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan TOL Yogyakarta - Bawen Paket 1.* Yogyakarta: PT. Adhi Karya.

Kemenhub. (2024, 10 1). *https://kemenhub.go.id/post/read/kementerian-perhubungan-bangun-521-infrastruktur-transportasi*. Diambil kembali dari https://kemenhub.go.id/: https://kemenhub.go.id/post/read/kementerian-perhubungan-bangun-521-infrastruktur-transportasi

Nasional, B. S. (2018). *https://bsn.go.id/*. Diambil kembali dari https://bsn.go.id/uploads/download/kepka_juklak_manajemen_risiko.pdf

Nofa, R. &. (2023). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Proyek Pembangunan Hotel Park Regis by Prince Menteng. *Kesehatan Masyarakat*, 5.

Pamungkas, G. P. (2021). Manajemen Risiko Bahaya Berbasis Hiradc (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus : Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma Ata Yogyakarta). *Skripsi*.

Perhubungan, K. (2024, Oktober 14). *https://dephub.go.id/post/read/konektivitas-transportasi-buka-peluang-perkembangan-perekonomian-daerah*. Diambil kembali dari https://dephub.go.id/: https://dephub.go.id/post/read/konektivitas-transportasi-buka-peluang-perkembangan-perekonomian-daerah

PUPR, K. (2024, Oktober 9). *https://www.antaranews.com/berita/4385370/kemenhub-bangun-dan-renovasi-157-infrastruktur-transportasi-darat*. Diambil kembali dari https://www.antaranews.com/: https://www.antaranews.com/berita/4385370/kemenhub-bangun-dan-renovasi-157-infrastruktur-transportasi-darat

Putra, M. R. (2023). Pengaplikasian K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) menggunakan Metode Csa (Construction Safety Analysis) pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Solo -yogyakarta). *Skripsi*.

Ramdani, S. P. (2023). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Bore Pile Proyek Konstruksi Jalan Dengan Metode Construction Safety Analysis.

Sadewa, M. E. (2021). Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Pilar Jembatan Menggunakan Metode Hiradc. *Skripsi*.

Shabira Noviandini, E. B. (2015). Analisis Komitmen Pimpinan Terhadap Penerapan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 640-641.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Verifikasi Data HIRADC

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM

SURAT PERMOHONAN VERIFIKASI DATA

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Kepala Bagian K3

Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Paket 1

di Tempat

Dengan hormat,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muhammad Ihlasul Kamal
NIM	: 21511131
Program Studi	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Saat ini sedang melaksanakan penyusunan skripsi dengan judul:

"Analisis Implementasi Sistem K3 Berbasis HIRADC pada Pekerjaan Konstruksi Bor Pile (Studi Kasus: Proyek Tol Jogja–Bawen Paket 1)"

Sehubungan dengan penelitian tersebut, saya telah memperoleh data terkait K3 dari Proyek Tol Jogja–Bawen Paket 1. Untuk keperluan akademik, mohon kesediaan Bapak/Ibu memberikan verifikasi atau pengesahan bahwa data yang saya gunakan dalam penelitian ini benar bersumber dari Proyek Tol Jogja–Bawen Paket 1.

Data tersebut hanya akan digunakan untuk kepentingan akademik/penelitian dan tidak akan disebarluaskan tanpa izin pihak terkait.

Demikian surat permohonan verifikasi data ini saya sampaikan. Atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 18 September 2025

Mengetahui/Diverifikasi oleh
Bagian Proyek Tol Yogya-Bawen Paket 1

(.....)

Nama: HANDI RIZKIANTO
Jabatan : ENGINEER.

Hormat saya,

Muhammad Ihlasul Kamal

Lampiran 2 . Hasil Verifikasi Tabel HIRADC

Tabel 5.1 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Risiko/Aspek	Kategori Resiko			Pengendalian yang Disyaratkan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
1	Survei dan Penandaan Titik Bor (*Staking Out*)	- Terpeleset, tersandung, terjatuh	3	2	6	- Administratif: Toolbox meeting sebelum bekerja, Pemasangan rambu lalu lintas sementara & penggunaan flagman, Penjadwalan kerja & penyediaan air minum. - APD: Rompi reflektif, sepatu safety, helm/topi	1	2	2	PP No. 50 Tahun 2012 Permenaker No. 08/2010
		- Bekerja di dekat lalu lintas	3	3	9		2	1	2	
		- Paparan cuaca (panas, hujan)	2	2	4		1	2	2	
2	Pembersihan & Perataan Lahan (*Land Clearing*)	- Tertabrak/terlindas alat berat	4	4	16	- Rekayasa Teknik: Penyiraman area kerja secara berkala untuk menekan debu. - Administratif: Barikade area kerja, jalur khusus alat & pekerja, dan Memperoleh izin & peta utilitas bawah tanah (permit to dig). - APD: Masker debu, pelindung telinga, sepatu safety.	2	4	8	Permen PUPR No. 10/2021 Permenaker No. 05/2018
		- Paparan debu dan kebisingan	4	3	12		2	3	6	
		- Kontak dengan utilitas bawah tanah	3	4	12		2	2	4	
		- Bahaya biologis (hewan, serangga)	3	2	6		2	1	2	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Risiko/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
3	Fabrikasi Rangkaian Tulangan Besi (*Rebar Fabrication*)	- Luka potong/tusuk dari ujung besi tajam -	3	3	9	- Rekayasa Teknik: Penggunaan pelindung mesin (machine guarding). Ventilasi yang baik di area las. - Administratif: Pelatihan teknik mengangkat yang benar (safe lifting). Izin kerja panas (hot work permit) & penyediaan APAR. - APD: Sarung tangan kulit, kacamata pelindung, apron & kedok las.	1	3	3	Permenaker No. 12/2015 Permenaker No. 08/2010
		- Cedera punggung (ergonomi)	4	2	8		2	2	4	
		- Percikan api/asap las, sengatan listrik	4	4	16		3	2	6	
		- Kebisingan dari mesin potong	3	2	6		2	1	2	
4	Mobilisasi & Penempatan Alat Berat	- Alat Berat terguling di tanah labil	4	5	20	- Rekayasa Teknik: Persiapan landasan kerja (platform) yang padat & rata. - Administratif: Inspeksi kelayakan alat & kompetensi operator (SIO). Inspeksi sling & penggunaan pemandu (rigger/spotter).Pengawalan (escort) di jalan umum.	2	5	10	Permenaker No. 08/2020 (Pesawat Angkat & Angkut)
		- Kegagalan sling saat bongkar muat	4	5	20		3	3	9	
		- Tertabrak/terjepit saat alat Bermanuver	5	5	25		3	4	12	
		- Kecelakaan lalu lintas	4	6	24		3	2	6	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Risiko	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
5	Pekerjaan Saat berdekatan dengan Warga	- Tertular Covid-19	3	4	12	- Administratif: Pemasangan rambu larangan mendekat, sosialisasi, pembatasan area kerja & jaga jarak. Rekayasa Teknik: Pemasangan safety line/pembatas area. APD: Penggunaan masker bagi pekerja. Administratif/Pribadi: Menjaga kebersihan tangan, menghindari kerumunan, menjaga imunitas tubuh.	3	2	6	WI No. SP 024 HS W05 (Pembuatan dan Pemakaian Rambu K3), BP 024 HS P06 Pedoman Penanganan Covid-19
6	Penempatan (*Positioning*) Mesin Bor	- Komunikasi yang salah	3	4	12	- Administratif: Penggunaan pemandu (spotter) terlatih. Komunikasi via radio atau sinyal tangan standar. Menjaga jarak aman & barikade area kerja.	1	4	4	Permenaker No. 08/2020
		- Tangan/tubuh terjepit	4	5	20		4	2	8	
		- Tertabrak rantai/roda alat berat	5	5	25		6	2	12	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
7	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Casing*	- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16	- Administratif: Barikade area di bawah beban yang diangkat. Penggunaan tali pemandu (tagline) untuk mengarahkan beban. Rotasi kerja untuk mengurangi paparan. - APD: Helm, sepatu safety, sarung tangan.	2	4	8	Permenaker No. 08/2020 Permenaker No. 05/2018
		- Tertimpa/terjepit pipa casing	4	4	16		2	4	8	
		- Kebisingan & getaran tinggi	3	4	12		2	2	4	
8	Proses pengeboran lubang	- Kontak dengan mata bor berputar	4	5	20	- Rekayasa Teknik: Penggunaan casing atau lumpur bentonit untuk menstabilkan dinding. Pemasangan pelindung pada bagian mesin yang berputar. - Administratif: Menjaga jarak aman dari lubang & mesin. Inspeksi rutin selang hidrolik. - APD: Pelindung telinga.	2	5	10	Permen PUPR No. 10/2021 SNI 8460:2017
		- Dinding lubang runtuh/longsor	4	5	20		2	5	10	
		- Kebocoran selang hidrolik	3	4	12		3	2	6	
		- Kebisingan dan getaran mesin	4	4	16		2	1	3	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
9	Penurunan Rangkaian Tulangan Besi	- Kegagalan sling/alat angkat -	3	5	15	- Administratif: Inspeksi sling sebelum digunakan (memastikan tidak melebihi SWL). Barikade di sekeliling lubang galian. - APD: Helm, sarung tangan, sepatu safety. (Body harness jika ada risiko jatuh dari ketinggian).	1	5	5	Permenaker No. 08/2020 Permenaker No. 09/2010
		- Terjepit atau tertimpa rebar cage	4	3	12		1	5	5	
		- Terjatuh kedalam lubang galian	5	3	15		2	3	6	
10	Pengiriman & Pengecoran Beton	- Kontak kulit/mata dengan beton basah	3	4	12	- Administratif: Penyediaan stasiun cuci mata (eyewash) & air bersih. Inspeksi selang pompa & barikade area. Manajemen lalu lintas & penggunaan pemandu. - APD: Sarung tangan karet, kacamata goggles, sepatu bot, pakaian lengan panjang.	1	4	4	UU No. 1 Tahun 1970 Permenaker No. 08/2010
		- Pecahnya selang pompa beton	2	5	10		1	4	4	
		- Terpeleset akibat tumpahan beton	4	3	12		2	3	6	
		- Tertabrak truk molen	3	5	15		2	2	4	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	RR	
11	Pemasangan & Pencabutan Pipa *Tremie*	- Tangan/Jari terjepit saat menyambung	3	3	9	- Administratif: Prosedur kerja aman untuk penyambungan pipa. Barikade area kerja di bawah aktivitas pengangkatan. - APD: Kacamata pelindung/pelindung wajah (faceshield), sarung tangan, helm.	1	3	3	Permenaker No. 08/2020 UU No. 1 Tahun 1970
		- Terkena cipratan beton	3	3	9		1	3	3	
		- Bekerja di bawah beban gantung	4	4	16		1	4	4	
12	Pembobokan/Pemotongan Kepala Tiang (*Chipping*)	- Paparan debu silika kristalin	5	4	20	- Rekayasa Teknik: Penggunaan metode basah (wet method) untuk menekan debu. Penggunaan alat dengan peredam getaran. - Administratif: Rotasi kerja untuk membatasi durasi paparan. - APD: Respirator (P100/FFP3), pelindung telinga, kacamata goggles, sarung tangan anti-getaran.	2	4	8	Permenaker No. 05/2018 (NAB Fisika & Kimia)
		- Kebisingan ekstrem	4	3	12		1	2	2	
		- Getaran tangan-lengan (*HAVS*)	4	4	16		2	2	4	

Lanjutan Tabel 5. 4 Penilaian Tingkat Risiko *(Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*

NO	JENIS PEKERJAAN	Likelihood x Severity = Risk (L x S = R)				Tindakan untuk mengurangi risiko				RUJUKAN PERATURAN
		Hazard Analysis Analisa Bahaya/Aspek	Kategori Resiko			Tindakan yang dilakukan	Risiko Risidual			
			L	S	RR		L	S	R R	
13	Pengujian Tiang (*Pile Load Test*)	- Kegagalan dongkrak hidrolik	2	5	10	- Rekayasa Teknik: Desain sistem pengujian yang aman & terverifikasi. - Administratif: Barikade area pengujian dengan zona eksklusi yang luas. Inspeksi semua peralatan sebelum digunakan. Prosedur darurat jika terjadi kegagalan.	1	5	5	SNI 8460:2017 ASTM D1143 (Rujukan Teknis)
		- Pelepasan Hammer/beban yang tinggi pada saat pengujian	2	5	10		1	5	5	
14	Demobilisasi & Pembersihan Area	- Bahaya Mobilisasi berulang	3	4	12	- Administratif: Prosedur pemilahan limbah (B3 & non-B3). Penggunaan spill kit untuk menangani tumpahan. Inspeksi akhir area kerja. - APD: Sarung tangan tahan potong, sepatu safety.	1	3	3	PP No. 22 Tahun 2021 (Pengelolaan Limbah B3)
		- Luka akibat material sisa yang tajam	3	4	12		1	3	3	
		- Bahaya sisa material yang berupa tumpahan oli dll.	4	4	16		2	2	4	