

TESIS
ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA UNTUK PEKERJAAN
PONDASI BORED PILE PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG
BERTINGKAT RENDAH
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil



IWAN GUNAWAN

NIM: 22 914 017

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

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA UNTUK PEKERJAAN
PONDASI BORED PILE PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG
BERTINGKAT RENDAH**

(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))



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

Dosen Pembimbing Utama

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA UNTUK PEKERJAAN PONDASI BORED PILE PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

disusun oleh

Iwan Gunawan
22914017

Telah diuji oleh Dewan Penguji
pada tanggal 16 Juli 2026
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima
(Susunan Dewan Penguji)

Pembimbing I

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

Penguji

Albani Musyafa, ST, MT, Ph.D.

Penguji

Dr. Taufik Dwi Laksono ST, MT, IPM

Yogyakarta, 30 JUL 2026

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil, Program Magister

Ketua Program,



Dr. Ir. Amini Yuni Astuti, MT,

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister) baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan rumusan serta penelitian saya sendiri, dengan tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam penulisan karya tulis ini tidak ada karya atau pendapat pihak lain, kecuali tertulis dengan jelas dengan dicantumkan sebagai acuan pada naskah dengan disebutkan nama pengarang serta tercantum dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya serta dengan penuh kesadaran dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran yang dilakukan dengan sengaja dalam pernyataan ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku pada instansi perguruan tinggi.

Yogyakarta,

Yang membuat pernyataan



Iwan Gunawan

22914017

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah , Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul **“Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Untuk Pekerja Bored Pile Pada Proyek Bangunan Gedung Bertingkat Rendah (Studi Kasus: Pembangunan Gedung PLUT Sleman)”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Sipil. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya potensi risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi, khususnya pekerjaan bored pile, yang memiliki tingkat bahaya tinggi akibat penggunaan alat berat, pekerjaan di kedalaman, serta interaksi tenaga kerja di area terbatas. Oleh karena itu, analisis pencegahan kecelakaan kerja menjadi hal yang sangat penting guna meningkatkan penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proyek konstruksi.

Studi kasus dalam penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung PLUT Sleman yang berlokasi di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Proyek ini merupakan bagian dari fasilitas layanan terpadu bagi koperasi dan usaha mikro, kecil, dan menengah yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Sleman. Melalui penelitian ini, penulis berupaya mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis tingkat risiko, serta merumuskan langkah-langkah pencegahan kecelakaan kerja yang efektif dan aplikatif pada pekerjaan bored pile.

Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis menyadari bahwa tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, ST.MT, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan dengan penuh kesabaran dan ketelitian.
2. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh staf Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
3. Pihak manajemen dan tim pelaksana Proyek Pembangunan Gedung PLUT Sleman yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses pengumpulan data penelitian.
4. Orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan moral, serta semangat yang tiada henti.
5. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang manajemen konstruksi dan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja pada proyek konstruksi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Sleman, Juli 2026

Iwan Gunawan
22914017

ABSTRAK

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Kecelakaan kerja dapat terjadi akibat berbagai faktor, seperti kelalaian individu, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak sesuai, serta lemahnya penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis upaya pencegahan kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile dalam proyek pembangunan gedung bertingkat rendah dengan mengambil studi kasus pada proyek yang berlokasi di Kabupaten Sleman. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pengumpulan data melalui wawancara, observasi lapangan, dan penyebaran kuesioner sebagai data primer, serta catatan, buku, dan dokumen resmi sebagai data sekunder. Analisis risiko dilakukan berdasarkan tingkat kemungkinan (frekuensi) dan tingkat keparahan (*severity*) dari setiap potensi bahaya untuk menentukan klasifikasi respons risiko yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap tahapan pekerjaan memiliki satu atau lebih potensi risiko yang dapat membahayakan pekerja maupun masyarakat di sekitar lokasi proyek. Kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh rendahnya tingkat kesadaran dalam menerapkan prosedur keselamatan kerja. Berdasarkan analisis terhadap 21 risiko yang teridentifikasi, tidak ditemukan respons risiko berupa penghindaran (*avoidance*) (0%), sedangkan respons risiko berupa pengalihan (*transfer*) sebesar 23,81%, mitigasi (*mitigation*) sebesar 57,14%, dan penerimaan (*acceptance*) sebesar 19,05%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa strategi mitigasi merupakan respons risiko yang paling dominan dalam upaya mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para praktisi konstruksi dalam memperkuat penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), khususnya pada proyek pembangunan gedung bertingkat rendah, sehingga dapat mewujudkan lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan berkelanjutan.

Kata Kunci : *Analisis risiko, SMKK, Bored pile*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2. 1. Penelitian Terdahulu	6
2. 2. Sintesis Penelitian Terdahulu dan Research Gap	24
2. 3. Keaslian Penelitian yang Dilakukan	25
BAB III LANDASAN TEORI	
3. 1. Keselamatan Kerja	27
3. 2. Kecelakaan Kerja	28
3.2.1. Teori Domino	31
3.2.2. <i>Loss Caucation model (Frank E Birds)</i>	32
3.2.3. Swiss Chees Model (James Rasson)	33
3. 3. Hazard (Bahaya)	34
3. 4. Risk	39
3. 5. Penilaian Risiko	40

3. 6.	Respon Risiko	42
3. 7.	Pengendalian Risiko	43
3. 8.	Hazard Identification, Risk Assesmen, and Deterning Conrol (HIRADC)	45
3. 9.	Pekerjaan Pondasi Bored Pile	47
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		
4. 1.	Jenis Peneilitian	49
4. 2.	Subjek dan Objek Penelitian	50
4. 3.	Data dan Metode Pengumpulan Data	50
4. 4.	Tahapan Analisis Penelitian	52
4. 5.	Diagram Alir Penelitian (<i>Flow chart</i>)	55
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1.	Identifikasi Risiko	56
5.2.	Pengumpulan Data	57
5.3.	Pembahasan	
5.3.1	Analisis Risiko dan Penilaian Risiko	60
5.3.2	Pengendalian Risiko	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1.	Kesimpulan	66
6.2.	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian yang dilaksanakan dengan Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1 Klasifikasi Hazard pada pekerjaan Pondasi Bored Pile	38
Tabel 3.2 Kriteria likelihood (Kekerapan)	41
Tabel 3.3 Kriteria Severity (Keparahan)	42
Tabel 3.4 Aktivitas Pekerjaan yang dianalisis dala Penelitian	47
Tabel 4.1 Tahapan Analisis	54
Tabel 5.1 Identifikasi Risiko Setiap Jenis Pekerjaan	56
Tabel 5.2 Kuesioner Penilaian Kekerapan dan Keparahan	58
Tebel 5.3 Rekapitulasi Hasil Skoring	61
Tabel 5.4 Tingkat Risiko dan Respon Risiko	61
Tabel 5.5 Penilaian Risiko	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Metode HIRADC	46
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>)	55

BAB I

PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan ini berisi tentang hal-hal dasar dalam penelitian yang akan dilakukan, meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian dan manfaat penelitian.

1.1 Latar Belakang Masalah

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi dibandingkan sektor industri lainnya. International Labour Organization (ILO) (2023) melaporkan bahwa ratusan ribu pekerja meninggal setiap tahun akibat kecelakaan kerja, dan sektor konstruksi termasuk sektor dengan tingkat fatalitas tertinggi. Risiko tersebut disebabkan oleh kompleksitas pekerjaan, penggunaan alat berat, serta kondisi lingkungan kerja yang dinamis.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam proyek konstruksi menjadi faktor penting dalam menjamin kelancaran pelaksanaan proyek, melindungi tenaga kerja, serta mengurangi kerugian akibat kecelakaan kerja. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) diperlukan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, serta menentukan langkah pengendalian risiko pada setiap tahapan pekerjaan konstruksi.

Berbagai penelitian mengenai penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)** telah banyak dilakukan pada proyek konstruksi. Badaruddin dkk. (2023) menunjukkan bahwa penerapan SMKK pada proyek renovasi gedung mampu meningkatkan efektivitas pengendalian risiko melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penyusunan tindakan pengendalian yang sistematis. Penelitian tersebut menegaskan bahwa implementasi SMKK berperan penting dalam menurunkan potensi kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Penelitian lain oleh Wardana dkk. (2025) mengenai analisis risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan *bored pile* proyek jalan tol menunjukkan bahwa sebagian

besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang hingga tinggi sehingga memerlukan pengendalian melalui metode HIRADC. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan pengeboran merupakan tahapan dengan tingkat risiko tertinggi karena melibatkan penggunaan alat berat, pekerjaan di sekitar lubang bor, serta interaksi langsung antara pekerja dan peralatan konstruksi.

Ferdinand dan Martina (2024) membandingkan metode IBPRP dan HIRARC pada proyek jalan tol *elevated* dan menyimpulkan bahwa kedua metode mampu mengidentifikasi potensi bahaya secara sistematis, namun HIRARC lebih mudah diterapkan dalam proses penilaian risiko di lapangan. Sementara itu, Kartika Hapsari dan Trias Wiriyanto (2022) menyatakan bahwa penerapan sistem manajemen keselamatan pada pekerjaan pondasi *bored pile* perlu difokuskan pada aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi melalui penerapan pengendalian berdasarkan prinsip *Hierarchy of Controls*.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah mengkaji penerapan SMKK dan metode HIRADC pada proyek konstruksi, sebagian besar penelitian dilakukan pada proyek gedung bertingkat tinggi, proyek jalan tol, maupun proyek infrastruktur berskala besar. Penelitian yang secara khusus menganalisis risiko keselamatan kerja pada pekerjaan pondasi *bored pile* di **proyek gedung bertingkat rendah** masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada identifikasi bahaya dan penilaian risiko, sedangkan pembahasan mengenai respon risiko serta penyusunan rekomendasi pengendalian berdasarkan prinsip *Hierarchy of Controls* pada proyek bangunan bertingkat rendah belum banyak dilakukan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan Layanan Usaha Terpadu (PLUT) Kabupaten Sleman yang merupakan bangunan bertingkat rendah dengan pekerjaan pondasi menggunakan sistem *bored pile*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis tingkat risiko, menentukan respon risiko, serta menyusun rekomendasi pengendalian risiko menggunakan metode HIRADC sebagai upaya mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada proyek bangunan bertingkat rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang masalah diatas, disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja risiko yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada pelaksanaan pekerjaan pondasi bored pile di Gedung bertingkat rendah ?
2. Bagaimana tingkat risiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada pelaksanaan pekerjaan pondasi bored pile di Gedung bertingkat rendah?
3. Bagaimana upaya yang efektif untuk memitigasi kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile di lokasi penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko yang dapat menimbulkan kecelakaan pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah.
2. Mengetahui tingkat risiko kecelakaan yang mungkin terjadi pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah.
3. Mengetahui upaya yang dilakukan untuk mengurangi tingkat risiko kecelakaan pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini dimaksudkan agar penelitian tepat sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan penelitian untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini adalah jenis penelitian yang menggunakan metode deskriptif kualitatif.
2. Penelitian dilakukan pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah, dikhususkan proyek dengan skala kecil.
3. Pengumpulan data dilakukan dengan *interview* atau wawancara untuk mendapatkan informasi tentang tingkat risiko pada proyek terkait.

4. Wawancara dilakukan pada penanggung jawab proyek dengan minimal pengalaman 5 tahun pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah.
5. Penelitian ini di fokuskan pada pekerjaan pondasi bored pile.
6. Lokasi penelitian terbatas pada proyek pembangunan Gedung PLUT di Kecamatan Minggir, Sleman

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pentingnya keselamatan kerja untuk diterapkan dalam proyek konstruksi, termasuk dalam proyek dengan skala kecil.
2. Menambah pengetahuan bagi akademisi dan praktisi tentang tingkat risiko kecelakaan kerja pada proyek konstruksi
3. Memberikan informasi tentang tingkat risiko kecelakaan kerja yang mungkin dapat terjadi di proyek konstruksi sehingga dapat dipergunakan oleh pelaku jasa konstruksi untuk dapat mengantisipasi risiko kecelakaan kerja di lapangan.
4. Menambah pengetahuan dan wawasan kepada penulis dan sebagai implementasi teori yang di dapat dalam perkuliahan serta untuk mengetahui kondisi kerja di lapangan.
5. Bagi penyedia jasa : memberikan panduan praktis atau *Job Safety Analysis* (JSA) yang spesifik untuk pekerjaan pondasi pada proyek skala kecil.
6. Bagi Akademisi : Mengisi celah penelitian (*research gap*) mengenai penerapan SMKK pada pekerjaan spesifik di bangunan bertingkat rendah yang seringkali luput dari pengawasan ketat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar penyusunan kerangka berpikir penelitian. Kajian pustaka bertujuan mengidentifikasi perkembangan penelitian mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3), penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), analisis risiko, serta penelitian yang berkaitan dengan pekerjaan pondasi bored pile.

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memiliki peran penting dalam memberikan gambaran mengenai metode yang telah digunakan, objek penelitian yang dikaji, serta hasil-hasil penelitian yang telah diperoleh. Selain itu, kajian pustaka juga berfungsi sebagai dasar dalam menentukan posisi penelitian sehingga dapat diketahui kontribusi ilmiah yang diberikan dibandingkan penelitian sebelumnya.

Sebagian besar penelitian mengenai keselamatan kerja di sektor konstruksi menunjukkan bahwa risiko kecelakaan masih menjadi salah satu penyebab utama keterlambatan proyek, meningkatnya biaya konstruksi, serta menurunnya produktivitas tenaga kerja. Oleh karena itu, penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) yang didukung oleh proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko menjadi bagian penting dalam meningkatkan kinerja keselamatan proyek konstruksi.

Berikut ini disajikan beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian mengenai analisis pencegahan kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile sebagai berikut :

1. Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC (Prananta , Sukwika , 2022)
penelitian ini bertujuan menentukan tingkat risiko berdasarkan parameter likelihood dan severity menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) sebagai dasar penyusunan rekomendasi pengendalian risiko. Penelitian menggunakan pendekatan

deskriptif kualitatif dengan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja, penyebaran kuesioner, dan identifikasi bahaya pada setiap jenis pekerjaan di PT. Wardani Srikandi Karya. Responden penelitian berjumlah 25 orang yang dipilih menggunakan sampling jenuh, yaitu seluruh karyawan dijadikan responden. Risiko dinilai berdasarkan tingkat kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity), kemudian dikelompokkan ke dalam kategori low, moderate, high, dan extreme risk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 81 potensi risiko bahaya yang tersebar pada aktivitas rutin maupun nonrutin perusahaan freight forwarder. Distribusi tingkat risiko terdiri atas 42% risiko rendah (low risk), 54% risiko sedang (moderate risk), dan 4% risiko tinggi (high risk), sedangkan risiko ekstrem (extreme risk) tidak ditemukan. Dengan demikian, tingkat risiko pada perusahaan didominasi oleh kategori risiko sedang. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, peneliti merekomendasikan penerapan pengendalian risiko secara berkala melalui hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja.

Penelitian Pranata dan Sukwika (2022) berhasil menunjukkan bahwa metode HIRADC efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan menentukan prioritas pengendalian risiko pada aktivitas operasional perusahaan freight forwarder. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sebagian besar risiko berada pada kategori sedang, sehingga diperlukan penerapan pengendalian secara berkelanjutan melalui hierarki pengendalian risiko. Namun, penelitian tersebut dilakukan pada sektor jasa transportasi dan logistik, sehingga karakteristik bahaya yang dianalisis berbeda dengan sektor konstruksi, khususnya pekerjaan pondasi bored pile. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada proyek konstruksi gedung bertingkat rendah, dengan objek pekerjaan pondasi bored pile yang memiliki karakteristik risiko seperti penggunaan alat berat, lubang bor, pekerjaan pembesian, dan pengecoran. Oleh karena itu, hasil

penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih spesifik terhadap aktivitas pekerjaan pondasi sesuai kondisi lapangan proyek konstruksi.

2. Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC (Hazard Identification di Area Plant–Warehouse (Ameiliawati, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Ameiliawati (2022) bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan tindakan pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada area Plant–Warehouse menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja serta meningkatkan efektivitas penerapan sistem keselamatan kerja di lingkungan industri. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja, wawancara dengan pekerja dan pihak manajemen, serta studi dokumentasi mengenai prosedur operasional di area Plant–Warehouse. Selanjutnya dilakukan proses identifikasi bahaya pada setiap aktivitas kerja, kemudian dilakukan penilaian risiko berdasarkan tingkat kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity). Hasil penilaian risiko dikelompokkan ke dalam kategori tingkat risiko untuk menentukan prioritas pengendalian sesuai hierarki pengendalian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode HIRADC mampu mengidentifikasi berbagai potensi bahaya pada area Plant–Warehouse, seperti risiko pekerja tertabrak alat angkut material, terjepit peralatan, tertimpa barang, terpeleset akibat lantai licin, serta paparan kebisingan dan debu. Berdasarkan hasil penilaian risiko, sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang (medium risk), sedangkan beberapa aktivitas memiliki tingkat risiko tinggi (high risk) sehingga memerlukan tindakan pengendalian secara segera. Penelitian Ameiliawati (2022) menunjukkan bahwa metode HIRADC merupakan pendekatan yang efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan menentukan prioritas pengendalian

risiko pada lingkungan industri, khususnya di area Plant–Warehouse. Penelitian tersebut berhasil memberikan rekomendasi pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko sehingga dapat meningkatkan efektivitas penerapan keselamatan kerja. Namun demikian, penelitian tersebut dilakukan pada sektor industri pergudangan, sehingga karakteristik bahaya yang dihadapi berbeda dengan pekerjaan konstruksi. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada pekerjaan pondasi bored pile yang memiliki karakteristik risiko lebih kompleks, seperti penggunaan alat berat, pekerjaan pengeboran, pembesian, dan pengecoran beton. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih spesifik sesuai kondisi pekerjaan konstruksi.

3. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Pada Proyek Renovasi Gedung Kelas Internasional Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin (Badaruddin , A Nabi , Thisnawathy , Farid, Zaid ; 2023)

Penelitian yang dilakukan oleh Badaruddin, dkk. bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada Proyek Renovasi Gedung Kelas Internasional Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin serta menganalisis tingkat kecelakaan konstruksi yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi sejauh mana penerapan SMKK telah sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 sebagai pedoman pelaksanaan keselamatan konstruksi di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif (mixed methods). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, pemeriksaan dokumen penerapan SMKK, serta instrumen penilaian yang mengacu pada indikator dalam Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Analisis data dilakukan untuk mengetahui tingkat penerapan SMKK oleh kontraktor, kemudian dievaluasi menggunakan indikator Frequency Rate (FR), Severity Rate (SR), Average Time Lost Rate (ATLR), dan Safe-T Score sebagai ukuran kinerja keselamatan kerja pada proyek konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan

Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi pada proyek renovasi belum sepenuhnya terlaksana secara optimal. Berdasarkan hasil evaluasi dokumen, tingkat penerapan SMKK hanya mencapai 36,67%, sehingga dikategorikan kurang baik. Namun, hasil observasi langsung di lapangan menunjukkan tingkat penerapan sebesar 65%, yang termasuk kategori cukup baik. Selama periode pengamatan selama delapan bulan, diperoleh Frequency Rate (FR) sebesar 7 kecelakaan per satu juta jam kerja, Severity Rate (SR) sebesar 2 hari hilang kerja per satu juta jam kerja, serta Average Time Lost Rate (ATLR) sebesar 28 jam hilang kerja per satu juta jam kerja. Persentase kecelakaan kerja yang terjadi sebesar 0,73%, sehingga tingkat kecelakaan pada proyek tersebut tergolong relatif rendah. Meskipun demikian, penelitian menyimpulkan bahwa implementasi SMKK masih memerlukan peningkatan agar seluruh ketentuan dalam Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 dapat diterapkan secara konsisten dan efektif.

Penelitian Badaruddin, dkk. memberikan kontribusi dalam mengevaluasi implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) berdasarkan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 melalui penilaian dokumen, observasi lapangan, dan indikator kinerja keselamatan kerja. Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan kerja relatif rendah meskipun implementasi SMKK belum sepenuhnya optimal. Namun, penelitian tersebut lebih berfokus pada evaluasi penerapan sistem manajemen keselamatan secara umum dan belum melakukan identifikasi serta penilaian risiko pada setiap aktivitas pekerjaan konstruksi. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus menganalisis potensi bahaya dan tingkat risiko pada pekerjaan pondasi bored pile menggunakan parameter Likelihood dan Severity, sehingga menghasilkan prioritas risiko serta rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik sesuai karakteristik pekerjaan pondasi. Hal tersebut menjadi nilai tambah penelitian ini dalam mendukung upaya pencegahan kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile.

4. Analisis JSA dan IBPRP Berdasarkan Permen PUPR No. 21 Tahun 2019 (Studi

Kasus : Pekerjaan Struktur Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung Layanan Pembelajaran Fakultas ISIP Universitas Jenderal Soedirman) (Setiabudi , Bhaskara 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh Setiabudi dan Bhaskara (2022) bertujuan untuk menganalisis potensi bahaya pada pekerjaan struktur balok menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA) serta menyusun dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Peluang (IBPRP) berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2019 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Penelitian ini juga bertujuan menghasilkan rancangan IBPRP yang dapat digunakan sebagai pedoman penerapan keselamatan kerja pada pekerjaan struktur balok. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode Job Safety Analysis (JSA) dan Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Peluang (IBPRP). Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan struktur balok menggunakan metode JSA, kemudian disusun dokumen IBPRP sesuai ketentuan Permen PUPR Nomor 21 Tahun 2019. Selanjutnya dilakukan validasi melalui Forum Group Discussion (FGD) bersama pihak proyek untuk memastikan kesesuaian identifikasi bahaya. Setelah proses validasi, dilakukan penilaian risiko berdasarkan parameter kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity) menggunakan matriks risiko yang ditetapkan dalam pedoman SMKK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dokumen JSA dan IBPRP yang disusun telah sesuai dengan ketentuan Permen PUPR Nomor 21 Tahun 2019 dan dinyatakan layak diterapkan berdasarkan hasil validasi bersama pihak proyek. Dari 24 tahapan pekerjaan struktur balok yang dianalisis, diperoleh lima kategori tingkat risiko, yaitu risiko ekstrem sebesar 4%, risiko tinggi sebesar 8%, risiko sedang sebesar 67%, risiko rendah sebesar 21%, dan tidak ditemukan risiko nol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa risiko sedang merupakan kategori yang paling dominan, sehingga diperlukan pengendalian risiko secara konsisten melalui penerapan prosedur kerja, pengawasan, serta penggunaan alat pelindung diri untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Penelitian Setiabudi dan Bhaskara (2022) memberikan kontribusi dalam

penerapan Job Safety Analysis (JSA) dan IBPRP sebagai instrumen identifikasi bahaya dan penilaian risiko sesuai Permen PUPR Nomor 21 Tahun 2019. Penelitian ini berhasil menyusun dokumen IBPRP yang tervalidasi dan menggambarkan distribusi tingkat risiko pada pekerjaan struktur balok, dengan dominasi risiko sedang. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada pekerjaan struktur balok, sehingga karakteristik bahaya yang dianalisis berbeda dengan pekerjaan pondasi bored pile yang melibatkan aktivitas pengeboran, penggunaan alat berat, pembesian, dan pengecoran. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus menganalisis risiko pada pekerjaan pondasi bored pile menggunakan parameter Likelihood dan Severity, kemudian menentukan strategi pengendalian risiko berdasarkan tingkat risiko yang diperoleh. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik sesuai karakteristik pekerjaan pondasi dan mendukung penerapan SMKK pada proyek gedung bertingkat rendah

5. Pengaruh Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) terhadap Pengendalian Risiko Pekerjaan Struktur Atas Jembatan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cinere–Jagorawi Seksi 3). (Fitriani, A., Dradjad, K., & Saputra, J. 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani, Dradjad, dan Saputra (2022) bertujuan untuk menganalisis tingkat penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada pekerjaan struktur atas jembatan serta menganalisis pengaruh penerapan elemen-elemen SMKK terhadap pengendalian risiko pada proyek pembangunan Jalan Tol Cinere–Jagorawi Seksi 3. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi elemen SMKK yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap efektivitas pengendalian risiko pekerjaan struktur atas jembatan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumen, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada personel proyek. Analisis dilakukan dalam dua tahap, yaitu: (1) Analisis tingkat penerapan SMKK, menggunakan *checklist* kesesuaian terhadap elemen-elemen SMKK berdasarkan Permen PUPR Nomor

10 Tahun 2021. (2) Analisis statistik inferensial menggunakan aplikasi IBM SPSS, meliputi uji validitas, uji reliabilitas, uji asumsi klasik, serta analisis regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh masing-masing elemen SMKK terhadap pengendalian risiko pekerjaan struktur atas jembatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penerapan SMKK pada Proyek Jalan Tol Cinere–Jagorawi Seksi 3 mencapai rata-rata 92%, sehingga termasuk dalam kategori memuaskan. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa tiga dari lima elemen SMKK berpengaruh secara signifikan terhadap pengendalian risiko, sedangkan secara simultan seluruh elemen SMKK juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengendalian risiko pekerjaan struktur atas jembatan. Selain itu, hasil proyeksi regresi menunjukkan bahwa elemen Perencanaan Keselamatan Konstruksi dan Operasi Keselamatan Konstruksi memiliki pengaruh yang relatif lebih rendah dibandingkan elemen SMKK lainnya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kedua elemen tersebut memiliki potensi lebih besar sebagai sumber munculnya risiko apabila tidak diterapkan secara optimal. Oleh karena itu, peningkatan kualitas perencanaan dan pelaksanaan operasi keselamatan konstruksi menjadi aspek yang perlu diprioritaskan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian risiko pada pekerjaan struktur atas jembatan. Penelitian Fitriani, dkk. (2022) memberikan kontribusi penting dalam menjelaskan hubungan antara penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dengan efektivitas pengendalian risiko melalui pendekatan statistik menggunakan analisis regresi. Penelitian ini membuktikan bahwa implementasi SMKK yang baik berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan pengendalian risiko pada pekerjaan struktur atas jembatan. Namun, penelitian tersebut berfokus pada pengaruh penerapan elemen SMKK dan belum melakukan identifikasi bahaya serta penilaian risiko pada setiap aktivitas pekerjaan konstruksi. Selain itu, objek penelitian berupa pekerjaan struktur atas jembatan memiliki karakteristik risiko yang berbeda dengan pekerjaan pondasi bored pile. Oleh karena itu, penelitian ini melengkapi penelitian sebelumnya dengan melakukan identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko berdasarkan parameter Likelihood dan Severity, serta penyusunan

strategi pengendalian risiko yang lebih spesifik sesuai karakteristik pekerjaan pondasi bored pile pada proyek gedung bertingkat rendah.

6. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) pada Pekerjaan Borepile Proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. (Wardana, M. A., dkk. 2025)

Penelitian yang dilakukan oleh Wardana, dkk. (2025) bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko kecelakaan kerja, serta menentukan tindakan pengendalian risiko pada pekerjaan borepile menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap tahapan pekerjaan borepile sehingga dapat ditetapkan langkah pengendalian yang tepat guna meminimalkan kecelakaan kerja selama pelaksanaan proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel proyek, serta studi dokumentasi terhadap proses pekerjaan borepile. Selanjutnya dilakukan identifikasi bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan, kemudian penilaian risiko berdasarkan parameter kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity) menggunakan matriks risiko. Berdasarkan hasil penilaian tersebut disusun rekomendasi pengendalian risiko sesuai hierarki pengendalian, meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pekerjaan borepile ditemukan berbagai potensi bahaya, antara lain pekerja tertimpa material, terjepit alat berat, terjatuh ke lubang bor, tertabrak alat berat, terpeleset, serta paparan debu dan kebisingan. Berdasarkan hasil analisis HIRADC, sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang (medium risk), sedangkan beberapa aktivitas memiliki tingkat risiko tinggi (high risk) yang memerlukan pengendalian segera. Penelitian menyimpulkan bahwa penerapan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko, seperti penyusunan prosedur kerja yang aman, peningkatan pengawasan,

pelaksanaan *toolbox meeting*, serta penggunaan APD yang sesuai, mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan borepile. Penelitian Wardana, dkk. (2025) memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan penelitian ini karena sama-sama membahas analisis risiko pada pekerjaan borepile menggunakan metode HIRADC. Penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi berbagai potensi bahaya serta menentukan prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko. Namun, penelitian tersebut menggunakan metode HIRADC secara penuh sebagai kerangka analisis risiko, sedangkan penelitian ini menggunakan pendekatan Likelihood dan Severity untuk menentukan tingkat risiko serta mengelompokkan strategi pengendalian ke dalam kategori acceptance, mitigation, transfer, dan avoidance. Selain itu, objek penelitian Wardana, dkk. adalah proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, sedangkan penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman. Perbedaan karakteristik proyek tersebut menyebabkan jenis aktivitas, potensi bahaya, dan strategi pengendalian risiko yang dihasilkan juga berbeda, sehingga penelitian ini memberikan kontribusi yang lebih spesifik terhadap penerapan keselamatan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile di proyek gedung.

7. Penerapan Keselamatan Konstruksi dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) pada Pekerjaan Bored Pile Proyek Tol Solo–Yogyakarta Seksi 2 Paket 2.2B. (Aprianto . 2026)

Penelitian yang dilakukan oleh Aprianto (2026) bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko kecelakaan kerja, serta merumuskan upaya pengendalian risiko pada setiap tahapan pekerjaan bored pile menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). Penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) sehingga hasilnya diharapkan dapat menjadi pedoman dalam meningkatkan keselamatan kerja pada proyek konstruksi jalan tol. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control). Data

diperoleh melalui studi literatur, telaah dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK), observasi langsung di lapangan, serta verifikasi hasil identifikasi bahaya oleh personel Health, Safety, and Environment (HSE). Tahapan analisis meliputi identifikasi potensi bahaya pada seluruh aktivitas pekerjaan bored pile, penilaian tingkat risiko berdasarkan parameter Likelihood dan Severity, kemudian penyusunan tindakan pengendalian sesuai hierarki pengendalian risiko, yaitu rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan bored pile terdiri atas beberapa tahapan utama, yaitu persiapan, pengeboran, pemasangan tulangan spiral, pengecoran, dan pekerjaan finishing, yang masing-masing memiliki potensi bahaya berbeda. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tingkat risiko awal didominasi oleh kategori risiko sedang sebesar 92,95%, diikuti risiko kecil sebesar 4,22% dan risiko berat sebesar 2,81%. Setelah diterapkan pengendalian berdasarkan metode HIRADC, terjadi penurunan tingkat risiko secara signifikan, yaitu risiko kecil meningkat menjadi 95,77%, risiko sedang menurun menjadi 4,22%, dan risiko berat berhasil dieliminasi hingga 0%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan pengendalian sesuai hierarki pengendalian mampu meningkatkan tingkat keselamatan kerja pada pekerjaan bored pile secara efektif. Penelitian Aprianto (2026) memiliki kesamaan yang sangat kuat dengan penelitian ini karena sama-sama membahas keselamatan kerja pada pekerjaan bored pile dan menggunakan metode HIRADC sebagai alat analisis risiko. Penelitian tersebut berhasil membuktikan bahwa penerapan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian mampu menurunkan tingkat risiko secara signifikan, bahkan menghilangkan kategori risiko berat. Namun, penelitian tersebut menggunakan HIRADC secara menyeluruh sebagai metode utama analisis risiko. Sementara itu, penelitian ini menggunakan pendekatan Likelihood dan Severity untuk menentukan tingkat risiko, kemudian mengelompokkan strategi pengendalian ke dalam kategori acceptance, mitigation, transfer, dan avoidance. Selain itu, objek penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman, sehingga karakteristik pekerjaan, lingkungan proyek, dan potensi

bahaya berbeda dengan proyek jalan tol. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa rekomendasi pengendalian risiko yang lebih spesifik untuk pekerjaan pondasi bored pile pada proyek gedung bertingkat rendah.

8. Perbandingan IBPRP dan HIRARC pada Proyek Jalan Tol Elevated. (Ferdinand, W. R., & Martina, N. 2024)

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdinand dan Martina (2024) bertujuan untuk membandingkan hasil analisis risiko menggunakan metode Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Peluang (IBPRP) berdasarkan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) pada pekerjaan yang sama di proyek jalan tol elevated. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan nilai risiko yang dihasilkan oleh kedua metode serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif komparatif. Analisis dilakukan dengan menerapkan dua metode penilaian risiko, yaitu IBPRP sesuai Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 dan HIRARC yang digunakan sebagai sistem internal kontraktor, pada aktivitas pekerjaan yang sama di proyek jalan tol elevated. Selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap nilai risiko yang dihasilkan oleh masing-masing metode berdasarkan parameter kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*), serta dianalisis perbedaan skala penilaian yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai risiko antara metode IBPRP dan HIRARC meskipun keduanya diterapkan pada aktivitas pekerjaan yang sama. Metode HIRARC menghasilkan tingkat risiko yang lebih tinggi dibandingkan metode IBPRP. Perbedaan tersebut terutama disebabkan oleh perbedaan definisi dan skala penilaian pada parameter tingkat keparahan (*severity*), walaupun kedua metode sama-sama menggunakan lima tingkat penilaian. Penelitian menyimpulkan bahwa pemilihan metode analisis risiko dapat memengaruhi hasil penilaian dan prioritas pengendalian risiko, sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan ketentuan regulasi dan kebutuhan organisasi. Penelitian Ferdinand dan Martina (2024) memberikan kontribusi

penting dalam membandingkan dua metode analisis risiko yang banyak digunakan pada proyek konstruksi, yaitu IBPRP sebagai metode yang diatur dalam Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 dan HIRARC yang umum digunakan oleh kontraktor. Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan skala penilaian, khususnya pada aspek severity, dapat menghasilkan tingkat risiko yang berbeda meskipun objek pekerjaan yang dianalisis sama. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada perbandingan metode penilaian risiko dan tidak melakukan analisis mendalam terhadap karakteristik bahaya pada jenis pekerjaan konstruksi tertentu. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko pada pekerjaan pondasi bored pile, kemudian menyusun strategi pengendalian risiko berdasarkan hasil penilaian Likelihood dan Severity. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya membandingkan metode, tetapi juga menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih aplikatif sesuai kondisi pekerjaan pondasi bored pile pada proyek gedung.

9. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Pekerjaan Bored Pile pada Proyek Fasilitas Perkeretaapian. (Hapsari, K., & Wiriyanto, T. 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh Hapsari dan Wiriyanto (2022) bertujuan untuk mengevaluasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada pekerjaan bored pile di proyek pembangunan fasilitas perkeretaapian, mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat implementasi SMKK, serta menilai tingkat risiko pada setiap tahapan pekerjaan bored pile berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas penerapan SMKK dalam mendukung pencapaian zero accident pada proyek konstruksi perkeretaapian. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada 23 responden yang terlibat dalam proyek. Observasi digunakan untuk mengevaluasi penerapan SMKK secara langsung, sedangkan wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi yang belum diperoleh melalui observasi. Data kuesioner dianalisis

untuk mengidentifikasi faktor utama yang menghambat penerapan SMKK. Selanjutnya dilakukan penilaian terhadap lima elemen SMKK berdasarkan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021, serta analisis tingkat risiko pada setiap tahapan pekerjaan bored pile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan SMKK pada pekerjaan bored pile memperoleh nilai sebesar 87%, sehingga termasuk dalam kategori memuaskan. Meskipun demikian, masih terdapat dua elemen SMKK yang belum memenuhi ketentuan, yaitu kepemimpinan dan partisipasi pekerja dalam keselamatan kerja, serta dukungan keselamatan konstruksi. Penelitian juga menemukan bahwa keterbatasan anggaran keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan faktor utama yang menghambat implementasi SMKK di lapangan. Selain itu, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa tahapan pekerjaan bored pile secara umum berada pada kategori risiko sedang (medium risk), sehingga pekerjaan masih dapat dilaksanakan dengan menerapkan pengendalian keselamatan secara konsisten. Penelitian Hapsari dan Wiriyanto (2022) memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan penelitian ini karena sama-sama membahas penerapan SMKK pada pekerjaan bored pile. Penelitian tersebut memberikan gambaran mengenai tingkat implementasi SMKK, faktor-faktor penghambat penerapan, serta tingkat risiko pekerjaan berdasarkan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Namun, fokus utama penelitian tersebut adalah evaluasi implementasi SMKK dan identifikasi faktor penghambat, sedangkan analisis risiko yang dilakukan masih bersifat umum. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini lebih menitikberatkan pada identifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan bored pile, penilaian tingkat risiko menggunakan parameter *Likelihood* dan *Severity*, serta penentuan strategi pengendalian risiko dalam bentuk *acceptance*, *mitigation*, *transfer*, dan *avoidance*. Dengan demikian, penelitian ini memberikan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik dan aplikatif untuk mendukung pencegahan kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman.

10. Perencanaan Keselamatan Konstruksi pada Pekerjaan Bored Pile Menggunakan Metode Construction Safety Analysis (CSA) (Studi Kasus: Pekerjaan Bored

Pile Portal P5 Elevated 1 Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi 1 Paket 1). (Shodik, A. 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Shodik (2025) bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis risiko kecelakaan kerja, serta menyusun rencana pengendalian keselamatan konstruksi pada pekerjaan bored pile menggunakan metode Construction Safety Analysis (CSA). Penelitian ini juga bertujuan menghasilkan dokumen perencanaan keselamatan konstruksi yang mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021 sehingga dapat digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan pekerjaan bored pile pada proyek jalan tol. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode Construction Safety Analysis (CSA). Tahapan penelitian diawali dengan menyusun Work Breakdown Structure (WBS) untuk memetakan seluruh aktivitas pekerjaan bored pile. Selanjutnya dilakukan identifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel K3, dan dokumentasi proyek. Analisis pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian risiko, meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), sesuai dengan ketentuan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 20 tahapan aktivitas pekerjaan bored pile yang berhasil diidentifikasi menggunakan Work Breakdown Structure (WBS). Dari seluruh aktivitas tersebut ditemukan 21 potensi bahaya dan 63 potensi risiko, dengan potensi risiko terbesar berasal dari aspek peralatan, yaitu sebanyak 29 potensi risiko. Berdasarkan hasil analisis CSA, disusun 48 tindakan pengendalian risiko, yang terdiri atas 27 pengendalian administratif, 14 rekayasa teknik (*engineering control*), dan 7 penggunaan APD/APK. Penelitian juga menyimpulkan bahwa pengendalian eliminasi dan substitusi tidak dapat diterapkan karena pekerjaan sedang berlangsung, sehingga pengendalian lebih difokuskan pada tindakan administratif, rekayasa teknik, dan penggunaan APD untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan bored pile. Penelitian Shodik (2025) memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan penelitian ini karena sama-sama

membahas keselamatan kerja pada pekerjaan bored pile. Kontribusi utama penelitian tersebut adalah penyusunan Construction Safety Analysis (CSA) yang sistematis melalui pendekatan Work Breakdown Structure (WBS) sehingga setiap tahapan pekerjaan dapat diidentifikasi potensi bahaya dan tindakan pengendaliannya. Namun, penelitian tersebut berfokus pada penyusunan dokumen perencanaan keselamatan konstruksi, sehingga hasil utamanya berupa daftar potensi bahaya dan tindakan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian. Sementara itu, penelitian ini lebih menitikberatkan pada penilaian tingkat risiko menggunakan parameter *Likelihood* dan *Severity* serta penentuan strategi pengendalian risiko dalam bentuk *acceptance*, *mitigation*, *transfer*, dan *avoidance*. Selain itu, objek penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman, sehingga karakteristik pekerjaan, lingkungan proyek, dan prioritas pengendalian risikonya berbeda dengan proyek jalan tol. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik terhadap pekerjaan pondasi bored pile pada proyek gedung.

Perbedaan Penelitian yang Dilakukan dengan penelitian terdahulu

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian dengan Penelitian ini
1	Pranata & Sukwika (2022)	Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC	HIRADC	Ditemukan 81 potensi bahaya dengan dominasi risiko sedang (54%). Pengendalian dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian.	Objek penelitian pada perusahaan freight forwarder, sedangkan penelitian ini pada pekerjaan bored pile proyek gedung.
2	Ameiliawati (2022)	Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC di Area Plant–Warehouse	HIRADC	HIRADC mampu mengidentifikasi bahaya dan menentukan prioritas pengendalian risiko di area Plant–Warehouse.	Objek penelitian pada sektor industri, sedangkan penelitian ini pada pekerjaan pondasi bored pile.
3	Badaruddin, dkk. (2024)	Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi pada Proyek Renovasi Gedung Kelas Internasional Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin	Mixed Methods	Tingkat penerapan SMKK sebesar 36,67% berdasarkan dokumen dan 65% berdasarkan observasi lapangan.	Fokus pada evaluasi implementasi SMKK, sedangkan penelitian ini menganalisis risiko tiap aktivitas bored pile.

NO	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian dengan Penelitian ini
4	Setiabudi & Bhaskara (2022)	Analisis JSA dan IBPRP Berdasarkan Permen PUPR No.21 Tahun 2019	JSA dan IBPRP	Risiko didominasi kategori sedang (67%) serta menghasilkan dokumen IBPRP yang tervalidasi.	Objek penelitian pada pekerjaan struktur balok, sedangkan penelitian ini pada pekerjaan bored pile.
5	Fitriani, dkk. (2022)	Pengaruh Penerapan SMKKB terhadap Pengendalian Risiko Pekerjaan Struktur Atas Jembatan	Regresi Linear (SPSS)	Penerapan SMKKB berpengaruh signifikan terhadap pengendalian risiko pekerjaan jembatan.	Fokus pada hubungan SMKKB dengan risiko, bukan identifikasi risiko pekerjaan bored pile.
6	Wardana, dkk. (2025)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRADC pada Pekerjaan Borepile Proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen	HIRADC	Sebagian besar risiko berada pada kategori sedang, beberapa aktivitas memiliki risiko tinggi yang memerlukan pengendalian segera..	Objek penelitian pada proyek jalan tol, sedangkan penelitian ini pada proyek gedung PLUT Kabupaten Sleman.
7	Aprianto (2026)	Penerapan Keselamatan Konstruksi dengan Metode HIRADC pada Pekerjaan Bored Pile Proyek Tol Solo–Yogyakarta	HIRADC	Setelah pengendalian, risiko berat turun menjadi 0% dan risiko kecil meningkat menjadi 95,77%.	Menggunakan HIRADC penuh pada proyek jalan tol, sedangkan penelitian ini menggunakan analisis Likelihood–Severity pada proyek gedung.
8	Ferdinand & Martina (2024)	Perbandingan IBPRP dan HIRARC pada Proyek Jalan Tol Elevated	Komparatif	HIRARC menghasilkan nilai risiko lebih tinggi dibandingkan IBPRP karena perbedaan skala severity	Membandingkan metode, sedangkan penelitian ini berfokus pada identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pekerjaan bored pile.

NO	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian dengan Penelitian ini
9	Hapsari & Wiriyanto (2022)	Application of Safety Management System Bored Pile Projects Railway Facilities	Deskriptif	Tingkat penerapan SMKK mencapai 87% (kategori memuaskan), namun masih terdapat kendala pada aspek kepemimpinan dan dukungan K3.	Fokus pada evaluasi SMKK, sedangkan penelitian ini melakukan analisis risiko tiap tahapan pekerjaan bored pile.
10	Shodik (2025)	Perencanaan Keselamatan Konstruksi pada Pekerjaan Bored Pile menggunakan Metode CSA	Construction Safety Analysis (CSA)	Ditemukan 21 potensi bahaya dan 63 potensi risiko dengan 48 rekomendasi pengendalian	Menggunakan CSA, sedangkan penelitian ini menggunakan analisis Likelihood–Severity untuk menentukan prioritas risiko.
11	Pratama, & Setiono, & Setyawan (2025)	Analisis Pengendalian Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Pembangunan Eka Hospital MT Haryono Jakarta	HIRADC	Berhasil mengidentifikasi risiko pada pekerjaan bored pile dan pile cap serta menyusun rekomendasi pengendalian.	Objek penelitian pada proyek rumah sakit, sedangkan penelitian ini pada Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman.

2.2 Sintesis Penelitian Terdahulu dan Research Gap

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) serta metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menyusun pengendalian risiko pada berbagai proyek konstruksi maupun sektor industri. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem manajemen keselamatan yang baik mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan.

Penelitian Badaruddin dkk. (2024), Fitriani dkk. (2022), serta Hapsari dan Wiriyanto (2022) lebih menitikberatkan pada evaluasi implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa penerapan SMKK berpengaruh positif terhadap peningkatan kinerja keselamatan proyek. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut belum melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara rinci pada setiap tahapan pekerjaan pondasi bored pile.

Sementara itu, penelitian Pranata dan Sukwika (2022), Ameiliawati (2022), Wardana dkk. (2025), Aprianto (2026), serta Shodik (2025) menggunakan metode HIRADC maupun Construction Safety Analysis (CSA) untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan menentukan tindakan pengendalian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut efektif dalam mengidentifikasi bahaya dan menyusun pengendalian risiko sesuai hierarki pengendalian. Namun demikian, sebagian besar penelitian dilakukan pada sektor industri, gudang, jalan tol, maupun proyek infrastruktur, sehingga karakteristik risiko yang dihadapi berbeda dengan pekerjaan pondasi bored pile pada proyek gedung.

Penelitian Ferdinand dan Martina (2024) membandingkan metode IBPRP dan HIRARC dalam penilaian risiko pada proyek jalan tol elevated. Penelitian tersebut membuktikan bahwa perbedaan metode penilaian dapat menghasilkan tingkat risiko yang berbeda, terutama akibat perbedaan skala penilaian likelihood dan severity. Namun, penelitian tersebut tidak membahas secara mendalam

karakteristik bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan bored pile maupun penyusunan strategi pengendalian yang spesifik.

Berdasarkan hasil sintesis tersebut, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*). Pertama, sebagian besar penelitian berfokus pada evaluasi implementasi SMKK atau penerapan metode HIRADC secara umum, sedangkan penelitian mengenai analisis risiko pada pekerjaan pondasi bored pile untuk proyek gedung masih relatif terbatas. Kedua, penelitian terdahulu umumnya dilaksanakan pada proyek jalan tol, jembatan, fasilitas perkeretaapian, maupun sektor industri, sehingga karakteristik pekerjaan dan potensi bahayanya berbeda dengan proyek pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman. Ketiga, sebagian besar penelitian menghasilkan rekomendasi pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko, namun belum mengelompokkan strategi pengendalian berdasarkan prioritas risiko yang diperoleh pada setiap tahapan pekerjaan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan pondasi bored pile, penilaian tingkat risiko menggunakan parameter **Likelihood** dan **Severity**, serta penyusunan rekomendasi strategi pengendalian risiko yang sesuai dengan karakteristik pekerjaan pondasi bored pile pada Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan penerapan keselamatan konstruksi sekaligus memperkaya kajian mengenai manajemen risiko pada pekerjaan pondasi bored pile.

2.3 Keaslian Penelitian yang Dilakukan

Penelitian mengenai penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dan analisis risiko menggunakan metode HIRADC telah banyak dilakukan pada berbagai jenis proyek konstruksi. Namun, berdasarkan hasil kajian pustaka, belum ditemukan penelitian yang secara khusus menganalisis risiko keselamatan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile di **Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman** dengan menggunakan pendekatan penilaian **Likelihood** dan **Severity** sebagai dasar penentuan prioritas risiko serta penyusunan strategi pengendalian risiko.

Keaslian penelitian ini terletak pada objek penelitian, pendekatan analisis, dan keluaran penelitian. Dari sisi objek, penelitian difokuskan pada pekerjaan pondasi bored pile pada proyek pembangunan gedung, yang memiliki karakteristik risiko berbeda dengan proyek jalan tol, jembatan, maupun fasilitas perkeretaapian yang banyak menjadi objek penelitian sebelumnya. Dari sisi pendekatan analisis, penelitian ini mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan, kemudian melakukan penilaian tingkat risiko menggunakan parameter **Likelihood** dan **Severity** sehingga diperoleh prioritas risiko yang memerlukan penanganan segera. Dari sisi keluaran, penelitian ini menghasilkan rekomendasi strategi pengendalian risiko yang disusun berdasarkan tingkat risiko pada setiap aktivitas pekerjaan, sehingga dapat menjadi acuan dalam meningkatkan efektivitas penerapan keselamatan konstruksi pada pekerjaan pondasi bored pile.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah berupa pengembangan kajian manajemen risiko pada pekerjaan pondasi bored pile, sekaligus memberikan kontribusi praktis sebagai masukan bagi kontraktor dalam meningkatkan penerapan keselamatan kerja dan menurunkan potensi kecelakaan kerja pada proyek pembangunan gedung.

BAB III

LANDASAN TEORI

Bab Landasan Teori ini berisi tentang teori-teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian. Landasan teori ini dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang dapat mengandung persamaan-persamaan matematik, rumusan-rumusan, diagram, bagan alir, dan sebagainya yang semua terhimpun dalam suatu metode untuk memecahkan masalah.

3.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu aspek fundamental dalam penyelenggaraan kegiatan konstruksi yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja, peralatan, material, lingkungan kerja, serta aset perusahaan dari potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Penerapan K3 tidak hanya berorientasi pada pemenuhan persyaratan peraturan perundang-undangan, tetapi juga menjadi bagian dari upaya meningkatkan produktivitas, kualitas pekerjaan, dan keberlanjutan proyek konstruksi.

Berdasarkan **ISO 45001:2018**, keselamatan dan kesehatan kerja merupakan serangkaian kebijakan, proses, dan praktik yang diterapkan oleh organisasi untuk menyediakan tempat kerja yang aman dan sehat melalui pencegahan cedera dan gangguan kesehatan akibat pekerjaan, serta pengendalian risiko yang berasal dari aktivitas kerja. Standar ini menekankan pentingnya pendekatan berbasis risiko (*risk-based thinking*) dalam mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menetapkan tindakan pengendalian secara berkelanjutan.

Pada sektor konstruksi, penerapan K3 memiliki tingkat urgensi yang lebih tinggi dibandingkan sektor lainnya karena karakteristik pekerjaan konstruksi yang bersifat dinamis, melibatkan banyak tenaga kerja, penggunaan alat berat, pekerjaan pada ketinggian, pekerjaan penggalian, serta aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi. Oleh karena itu, setiap tahapan pekerjaan konstruksi harus direncanakan dan dilaksanakan dengan mempertimbangkan aspek keselamatan sejak tahap perencanaan hingga

penyelesaian proyek.

Di Indonesia, penerapan keselamatan konstruksi diatur dalam **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)**. Peraturan tersebut menjelaskan bahwa keselamatan konstruksi merupakan segala kegiatan keteknikan untuk mendukung pekerjaan konstruksi dalam mewujudkan pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan yang menjamin keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, keselamatan publik, serta keselamatan lingkungan selama siklus penyelenggaraan konstruksi. Penerapan SMKK menjadi kewajiban bagi seluruh penyedia jasa konstruksi sebagai bagian dari upaya pencegahan kecelakaan kerja dan peningkatan kinerja keselamatan proyek.

Penerapan K3 pada proyek konstruksi dilaksanakan melalui penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) yang meliputi proses perencanaan, identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, pemantauan, evaluasi, dan peningkatan berkelanjutan. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap potensi bahaya dapat diidentifikasi sejak awal sehingga tindakan pengendalian dapat diterapkan secara efektif sebelum menimbulkan kecelakaan kerja.

Dalam penelitian ini, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja difokuskan pada pekerjaan pondasi **bored pile** yang merupakan salah satu pekerjaan berisiko tinggi dalam proyek konstruksi gedung. Aktivitas pengeboran, pemasangan tulangan, pengangkatan material, pengecoran beton, dan penggunaan alat berat memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan tindakan pengendalian melalui metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)** menjadi bagian penting dalam mendukung implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) serta mewujudkan sasaran **zero accident** pada proyek

pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman.

3.2 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan salah satu permasalahan utama dalam penyelenggaraan proyek konstruksi karena dapat menimbulkan kerugian terhadap tenaga kerja, perusahaan, masyarakat, maupun lingkungan. Industri konstruksi dikategorikan sebagai salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi karena melibatkan berbagai aktivitas berbahaya, seperti pekerjaan pada ketinggian, penggalian, pengangkatan material menggunakan alat berat, pekerjaan kelistrikan, serta pekerjaan fondasi yang memiliki potensi bahaya tinggi. Oleh karena itu, penerapan sistem keselamatan kerja yang efektif menjadi kebutuhan mendasar untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan menjamin keberlangsungan pelaksanaan proyek.

Menurut **International Labour Organization (ILO)**, kecelakaan kerja (*occupational accident*) adalah suatu kejadian yang timbul akibat atau selama pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan cedera, penyakit akibat kerja, kematian, atau kerusakan lainnya. Definisi tersebut menegaskan bahwa kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak direncanakan (*unplanned event*) dan tidak diinginkan (*undesired event*) yang dapat mengganggu aktivitas kerja serta menimbulkan kerugian bagi pekerja maupun organisasi (ILO, 2022).

Sejalan dengan itu, **ISO 45001:2018** menjelaskan bahwa kecelakaan kerja merupakan bagian dari suatu kejadian (*incident*) yang terjadi akibat adanya bahaya (*hazard*) yang tidak berhasil dikendalikan melalui sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam pendekatan ISO 45001, kecelakaan dipandang sebagai konsekuensi dari kegagalan organisasi dalam mengidentifikasi bahaya, melakukan penilaian risiko, dan menerapkan tindakan pengendalian secara efektif. Oleh karena itu, pendekatan berbasis risiko (*risk-based thinking*) menjadi prinsip utama dalam sistem manajemen keselamatan modern.

Dalam sektor konstruksi, kecelakaan kerja umumnya disebabkan oleh kombinasi antara **kondisi tidak aman (*unsafe condition*)** dan **tindakan tidak aman (*unsafe act*)**. Kondisi tidak aman meliputi kerusakan alat, kegagalan sistem pengamanan, lingkungan kerja yang tidak tertata, pencahayaan yang kurang memadai, maupun kondisi area kerja yang licin atau sempit. Sementara itu, tindakan tidak aman meliputi tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), mengabaikan prosedur kerja, mengoperasikan peralatan tanpa kompetensi yang memadai, serta kurangnya kepedulian terhadap aspek keselamatan kerja. Kedua faktor tersebut saling berinteraksi sehingga meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan apabila tidak dikendalikan melalui sistem manajemen keselamatan yang efektif.

Selain faktor manusia dan kondisi lingkungan kerja, kecelakaan kerja juga dapat dipengaruhi oleh lemahnya sistem manajemen keselamatan, kurangnya pengawasan, rendahnya komitmen organisasi, tidak tersedianya prosedur kerja yang memadai, serta kurangnya pelatihan keselamatan bagi pekerja. Oleh karena itu, pencegahan kecelakaan kerja tidak hanya menjadi tanggung jawab pekerja di lapangan, tetapi juga memerlukan keterlibatan manajemen dalam menyediakan sumber daya, kebijakan, serta budaya keselamatan yang mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.

Dampak kecelakaan kerja tidak hanya berupa cedera atau kematian pekerja, tetapi juga menimbulkan berbagai kerugian lain, seperti hilangnya jam kerja, meningkatnya biaya pengobatan dan kompensasi, kerusakan alat dan material, keterlambatan penyelesaian proyek, penurunan produktivitas, terganggunya reputasi perusahaan, hingga potensi sanksi hukum akibat ketidakpatuhan terhadap peraturan keselamatan kerja. Dalam proyek konstruksi, dampak tersebut dapat memengaruhi keberhasilan pelaksanaan proyek secara keseluruhan karena berkaitan dengan aspek biaya, mutu, waktu, dan keselamatan.

Pemerintah Indonesia melalui **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)** mewajibkan setiap

penyelenggara jasa konstruksi untuk menerapkan sistem manajemen keselamatan yang mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, pemantauan, serta evaluasi secara berkelanjutan. Penerapan SMKK bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja, melindungi tenaga kerja, menjaga keselamatan publik, serta menjamin keberlangsungan pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

3.2.1 Teori Domino (Domino Theory)

Teori Domino (*Domino Theory*) merupakan salah satu teori klasik yang paling berpengaruh dalam menjelaskan penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Teori ini pertama kali diperkenalkan oleh Herbert William Heinrich pada tahun 1931 melalui konsep bahwa kecelakaan kerja terjadi sebagai akibat dari rangkaian penyebab yang saling berkaitan, menyerupai deretan kartu domino. Apabila satu penyebab tidak dihilangkan atau dikendalikan, maka rangkaian kejadian akan terus berlanjut hingga menimbulkan kecelakaan dan kerugian.

Menurut Heinrich, terdapat lima faktor utama yang membentuk rangkaian terjadinya kecelakaan kerja, yaitu lingkungan sosial dan keturunan (*social environment and ancestry*), kesalahan individu (*fault of person*), tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman (*unsafe act and unsafe condition*), kecelakaan (*accident*), serta cedera atau kerugian (*injury/loss*). Kelima faktor tersebut membentuk hubungan sebab-akibat yang saling memengaruhi sehingga kegagalan pada satu faktor akan meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan kerja.

Pada teori ini, *unsafe act* dan *unsafe condition* dianggap sebagai penyebab langsung (*immediate causes*) terjadinya kecelakaan kerja. *Unsafe act* merupakan tindakan pekerja yang menyimpang dari prosedur keselamatan, seperti tidak menggunakan alat pelindung diri, mengoperasikan alat tanpa izin, atau mengabaikan prosedur kerja. Sementara itu, *unsafe condition* merupakan kondisi lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya, misalnya peralatan yang rusak, area kerja

yang licin, pencahayaan yang kurang memadai, atau tidak tersedianya sistem pengamanan.

Heinrich menjelaskan bahwa upaya pencegahan kecelakaan dapat dilakukan dengan menghilangkan salah satu "domino", terutama pada faktor tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman. Apabila faktor tersebut dapat dikendalikan melalui penerapan prosedur kerja, pengawasan, pelatihan, dan penggunaan alat pelindung diri, maka rangkaian kejadian menuju kecelakaan dapat dihentikan sehingga kecelakaan kerja dapat dicegah.

Dalam penelitian ini, teori Domino digunakan sebagai landasan konseptual untuk menjelaskan bahwa kecelakaan pada pekerjaan pondasi bored pile tidak terjadi secara tiba-tiba, tetapi merupakan hasil dari rangkaian penyebab yang saling berkaitan. Misalnya, pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri (*unsafe act*) atau kondisi area pengeboran yang tidak diberi pembatas (*unsafe condition*) dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan seperti terjatuh ke lubang bor, tertimpa material, atau terjepit alat berat. Oleh karena itu, identifikasi terhadap tindakan dan kondisi tidak aman menjadi bagian penting dalam metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC).

3.2.2 Loss Causation Model (Frank E. Bird)

Teori Loss Causation Model dikembangkan oleh Frank E. Bird Jr. pada tahun 1974 sebagai penyempurnaan dari Teori Domino Heinrich. Bird berpendapat bahwa kecelakaan kerja tidak hanya disebabkan oleh tindakan dan kondisi tidak aman, tetapi juga dipengaruhi oleh kelemahan sistem manajemen yang mengendalikan aktivitas pekerjaan. Dengan demikian, kecelakaan dipandang sebagai konsekuensi dari kegagalan organisasi dalam mengelola keselamatan kerja.

Model ini menjelaskan bahwa kecelakaan terjadi melalui lima tahapan yang saling berkaitan, yaitu kurangnya pengendalian (*lack of control*), penyebab dasar (*basic causes*), penyebab langsung (*immediate*

causes), insiden (*incident*), dan kerugian (*loss*).

Tahap pertama, *lack of control*, menunjukkan adanya kelemahan dalam sistem manajemen, seperti tidak tersedianya kebijakan keselamatan, kurangnya pengawasan, lemahnya pelatihan, atau tidak adanya evaluasi terhadap risiko pekerjaan. Kondisi ini kemudian memunculkan *basic causes*, yaitu faktor manusia (misalnya kurangnya kompetensi, kelelahan, atau motivasi) dan faktor pekerjaan (misalnya prosedur kerja yang tidak memadai atau kondisi peralatan yang tidak layak).

Selanjutnya, *basic causes* memicu terjadinya *immediate causes* berupa tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*). Apabila kedua faktor tersebut tidak dikendalikan, maka akan terjadi suatu insiden (*incident*) yang akhirnya mengakibatkan kerugian (*loss*), baik berupa cedera pekerja, kerusakan peralatan, keterlambatan proyek, maupun kerugian finansial.

Dalam konteks penelitian ini, **Loss Causation Model** memberikan pemahaman bahwa kecelakaan pada pekerjaan **bored pile** tidak hanya dipengaruhi oleh perilaku pekerja, tetapi juga oleh efektivitas sistem manajemen keselamatan konstruksi. Oleh karena itu, penerapan **SMKK** dan metode **HIRADC** menjadi instrumen penting untuk mengidentifikasi penyebab dasar, mengevaluasi tingkat risiko, dan menetapkan tindakan pengendalian yang mampu mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

3.2.3 Swiss Cheese Model (James Reason)

Swiss Cheese Model diperkenalkan oleh James Reason sebagai teori yang menjelaskan bahwa kecelakaan kerja terjadi akibat kegagalan beberapa lapisan pertahanan (*layers of defense*) dalam suatu organisasi. Setiap lapisan pertahanan diibaratkan sebagai irisan keju Swiss yang memiliki lubang (*holes*). Lubang tersebut menggambarkan kelemahan atau kekurangan dalam sistem keselamatan. Selama lubang pada setiap lapisan tidak saling sejajar, bahaya masih dapat dihentikan. Namun, apabila lubang-lubang tersebut berada pada satu garis yang sama, maka bahaya dapat melewati seluruh

lapisan pertahanan dan menyebabkan kecelakaan.

Reason membedakan dua jenis kegagalan, yaitu kegagalan aktif (*active failures*) dan kegagalan laten (*latent conditions*). *Active failures* merupakan kesalahan yang dilakukan oleh pekerja di lapangan, seperti mengabaikan prosedur kerja atau melakukan kesalahan saat mengoperasikan peralatan. Sebaliknya, *latent conditions* merupakan kelemahan yang berasal dari sistem organisasi, seperti desain prosedur yang kurang baik, pelatihan yang tidak memadai, budaya keselamatan yang lemah, maupun kurangnya pengawasan dari manajemen.

Konsep ini menegaskan bahwa kecelakaan kerja bukan semata-mata akibat kesalahan individu, tetapi merupakan hasil interaksi antara kelemahan organisasi dan kesalahan operasional. Oleh karena itu, upaya pencegahan kecelakaan harus dilakukan melalui penguatan seluruh lapisan pertahanan, mulai dari kebijakan keselamatan, pelatihan pekerja, prosedur kerja, inspeksi lapangan, hingga penggunaan alat pelindung diri.

Dalam penelitian ini, Swiss Cheese Model digunakan untuk menjelaskan bahwa kecelakaan pada pekerjaan bored pile dapat terjadi apabila terdapat kelemahan pada berbagai lapisan pengendalian, seperti perencanaan keselamatan yang kurang memadai, identifikasi bahaya yang tidak lengkap, pengawasan lapangan yang lemah, atau ketidakpatuhan pekerja terhadap prosedur kerja. Oleh karena itu, penerapan metode HIRADC diharapkan mampu memperkuat setiap lapisan pengendalian melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan tindakan pengendalian sehingga potensi kecelakaan kerja dapat diminimalkan.

3.3 Hazard (Bahaya)

Hazard atau bahaya merupakan segala sumber, situasi, kondisi, aktivitas, maupun tindakan yang memiliki potensi menyebabkan cedera, gangguan kesehatan, kerusakan peralatan, kerusakan lingkungan, maupun kerugian terhadap organisasi. Dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja (K3), hazard merupakan faktor awal yang harus diidentifikasi karena menjadi sumber

munculnya risiko (*risk*). Semakin banyak hazard yang terdapat pada suatu aktivitas pekerjaan, semakin besar pula kemungkinan terjadinya kecelakaan apabila tidak dilakukan pengendalian secara tepat.

Menurut **ISO 45001:2018**, hazard adalah *source with a potential to cause injury and ill health*, yaitu segala sumber yang berpotensi menyebabkan cedera dan gangguan kesehatan. Definisi tersebut menekankan bahwa hazard tidak selalu menyebabkan kecelakaan, tetapi memiliki potensi menimbulkan dampak negatif apabila pekerja terpapar dan tidak tersedia tindakan pengendalian yang memadai. Oleh karena itu, identifikasi hazard menjadi tahapan awal yang sangat penting dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja berbasis risiko.

Dalam **ISO 31000:2018**, hazard dipandang sebagai salah satu sumber risiko (*source of risk*) yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan organisasi. Pada proyek konstruksi, hazard dapat berasal dari manusia, peralatan, material, metode kerja, maupun lingkungan kerja. Seluruh sumber bahaya tersebut harus diidentifikasi sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan pekerjaan agar risiko yang ditimbulkan dapat dikendalikan secara efektif.

Pada sektor konstruksi, karakteristik pekerjaan yang dinamis, penggunaan alat berat, pekerjaan pada ketinggian, penggalian, serta mobilitas tenaga kerja menyebabkan tingkat hazard relatif lebih tinggi dibandingkan sektor industri lainnya. Oleh karena itu, **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)** mewajibkan setiap penyedia jasa konstruksi melakukan identifikasi bahaya sebagai bagian dari penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi sebelum pekerjaan dimulai.

Hazard dalam proyek konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sebagai berikut :

1. Bahaya Fisik (*Physical Hazard*)

Bahaya fisik merupakan potensi bahaya yang berasal dari kondisi fisik lingkungan kerja dan dapat menyebabkan cedera maupun gangguan kesehatan. Contohnya meliputi kebisingan, getaran, suhu ekstrem, pencahayaan yang kurang memadai, debu, radiasi, serta kondisi cuaca.

Pada pekerjaan pondasi bored pile, bahaya fisik banyak dijumpai dalam bentuk kebisingan yang dihasilkan oleh mesin bor, getaran selama proses pengeboran, paparan debu, serta kondisi area kerja yang berlumpur sehingga meningkatkan risiko terpeleset

2. Bahaya Mekanis

Bahaya mekanis berasal dari penggunaan mesin, peralatan, maupun alat berat yang memiliki potensi menyebabkan kecelakaan akibat kontak langsung dengan bagian mesin yang bergerak. Pada proyek konstruksi, bahaya mekanis sering dijumpai pada penggunaan *bored pile rig*, crane, excavator, concrete pump, dan alat angkat lainnya. Risiko yang dapat timbul antara lain pekerja terjepit, tertabrak alat berat, tertimpa material, atau terkena bagian mesin yang berputar.

3. Bahaya Kimia (*Chemical Hazard*)

Bahaya kimia merupakan bahaya yang berasal dari paparan bahan kimia yang dapat mengganggu kesehatan pekerja melalui inhalasi, kontak kulit, maupun tertelan. Dalam pekerjaan bored pile, bahan seperti semen, beton segar, bentonite slurry, bahan bakar diesel, pelumas, dan bahan pembersih dapat menimbulkan iritasi kulit, gangguan saluran pernapasan, maupun pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

4. Bahaya Ergonomi (*Ergonomic Hazard*)

Bahaya ergonomi berkaitan dengan ketidaksesuaian antara kemampuan pekerja dan tuntutan pekerjaan sehingga dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal. Contohnya adalah mengangkat material secara manual, posisi kerja membungkuk dalam waktu lama, gerakan berulang, maupun penggunaan alat yang tidak ergonomis. Pada pekerjaan pondasi bored pile, aktivitas pemasangan tulangan dan pemindahan peralatan secara manual berpotensi menimbulkan cedera pada otot dan tulang belakang.

5. Bahaya Biologis (*Biological Hazard*)

Bahaya biologis berasal dari paparan mikroorganisme, bakteri, virus, jamur, maupun hewan yang dapat menyebabkan penyakit. Pada proyek konstruksi, bahaya biologis umumnya muncul pada lokasi kerja yang

tergenang air, lingkungan yang kurang bersih, atau area yang menjadi tempat berkembang biaknya serangga dan hewan pembawa penyakit. Walaupun tingkat paparannya relatif lebih rendah dibandingkan bahaya lainnya, pengendalian terhadap aspek kebersihan lingkungan tetap diperlukan.

6. Bahaya Psikososial (*Psychosocial Hazard*)

Bahaya psikososial merupakan bahaya yang berkaitan dengan kondisi organisasi kerja dan faktor psikologis pekerja, seperti beban kerja berlebihan, tekanan waktu penyelesaian proyek, jam kerja yang panjang, konflik antarpekerja, serta kurangnya komunikasi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kelelahan, stres kerja, menurunnya konsentrasi, dan pada akhirnya meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

Dalam pekerjaan pondasi bored pile, berbagai jenis hazard tersebut dapat muncul secara bersamaan sehingga memerlukan identifikasi yang komprehensif. Misalnya, saat proses pengeboran berlangsung, pekerja dapat terpapar kebisingan (*physical hazard*), berinteraksi dengan alat berat (*mechanical hazard*), menggunakan bahan kimia seperti bentonite (*chemical hazard*), melakukan aktivitas pengangkatan material (*ergonomic hazard*), serta bekerja di bawah tekanan target penyelesaian proyek (*psychosocial hazard*). Interaksi antarhazard tersebut dapat meningkatkan tingkat risiko apabila tidak dilakukan pengendalian secara sistematis.

Oleh karena itu, identifikasi hazard merupakan langkah awal yang sangat penting dalam metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)**. Melalui proses identifikasi bahaya, seluruh potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan dapat dikenali sehingga selanjutnya dilakukan penilaian risiko berdasarkan parameter **Likelihood** dan **Severity**, kemudian ditetapkan tindakan pengendalian yang sesuai. Dengan demikian, penerapan HIRADC mendukung implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dalam mewujudkan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif pada proyek pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman.

Tabel 3.1 Kalsifikasi Hazard pada pekerjaan Pondasi Bored Pile

Jenis Hazard	Sumber Bahaya	Potensi Dampak	Contoh Pada Pekerjaan Bored Pile
Physical Hazard (Bahaya Fisik)	Kebisingan, getaran, debu, suhu panas, pencahayaan	Gangguan pendengaran, kelelahan, iritasi mata, gangguan pernapasan	Kebisingan mesin bore pile, getaran saat pengeboran, debu hasil pengeboran, paparan sinar matahari
Mechanical Hazard (Bahaya Mekanis)	Alat berat, mesin berputar, material yang diangkat	Terjepit, tertabrak, tertimpa material, amputasi, cedera berat	Bored pile rig, excavator, crane, wire rope, auger, lifting cage
Chemical Hazard (Bahaya Kimia)	Semen, beton segar, bentonite slurry, solar, pelumas	Iritasi kulit, gangguan pernapasan, keracunan ringan, pencemaran lingkungan	Kontak dengan semen dan bentonite, tumpahan solar pada alat berat
Ergonomic Hazard (Bahaya Ergonomi)	Pengangkatan manual, posisi kerja tidak ergonomis, pekerjaan berulang	Nyeri otot, cedera tulang belakang, kelelahan otot	Mengangkat alat bantu, pemasangan tulangan secara manual, pemasangan pipa tremie
Biological Hazard (Bahaya Biologis)	Air tergenang, bakteri, virus, serangga	Infeksi kulit, penyakit akibat gigitan serangga, gangguan kesehatan	Genangan air di area proyek yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk
Psychosocial Hazard (Bahaya Psikososial)	Tekanan target proyek, jam kerja panjang, komunikasi yang kurang efektif	Stres kerja, kelelahan mental, penurunan konsentrasi	Pekerjaan lembur, target penyelesaian pekerjaan bored pile yang ketat

3.4 Risk

Bahaya menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah yang mungkin mendatangkan kecelakaan (bencana, kesengsaraan, kerugian, dan sebagainya). Sedangkan menurut DIS/ISO 45001, mendefinisikan bahaya sebagai sumber atau situasi yang berpotensi untuk menyebabkan cedera dan sakit. Dengan kata lain, sifat atau ciri atau karakteristik dari proses produksi yang memiliki kemampuan untuk membahayakan individu.

Risiko (*risk*) merupakan kombinasi antara kemungkinan (*likelihood*) terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan dengan tingkat keparahan dampak (*severity*) yang ditimbulkan. Dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja (K3), risiko muncul apabila seseorang atau suatu aset terpapar oleh bahaya (*hazard*), sehingga berpotensi menimbulkan cedera, kerusakan, kerugian, atau gangguan terhadap proses pekerjaan.

Menurut **ISO 31000:2018**, risiko adalah *effect of uncertainty on objectives*, yaitu pengaruh ketidakpastian terhadap pencapaian tujuan organisasi. Dalam kegiatan konstruksi, ketidakpastian tersebut dapat berasal dari kondisi lingkungan kerja, penggunaan alat berat, metode kerja, perilaku pekerja, maupun faktor teknis lainnya yang berpotensi memengaruhi keselamatan dan keberhasilan proyek.

Dalam penerapan keselamatan konstruksi, risiko merupakan hasil interaksi antara bahaya (*hazard*) dan kemungkinan terjadinya paparan terhadap bahaya tersebut. Oleh karena itu, semakin tinggi peluang terjadinya suatu kejadian dan semakin besar dampak yang ditimbulkan, maka semakin tinggi pula tingkat risikonya. Secara umum, tingkat risiko dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Risk} = \text{Likelihood} \times \text{Severity}$$

di mana **Likelihood** menunjukkan kemungkinan suatu bahaya terjadi, sedangkan **Severity** menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila kejadian tersebut benar-benar terjadi.

Pada pekerjaan pondasi **bored pile**, berbagai risiko dapat muncul, seperti pekerja terjatuh ke lubang bor, tertimpa material, terjepit alat berat, paparan kebisingan, maupun kegagalan peralatan. Oleh karena itu, diperlukan proses penilaian risiko (*risk assessment*) untuk menentukan tingkat risiko setiap aktivitas

pekerjaan sehingga dapat ditetapkan tindakan pengendalian yang tepat. Dalam penelitian ini, penilaian risiko dilakukan menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)** sebagai bagian dari penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).

Dalam penelitian ini, hazard diidentifikasi pada setiap tahapan pekerjaan pondasi bored pile, mulai dari pekerjaan persiapan, pengeboran, pembesian, hingga pengecoran.

3.5 Penilaian Risiko

Penilaian risiko (*risk assessment*) merupakan proses sistematis untuk menganalisis dan mengevaluasi tingkat risiko yang ditimbulkan oleh suatu bahaya (*hazard*). Tujuan utama penilaian risiko adalah menentukan besarnya tingkat risiko sehingga dapat ditetapkan prioritas pengendalian yang sesuai. Dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) maupun Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), penilaian risiko menjadi tahapan penting setelah proses identifikasi bahaya dilakukan.

Berdasarkan **ISO 31000:2018**, penilaian risiko merupakan bagian dari proses manajemen risiko yang meliputi identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian risiko. Pada metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)**, penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan dua parameter utama, yaitu **Likelihood** dan **Severity**.

Likelihood merupakan tingkat kemungkinan suatu bahaya dapat menyebabkan kecelakaan atau kerugian. Penilaian likelihood dilakukan berdasarkan frekuensi atau peluang terjadinya suatu kejadian pada aktivitas pekerjaan.

Sementara itu, **Severity** merupakan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila suatu kecelakaan benar-benar terjadi. Tingkat keparahan dapat berupa cedera ringan, cedera berat, kerusakan aset, keterlambatan proyek,

hingga kematian.

Tingkat risiko ditentukan dari hasil perkalian antara nilai **Likelihood** dan **Severity**, sehingga secara umum dirumuskan sebagai:

$$\text{Risk} = \text{Likelihood} \times \text{Severity}$$

Semakin tinggi nilai likelihood dan severity, maka semakin tinggi pula tingkat risiko yang dihasilkan. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk mengelompokkan risiko ke dalam kategori tertentu, seperti **Low Risk**, **Medium Risk**, **High Risk**, dan **Extreme Risk**. Pengelompokan tersebut menjadi dasar dalam menentukan prioritas penanganan dan pengendalian risiko pada setiap aktivitas pekerjaan.

Dalam penelitian ini, penilaian risiko dilakukan terhadap seluruh aktivitas pekerjaan pondasi **bored pile** menggunakan metode **HIRADC**. Setiap potensi bahaya dinilai berdasarkan tingkat kemungkinan (*Likelihood*) dan tingkat keparahan dampaknya (*Severity*), sehingga diperoleh tingkat risiko yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan respon risiko dan pengendalian risiko yang sesuai untuk mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).

Tabel 3.2 Kriteria Likelihood

Nilai	Kategori	Deskripsi
1	Very Rare	Hampir Tidak Pernah Terjadi
2	Rare	Jarang Terjadi
3	Possible	Mungkin Terjadi
4	Likely	Sering Terjadi
5	Almost Certain	Sangat sering atau hampir pasti terjadi

Sumber: Diadaptasi dari ISO 31000:2018 dan Permen PUPR Nomor 10

Tahun 2021.

Tabel 3.3 Kreteria Severity

Nilai	Kategori	Dampak
1	Insignificant	Tidak menimbulkan cedera atau kerugian berarti
2	Minor	Cidera ringan , kerugian kecil
3	Moderate	Cedera yang memerlukan perawatan medis, kerusakan sedang
4	Mayor	Cedera berat, kerusakan besar, penghentian sementara pekerjaan
5	Catastrophic	Kematian, kerusakan sangat besar, penghentian proyek

Sumber: Diadaptasi dari ISO 31000:2018 dan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021.

3.6 Respon Risiko

Respon risiko (*risk response*) merupakan tindakan atau strategi yang ditetapkan oleh organisasi untuk menangani risiko yang telah diidentifikasi dan dinilai tingkat risikonya. Tujuan respon risiko adalah mengurangi kemungkinan terjadinya risiko, meminimalkan dampak yang ditimbulkan, atau mempertahankan risiko pada tingkat yang masih dapat diterima. Dalam manajemen risiko, pemilihan respon risiko dilakukan berdasarkan tingkat risiko yang diperoleh dari proses penilaian risiko (*risk assessment*).

Menurut **ISO 31000:2018**, pemilihan respon risiko merupakan bagian dari proses *risk treatment*, yaitu proses memilih dan menerapkan tindakan yang paling efektif untuk memodifikasi risiko sehingga berada pada tingkat yang dapat diterima oleh organisasi. Pemilihan respon risiko harus mempertimbangkan efektivitas tindakan, sumber daya yang tersedia, serta karakteristik aktivitas pekerjaan.

Secara umum, terdapat empat strategi utama dalam merespon risiko, yaitu:

1. **Risk Avoidance (Menghindari Risiko)**, yaitu menghilangkan aktivitas atau mengubah metode kerja sehingga sumber risiko tidak lagi muncul.

2. **Risk Mitigation (Mengurangi Risiko)**, yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya risiko atau menurunkan tingkat dampaknya melalui penerapan tindakan pengendalian.
3. **Risk Transfer (Mengalihkan Risiko)**, yaitu mengalihkan sebagian konsekuensi risiko kepada pihak lain, misalnya melalui kontrak kerja sama, penggunaan subkontraktor yang kompeten, atau perlindungan asuransi.
4. **Risk Acceptance (Menerima Risiko)**, yaitu menerima risiko karena tingkatnya berada dalam batas toleransi organisasi, dengan tetap melakukan pemantauan secara berkala.

Dalam penelitian ini, respon risiko ditentukan berdasarkan hasil penilaian tingkat risiko pada setiap aktivitas pekerjaan pondasi **bored pile**. Risiko dengan kategori **tinggi** dan **ekstrem** menjadi prioritas utama untuk dilakukan tindakan mitigasi melalui pengendalian teknis maupun administratif, sedangkan risiko dengan kategori **rendah** dan **sedang** tetap memerlukan pemantauan dan pengendalian agar tidak berkembang menjadi risiko yang lebih tinggi. Dengan demikian, respon risiko menjadi dasar dalam menentukan bentuk pengendalian risiko yang sesuai pada setiap aktivitas pekerjaan.

3.7 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko (*risk control*) merupakan upaya yang dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun menurunkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh suatu bahaya. Setelah tingkat risiko diketahui melalui proses penilaian risiko, langkah berikutnya adalah menentukan tindakan pengendalian yang paling efektif sesuai dengan karakteristik pekerjaan.

Berdasarkan **ISO 45001:2018** dan **Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021**, pengendalian risiko dilakukan dengan menerapkan **Hierarchy of Controls (Hierarki Pengendalian Risiko)**. Hierarki ini menunjukkan urutan prioritas pengendalian, di mana pengendalian yang berada pada tingkat atas lebih efektif dibandingkan penggunaan alat pelindung diri sebagai lapisan terakhir.

Hierarki pengendalian risiko terdiri atas lima tingkatan sebagai berikut.

1. **Elimination (Eliminasi)**

Menghilangkan sumber bahaya sehingga risiko tidak lagi muncul. Eliminasi merupakan metode pengendalian yang paling efektif karena menghapus potensi bahaya dari sumbernya.

2. **Substitution (Substitusi)**

Mengganti alat, material, atau metode kerja yang memiliki tingkat bahaya tinggi dengan alternatif yang lebih aman.

3. **Engineering Control (Rekayasa Teknik)**

Mengendalikan risiko melalui rekayasa teknis, seperti pemasangan pagar pembatas di sekitar lubang bor, pelindung pada mesin, sistem peringatan, atau modifikasi peralatan kerja.

4. **Administrative Control (Pengendalian Administratif)**

Mengurangi risiko melalui penerapan prosedur kerja, izin kerja (*work permit*), inspeksi rutin, pelatihan K3, *toolbox meeting*, rambu keselamatan, serta pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan.

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

Menggunakan alat pelindung diri sebagai perlindungan terakhir apabila risiko masih tersisa setelah pengendalian lainnya diterapkan. APD pada pekerjaan bored pile meliputi helm keselamatan, rompi reflektif, sepatu keselamatan, sarung tangan, pelindung pendengaran, dan kacamata keselamatan.

Dalam penelitian ini, usulan pengendalian risiko disusun berdasarkan hasil analisis HIRADC dengan mengacu pada prinsip **Hierarchy of Controls**. Setiap potensi bahaya pada pekerjaan pondasi **bored pile** diberikan rekomendasi pengendalian sesuai tingkat risikonya, sehingga diharapkan dapat menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja serta mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) secara efektif.

3.8 Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)

Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian terhadap potensi bahaya yang terdapat pada suatu aktivitas kerja. Metode ini banyak diterapkan dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja karena memberikan pendekatan yang sistematis dalam mengelola risiko sehingga potensi kecelakaan kerja dapat diminimalkan.

Berdasarkan **ISO 45001:2018**, identifikasi bahaya dan penilaian risiko merupakan proses yang harus dilakukan oleh organisasi untuk mengenali seluruh potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja, mengevaluasi tingkat risiko yang ditimbulkan, serta menetapkan tindakan pengendalian yang sesuai. Di Indonesia, penerapan HIRADC juga sejalan dengan **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)** yang mengharuskan setiap penyedia jasa konstruksi melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko sebagai bagian dari penyelenggaraan keselamatan konstruksi.

Metode HIRADC terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu **Hazard Identification, Risk Assessment, dan Determining Control**.

1. Hazard Identification (Identifikasi Bahaya)

Hazard Identification merupakan proses mengidentifikasi seluruh sumber bahaya yang terdapat pada setiap tahapan pekerjaan. Identifikasi dilakukan terhadap aktivitas kerja, penggunaan alat dan material, kondisi lingkungan, serta interaksi antarpekerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Hasil identifikasi menjadi dasar dalam menentukan potensi risiko yang akan dianalisis pada tahap berikutnya.

2. Risk Assessment (Penilaian Risiko)

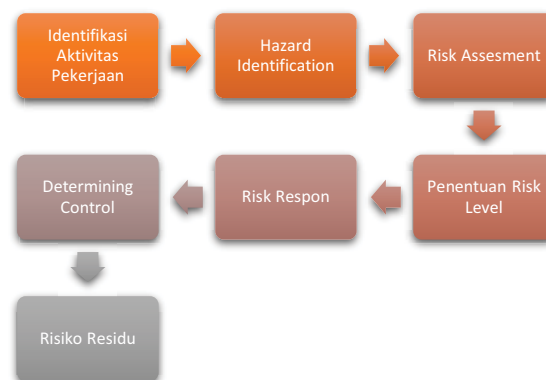
Risk Assessment merupakan proses menganalisis tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*Likelihood*) dan tingkat keparahan

dampaknya (*Severity*). Nilai risiko diperoleh melalui perkalian kedua parameter tersebut sehingga menghasilkan tingkat risiko yang selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori rendah (*Low*), sedang (*Medium*), tinggi (*High*), atau ekstrem (*Extreme*). Hasil penilaian risiko digunakan untuk menentukan prioritas penanganan terhadap setiap potensi bahaya.

3. Determining Control (Penentuan Pengendalian)

Determining Control merupakan proses menetapkan tindakan pengendalian yang sesuai untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko maupun menurunkan dampak yang ditimbulkan. Penentuan pengendalian dilakukan berdasarkan prinsip **Hierarchy of Controls**, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pengendalian dipilih sesuai dengan tingkat risiko yang diperoleh pada tahap penilaian risiko sehingga tindakan yang diterapkan bersifat efektif dan proporsional.

Dalam penelitian ini, metode HIRADC digunakan untuk menganalisis seluruh aktivitas pekerjaan pondasi **bored pile** pada Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman. Setiap tahapan pekerjaan diidentifikasi potensi bahayanya, kemudian dilakukan penilaian tingkat risiko berdasarkan parameter *Likelihood* dan *Severity*. Selanjutnya, ditentukan respon risiko dan rekomendasi pengendalian yang sesuai berdasarkan prinsip **Hierarchy of Controls**. Hasil analisis tersebut diharapkan dapat menjadi dasar dalam meningkatkan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi bored pile.



Gambar 3.1 Tahapan Metode HIRADC

3.9 Pekerjaan Pondasi Bored Pile

Pondasi **bored pile** merupakan salah satu jenis pondasi dalam (*deep foundation*) yang dibuat dengan cara mengebor tanah hingga kedalaman tertentu, kemudian memasang tulangan baja dan melakukan pengecoran beton di dalam lubang bor. Pondasi ini digunakan untuk meneruskan beban struktur ke lapisan tanah yang memiliki daya dukung yang memadai sehingga mampu menjamin stabilitas bangunan.

Pelaksanaan pekerjaan pondasi bored pile melibatkan penggunaan alat berat, material konstruksi, serta tenaga kerja yang bekerja pada lingkungan dengan tingkat risiko tinggi. Oleh karena itu, setiap tahapan pekerjaan memerlukan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Secara umum, pekerjaan pondasi bored pile terdiri atas beberapa tahapan, mulai dari persiapan, pengeboran, pembersihan lubang bor, pemasangan tulangan, pemasangan pipa tremie, hingga pengecoran beton. Namun demikian, berdasarkan ruang lingkup penelitian, analisis risiko difokuskan pada tiga aktivitas utama yang memiliki tingkat risiko tinggi, yaitu **pekerjaan pengeboran (drilling)**, **pembesian (reinforcement)**, dan **pengecoran beton (concrete casting)**. Ketiga aktivitas tersebut dipilih karena merupakan tahapan utama yang melibatkan interaksi langsung antara pekerja, alat berat, dan material konstruksi, sehingga memiliki potensi bahaya yang signifikan dan memerlukan pengendalian risiko yang efektif melalui metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)**.

Tabel 3.4 Aktivitas Pekerjaan yang dianalisis dalam Penelitian

No	Aktivitas Pekerjaan	Deskripsi Singkat	Potensi Bahaya Utama
1	Pengeboran (<i>Drilling</i>)	Pengeboran tanah menggunakan bored pile rig hingga kedalaman rencana	Terjatuh ke lubang bor, terjepit alat berat, kebisingan, getaran, debu

2	Pembesian (<i>Reinforcement</i>)	Pengangkatan dan pemasangan tulangan ke dalam lubang bor menggunakan crane	Tertimpa material, terjepit, putus sling, gangguan ergonomi
3	Pengecoran (<i>Concrete Casting</i>)	Pengecoran beton menggunakan pipa tremie hingga lubang bor terisi penuh	Kontak dengan beton segar, kegagalan alat, terpeleset, paparan bahan kimia

BAB IV

METODE PENELITIAN

Bab Metode Penelitian ini akan menjelaskan tentang tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam melakukan penelitian. Mengandung tentang materi penelitian, jalan penelitian, variabel dan data yang akan dikumpulkan dan dianalisis.

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan **penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan semi-kuantitatif** menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)**. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis kondisi keselamatan kerja pada pekerjaan pondasi *bored pile*, meliputi identifikasi potensi bahaya, penilaian tingkat risiko, respon risiko, serta pengendalian risiko berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

Pendekatan kualitatif digunakan pada tahap identifikasi bahaya melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel yang terlibat dalam pekerjaan, serta telaah dokumen keselamatan proyek. Informasi yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan pondasi *bored pile*.

Selanjutnya, penelitian menggunakan pendekatan **semi-kuantitatif** pada tahap penilaian risiko (*risk assessment*). Penilaian dilakukan dengan memberikan skor terhadap parameter **Likelihood** (kemungkinan terjadinya) dan **Severity** (tingkat keparahan dampak) menggunakan matriks risiko HIRADC. Hasil perkalian kedua parameter tersebut menghasilkan tingkat risiko yang diklasifikasikan ke dalam kategori **Low**, **Medium**, **High**, atau **Extreme** sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian.

Objek penelitian difokuskan pada pekerjaan pondasi *bored pile* di Proyek Pembangunan Gedung PLUT Kabupaten Sleman, khususnya pada aktivitas **pengeboran, pembesian, dan pengecoran**. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat risiko kecelakaan kerja serta

menghasilkan rekomendasi respon risiko dan pengendalian risiko untuk mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek pada penelitian ini terdiri dari orang dan tempat. Orang (*person*) yang terdiri dari 7 Responden terdiri dari Ahli K3 pihak kontraktor, pengawas dan perencana, pelaksana, pengawas dan mandor adalah sumber data yang bisa memberikan data berupa jawaban lisan melalui wawancara atau jawaban tertulis melalui kuesioner. Untuk tempat (*place*) adalah sumber data yang menyajikan tampilan berupa keadaan diam misalnya wujud benda, ruangan dan warna, dan bergerak misalnya aktivitas, gerak dan kinerja.

Objek penelitian pada penelitian ini adalah proyek bangunan gedung Pusat Layanan Usaha Terpadu Kabupaten Sleman.

4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data berasal dari Bahasa Romawi yaitu datum yang memiliki arti sebagai sesuatu yang diberikan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, data adalah keterangan yang benar dan nyata; keterangan atau bahan nyata yang dapat dijadikan dasar kajian (analisis atau kesimpulan). Data dapat berfungsi sebagai acuan dalam mengambil suatu keputusan dalam pemecahan masalah. Selain itu,, data juga bisa dijadikan sebagai pedoman atau dasar suatu penelitian atau perencanaan.

Teknik pengumpulan data merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan digunakan sebagai dasar dalam proses identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian tingkat risiko (*risk assessment*), penentuan respon risiko (*risk response*), serta penyusunan rekomendasi pengendalian risiko (*risk control*) pada pekerjaan pondasi *bored pile*. Dalam penelitian ini, data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi yang didukung oleh data primer dan data sekunder.

4.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi

penelitian melalui pengamatan terhadap aktivitas pekerjaan dan komunikasi dengan pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Data primer digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menentukan tingkat kemungkinan (*Likelihood*) dan tingkat keparahan (*Severity*), serta memperoleh informasi mengenai penerapan keselamatan kerja di lapangan.

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung aktivitas pekerjaan pondasi *bored pile* di lokasi penelitian. Pengamatan difokuskan pada tiga aktivitas utama, yaitu pekerjaan pengeboran (*drilling*), pembesian (*reinforcement*), dan pengecoran (*concrete casting*). Melalui observasi, peneliti mengidentifikasi potensi bahaya, kondisi kerja, penggunaan alat pelindung diri, penggunaan alat berat, serta penerapan prosedur keselamatan yang dilaksanakan selama proses pekerjaan.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan secara terstruktur dengan pihak-pihak yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terhadap pekerjaan pondasi *bored pile*, seperti **Project Manager, Site Engineer, Safety Officer (HSE Officer), Site Supervisor**, serta pekerja yang terlibat langsung dalam pelaksanaan pekerjaan. Wawancara bertujuan memperoleh informasi mengenai potensi bahaya, kemungkinan terjadinya kecelakaan, tingkat keparahan dampak, tindakan pengendalian yang telah diterapkan, serta masukan dalam penentuan tingkat risiko berdasarkan metode HIRADC.

3. Kuisioner

Kuesioner adalah daftar pertanyaan yang dikirimkan kepada responden baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kuesioner adalah alat riset atau survei yang terdiri atas serangkaian pertanyaan tertulis, bertujuan mendapatkan tanggapan dari kelompok orang terpilih melalui wawancara pribadi atau melalui pos, selain itu kuesioner juga diartikan sebagai daftar pertanyaan.

4.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari dokumen proyek maupun sumber pustaka yang berkaitan dengan penelitian. Data ini digunakan untuk melengkapi dan memverifikasi hasil observasi serta wawancara. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi dokumen **HSE Plan, Job Safety Analysis (JSA)** atau dokumen keselamatan yang tersedia di proyek, metode pelaksanaan pekerjaan (*method statement*), gambar kerja (*shop drawing*), laporan harian proyek, dokumentasi kegiatan pekerjaan, serta peraturan dan standar yang berkaitan dengan keselamatan konstruksi, seperti **Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021, ISO 45001:2018, dan ISO 31000:2018**.

Data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisis menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)** untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menentukan tingkat risiko, menetapkan respon risiko, serta menyusun rekomendasi pengendalian risiko pada pekerjaan pondasi *bored pile*.

4.4 Tahapan Analisis Penelitian

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)**. Analisis bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menentukan tingkat risiko, menetapkan respon risiko, serta menyusun rekomendasi pengendalian risiko pada pekerjaan pondasi *bored pile*. Tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut.

1. Identifikasi Aktivitas Pekerjaan

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi seluruh aktivitas yang menjadi objek penelitian, yaitu pekerjaan **pengeboran (drilling)**, **pembesian (reinforcement)**, dan **pengecoran (concrete casting)** pada pekerjaan pondasi *bored pile*. Identifikasi dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, metode pelaksanaan pekerjaan, serta dokumen proyek yang berkaitan dengan aktivitas

tersebut.

2. Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Setelah aktivitas pekerjaan diidentifikasi, dilakukan identifikasi terhadap seluruh potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas. Identifikasi bahaya dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan personel proyek, serta telaah dokumen keselamatan kerja. Potensi bahaya yang berhasil diidentifikasi kemudian dikelompokkan berdasarkan sumber bahayanya, seperti bahaya mekanis, fisik, kimia, ergonomi, maupun bahaya yang berasal dari lingkungan kerja.

3. Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi selanjutnya dilakukan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC. Penilaian dilakukan dengan menentukan nilai **Likelihood (L)** sebagai tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan dan **Severity (S)** sebagai tingkat keparahan dampak apabila kecelakaan terjadi. Nilai risiko diperoleh dari hasil perkalian kedua parameter tersebut dengan persamaan:

$$\text{Risk} = \text{Likelihood} \times \text{Severity}$$

Penilaian tingkat risiko dilakukan berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan. Nilai **Likelihood** dan **Severity** diperoleh dari penilaian responden yang memiliki kompetensi pada pekerjaan pondasi bored pile, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai risiko setiap potensi bahaya

Nilai risiko kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori **Low Risk**, **Medium Risk**, **High Risk**, dan **Extreme Risk** sesuai matriks penilaian risiko yang digunakan dalam penelitian.

4. Penentuan Respon Risiko (Risk Response)

Berdasarkan hasil penilaian risiko, dilakukan penentuan respon risiko terhadap setiap potensi bahaya. Respon risiko disusun dengan mempertimbangkan tingkat risiko yang diperoleh, sehingga setiap risiko dapat ditentukan strategi penanganannya, seperti menghindari risiko (*risk avoidance*), mengurangi risiko (*risk mitigation*), mengalihkan risiko (*risk transfer*), atau menerima risiko (*risk acceptance*) sesuai dengan karakteristik aktivitas pekerjaan.

5. Penentuan Pengendalian Risiko (Risk Control)

Tahap selanjutnya adalah menyusun rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan prinsip **Hierarchy of Controls** yang terdiri atas eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif (*administrative control*), dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Rekomendasi pengendalian disesuaikan dengan tingkat risiko pada setiap aktivitas pekerjaan sehingga diharapkan mampu menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

6. Analisis dan Penyusunan Kesimpulan

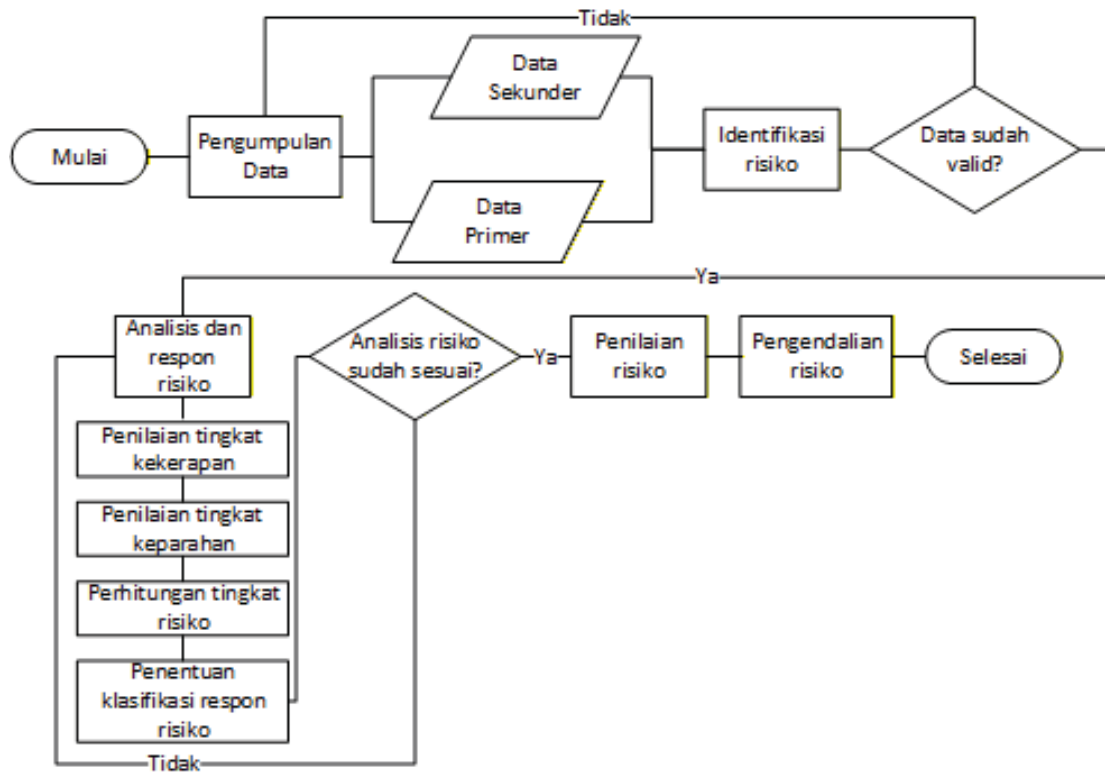
Hasil identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, respon risiko, dan pengendalian risiko dianalisis secara deskriptif. Selanjutnya, hasil analisis dibandingkan dengan ketentuan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), standar keselamatan kerja yang berlaku, serta penelitian terdahulu untuk memperoleh pembahasan yang komprehensif. Tahap akhir penelitian adalah menyusun kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan penerapan keselamatan kerja pada pekerjaan pondasi *bored pile*.

Tabel 4.1 Tahapan analisis

Tahapan	Input	Proses	Output
Hazard Identification	Observasi, wawancara, dokumen	Identifikasi potensi bahaya	Daftar hazard
Risk Assessment	Hazard, Likelihood, Severity	Perhitungan Risk $= L \times S$	Tingkat risiko
Risk Response	Tingkat risiko	Penentuan strategi respon	Avoidance, Mitigation, Transfer, Acceptance
Risk Control	Tingkat risiko	Hierarchy of Controls	Rekomendasi pengendalian

4.5 Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)

Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram Alur Penelitian (*Flow Chard*)

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

Bab Analisis dan Pembahasan ini berisi tentang data penelitian yang dapat berupa tabel atau grafik atau dalam bentuk yang lain, hasil analisis data yang dapat disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik, dan juga pembahasan yang merupakan ekspresi dari seorang peneliti.

5.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengenali situasi atau kejadian yang berpotensi sebagai penyebab terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja yang mungkin timbul ditempat kerja.

Identifikasi bahaya dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan pelaksana proyek, serta studi literatur terkait keselamatan kerja konstruksi.

Berikut ini merupakan hasil dari identifikasi bahaya yang sudah dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Identifikasi Risiko Pada Setiap Jenis Pekerjaan

No	Pekerjaan	Identifikasi Risik	Kode
	Pekerjaan struktur pondasi <i>bored pile</i>		
I	Pekerjaan Pengeboran	Tertimbun tanah	I.1
		Terkena linggis	I.2
		Kaki terkena ganco, pacul	I.3
		Kepala kejatuhan benda	I.4
		Mata sakit terkena batu/kerikil atau debu	I.5
		Sesak nafas karena debu	I.6
		Kaki terluka, sobek atau bengkok	I.7
II	Pekerjaan Pembesian	Tertimpa material besi	II.1
		Tertusuk besi	II.2
		Tergores besi/mesin potong	II.3
		Tersandung besi	II.4
		Terjepit besi	II.5

No	Pekerjaan	Identifikasi Risik	Kode
	Pekerjaan struktur pondasi <i>bored pile</i>		
III	Pekerjaan Beton	Mata terkena percikan beton dan kulit terkena beton	III.1
		Jalanan kotor karena tercecer sisa beton	III.2
		Alat berat terguling tergencet alat berat	III.3
		Terpeleset jatuh dengan posisi yang berbahaya	III.4
		Alat angkut (truk) terperosok ke dalam galian	III.5
		Kaki terkena cangkul	III.6
		Terkena besi (paku, kawat, bendrat, dll)	III.7
		Tertimpa beton pracetak saat pemasangan ataupun penurunan	III.8
		Terkena alat kerja saat di lapangan	III.9

5.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah diidentifikasinya risiko-risiko yang mungkin terjadi pada setiap jenis pekerjaan. Seperti yang telah dijelaskan pada Bab IV tentang Data dan Metode Pengumpulan Data, data yang dibutuhkan merupakan data primer yang didapatkan antara lain dari proses wawancara, observasi langsung dan kuesioner.

Kuesioner yang telah disusun akan dibagikan kepada responden yang mempunyai pengalaman dalam proyek pembangunan gedung bertingkat rendah antara 2 sampai 4 lantai. Kuesioner dibuat dalam aplikasi *Google Form* dengan link https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfjy5r3oWPHw9oSmz9bvA6N3sZpa6f4IDbDdopBphg7wvp9lQ/viewform?usp=pp_url Berikut merupakan form kuesioner yang dibagikan kepada responden.

Tabel 5.2. Kuisisioner Penilaian Kekerapan dan Keparahan

No	Pekerjaan	Kode	Identifikasi Risik	Kekerapan	Keparahan
	Pekerjaan struktur pondasi <i>bored pile</i>				
I	Pekerjaan Pengeboran	I.1	Tertimbun tanah		
		I.2	Terkena linggis		
		I.3	Kaki terkena ganco, pacul		
		I.4	Kepala kejatuhan benda		
		I.5	Mata sakit terkena batu/kerikil atau debu		
		I.6	Sesak nafas karena debu		
		I.7	Kaki terluka, sobek atau bengkak		
II	Pekerjaan Pembesian	II.1	Tertimpa material besi		
		II.2	Tertusuk besi		
		II.3	Tergores besi/mesin potong		
		II.4	Tersandung besi		
		II.5	Terjepit besi		
III	Pekerjaan Beton	III.1	Mata terkena percikan beton dan kulit terkena beton		
		III.2	Jalanan kotor karena tercecer sisa beton		
		III.3	Alat berat terguling tergencet alat berat		
		III.4	Terpeleset jatuh dengan posisi yang berbahaya		
		III.5	Alat angkut (truk) terperosok ke dalam galian		
		III.6	Kaki terkena cangkul		
		III.7	Terkena besi (paku, kawat, bendrat, dll)		
		III.8	Tertimpa beton pracetak saat pemasangan ataupun penurunan		

No	Pekerjaan	Kode	Identifikasi Risik	Kekerapan	Keparahan
		III.9	Terkena alat kerja saat di lapangan		

Pengisian kuesioner adalah dengan mengestimasi nilai tingkat kekerapan dan tingkat keparahan dengan skala 1 sampai 5 dengan pembagian skala sebagai berikut:

- a. Tingkat Kekerapan atau tingkat keseringan terjadinya kecelakaan atau sakit akibat kerja.
 1. Sangat jarang : cenderung tidak mungkin terjadi
 2. Jarang : kemungkinan kecil terjadi
 3. Kadang-kadang : kemungkinan dapat terjadi dan tidak
 4. Sering : kemungkinan besar terjadi
 5. Sangat sering : sangat mungkin terjadi atau sudah pasti terjadi
- b. Tingkat Keparahan atau dampak yang akan timbul jika kecelakaan terjadi.
 1. Sangat ringan : cedera ringan, mengakibatkan kerugian yang tidak berarti
 2. Ringan : cedera ringan, memerlukan perawatan P3K, berpengaruh pada area minor atau internal
 3. Sedang : cedera ringan, memerlukan perawatan medis (tindakan medis sederhana), berpengaruh pada area mayor atau eksternal
 4. Berat : cedera yang mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total, sakit permanen, memerlukan perawatan medis, berpengaruh pada core bisnis dan aset
 5. Sangat berat : mengakibatkan kematian, berpengaruh pada reputasi dan aset utama

Pada penelitian ini diambil 7 orang terdiri dari site manager, Ahli K3 dari pelaksana, Ahli K3 Konsultan Pengawas, Pelaksana lapangan, Pengawas lapangan, Mandor, dan Pekerja.

5.3 Pembahasan

5.3.1 Analisis Risiko dan Penilaian Risiko

Risiko yang telah berhasil diidentifikasi dalam penelitian ini tidak berhenti hanya pada tahap pengenalan, melainkan dilanjutkan dengan proses penilaian untuk mengetahui sejauh mana risiko tersebut berpotensi menimbulkan dampak. Penilaian dilakukan dengan mengukur dua aspek utama, yaitu tingkat kekerapan (frekuensi terjadinya) dan tingkat keparahan (besarnya dampak yang ditimbulkan). Tingkat kekerapan memberikan gambaran seberapa sering suatu risiko mungkin terjadi dalam aktivitas kerja, sedangkan tingkat keparahan menunjukkan seberapa besar konsekuensi yang dapat ditimbulkan apabila risiko tersebut benar-benar terjadi.

Untuk memperoleh data yang lebih objektif, penilaian ini dilakukan melalui instrumen berupa kuesioner yang disebarkan kepada para responden. Setiap responden diminta memberikan penilaian berdasarkan pengalaman, pengetahuan, dan pengamatan mereka terhadap kondisi di lapangan. Dengan cara ini, hasil yang diperoleh mencerminkan persepsi kolektif mengenai risiko yang ada, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan.

Dalam penelitian ini, terdapat sebanyak tujuh orang responden yang terlibat. Jumlah tersebut dipandang cukup untuk memberikan variasi pandangan dan pengalaman, sehingga hasil penilaian risiko menjadi lebih representatif. Melalui kontribusi para responden, penelitian ini mampu menyajikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai tingkat risiko di lingkungan kerja, sekaligus menjadi landasan bagi penyusunan strategi pengendalian yang lebih tepat sasaran. Rekapitulasi hasil skoring kuisisioner dari 7 responden dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Skoring

Kode	Kekerapan								Keparahan							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
I.1	1	1	2	1	1	1	2	1,29	1	1	2	1	1	2	1	1,29
I.2	1	2	2	3	2	2	4	2,29	1	3	3	3	1	3	3	2,43
I.3	1	2	2	3	1	1	3	1,86	1	3	3	3	1	3	3	2,43
I.4	1	1	2	1	1	1	2	1,29	1	1	1	2	1	2	2	1,43
I.5	1	2	2	1	1	1	2	1,43	1	1	1	2	1	2	1	1,29
I.6	1	1	2	1	1	2	2	1,43	1	2	1	1	1	1	2	1,29
I.7	1	2	2	3	1	3	3	2,14	1	3	3	2	1	2	3	2,14
II.1	1	2	2	3	2	2	3	2,14	2	4	3	3	2	4	3	3,00
II.2	1	2	2	3	1	4	3	2,29	1	3	3	4	1	3	4	2,71
II.3	1	2	2	2	2	3	2	2,00	1	3	3	3	2	3	5	2,86
II.4	1	2	3	4	3	3	5	3,00	1	3	3	2	2	2	1	2,00
II.5	1	1	2	4	1	3	3	2,14	1	3	3	3	1	2	3	2,29
III.1	1	2	2	3	1	3	5	2,43	3	2	2	4	1	2	2	2,29
III.2	1	2	3	2	3	2	2	2,14	3	2	2	3	2	1	1	2,00
III.3	1	1	2	4	1	2	2	1,86	1	4	4	5	1	3	4	3,14
III.4	1	2	2	3	1	3	3	2,14	1	3	3	5	1	3	3	2,71
III.5	3	1	2	2	1	3	3	2,14	3	3	4	5	1	3	5	3,43
III.6	1	2	2	2	1	2	4	2,00	1	3	2	2	2	3	4	2,43
III.7	3	2	2	3	1	3	5	2,71	1	3	2	3	2	2	2	2,14
III.8	3	1	2	2	1	2	2	1,86	2	5	5	5	1	4	4	3,71
III.9	1	2	2	4	2	3	5	2,71	2	3	4	3	1	3	3	2,71

Keterangan :

R1 – R7 = Responden 1-7

Hasil skoring pada Tabel 5.3 di atas dihitung menggunakan formula seperti dibawah ini :

Tingkat Risiko = Kerapatan x Keparahan

sehingga diperoleh tingkat risiko untuk tiap risiko teridentifikasi. Selanjutnya, berdasarkan skor yang telah diperoleh ditentukan respon risiko untuk tiap risiko teridentifikasi. Rekapitulasi tingkat risiko dan respon risiko dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Tingkat Risiko dan Respon Risiko

Kode	Nilai Risiko	Level Risiko	Respon Risiko
I.1	1,65	low	Accept
I.2	5,55	Medium	Mitigate
I.3	4,51	Medium	Mitigate
I.4	1,84	low	Accept
I.5	1,84	low	Accept
I.6	1,84	low	Accept
I.7	4,59	Medium	Mitigate

II.1	6,43	High	Transfer
II.2	6,20	High	Transfer
II.3	5,71	Medium	Mitigate
II.4	6,00	Medium	Mitigate
II.5	4,90	Medium	Mitigate
III.1	5,55	Medium	Mitigate
III.2	4,29	Medium	Mitigate
III.3	5,84	Medium	Mitigate
III.4	5,82	Medium	Mitigate
III.5	7,35	High	Transfer
III.6	4,86	Medium	Mitigate
III.7	5,82	Medium	Mitigate
III.8	6,90	High	Transfer
III.9	7,37	High	Transfer

Keterangan :

A = Acceptance (1-2)

T = Transfer (6-8)

M = Mitigate (3-6)

AV = Avoidance (>8)

Rekapitulasi jumlah respon risiko dari masing-masing responden dan reratanya dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.5 Penilaian Risiko

Respon Risiko	%
<i>Avoidance</i>	0
<i>Transfer</i>	23.81
<i>Mitigate</i>	57.14
<i>Acceptance</i>	19.05

Berdasarkan **Tabel 5.5**, diketahui bahwa pendekatan **mitigate** merupakan respon risiko yang paling dominan dengan persentase sebesar **57,14%**, diikuti oleh **transfer** sebesar **23,81%**, **acceptance** sebesar **19,05%**, sedangkan pendekatan **avoidance** tidak dipilih (**0%**). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya pada pekerjaan pondasi *bored pile* dinilai masih dapat dikendalikan melalui penerapan tindakan pengendalian yang tepat tanpa harus menghentikan atau menghilangkan aktivitas pekerjaan.

Dominannya pendekatan **mitigate** menunjukkan bahwa risiko yang teridentifikasi pada pekerjaan pengeboran, pembesian, dan pengecoran masih berada pada tingkat yang memungkinkan untuk dikurangi melalui tindakan preventif maupun korektif. Kondisi tersebut sesuai dengan teori **Risk Response** yang telah diuraikan pada BAB III, di mana strategi mitigasi diterapkan untuk menurunkan kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*), mengurangi tingkat keparahan dampak (*severity*), atau keduanya melalui penerapan pengendalian yang efektif. Pada penelitian ini, bentuk mitigasi diwujudkan melalui rekomendasi pengendalian seperti peningkatan pengawasan, penerapan prosedur kerja, inspeksi peralatan, pelaksanaan *toolbox meeting*, serta penggunaan alat pelindung diri sesuai ketentuan SMKK.

Tidak ditemukannya respon risiko **avoidance** menunjukkan bahwa seluruh aktivitas yang dianalisis merupakan bagian utama dari proses pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile* sehingga tidak dapat dihilangkan atau dihindari. Oleh karena itu, strategi yang lebih realistis adalah mengurangi risiko melalui tindakan pengendalian atau mengalihkan sebagian risiko yang berkategori tinggi sesuai dengan karakteristik pekerjaan konstruksi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian **Badaruddin dkk. (2023)** yang menyatakan bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi lebih banyak dilakukan melalui upaya mitigasi berupa pengendalian teknis, administratif, dan peningkatan kepatuhan terhadap prosedur kerja. Temuan ini juga mendukung penelitian **Wardana dkk. (2025)** yang menunjukkan bahwa sebagian besar risiko pada pekerjaan pondasi *bored pile* dapat dikendalikan melalui penerapan metode HIRADC dengan fokus pada strategi mitigasi sebagai respon risiko utama.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dominannya pendekatan **mitigate** mencerminkan bahwa penerapan pengendalian risiko merupakan strategi yang paling efektif untuk mengurangi potensi kecelakaan kerja pada pekerjaan pondasi *bored pile*. Sementara itu, penggunaan strategi **transfer** pada sebagian risiko berkategori tinggi menunjukkan perlunya pembagian tanggung jawab pengelolaan risiko kepada pihak yang memiliki kompetensi, sedangkan strategi

acceptance hanya diterapkan pada risiko dengan tingkat rendah yang masih berada dalam batas toleransi organisasi.

5.3.2 Pengendalian Risiko

Berdasarkan hasil analisis respon risiko pada Tabel 5.5, strategi **mitigate** merupakan pendekatan yang paling dominan dengan persentase sebesar **57,14%**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya pada pekerjaan pondasi *bored pile* tidak dapat dihilangkan karena merupakan bagian dari proses utama konstruksi, namun risikonya masih dapat dikurangi melalui penerapan pengendalian yang efektif. Oleh karena itu, rekomendasi pengendalian risiko dalam penelitian ini lebih difokuskan pada tindakan yang mampu menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan maupun mengurangi tingkat keparahan dampaknya.

Pengendalian yang direkomendasikan meliputi penerapan **rekayasa teknik (engineering controls)**, seperti pemasangan pagar pengaman pada area lubang bor, penggunaan alat bantu angkat yang layak, dan pemeriksaan kelayakan alat berat secara berkala. Selain itu, diterapkan **pengendalian administratif (administrative controls)** melalui penyusunan prosedur kerja yang aman, pelaksanaan *toolbox meeting*, inspeksi rutin, peningkatan pengawasan oleh petugas K3, serta pelatihan keselamatan kerja bagi pekerja. Penggunaan **alat pelindung diri (APD)** tetap diwajibkan sebagai lapisan perlindungan terakhir untuk meminimalkan dampak apabila potensi bahaya masih terjadi.

Hasil tersebut sesuai dengan teori **Hierarchy of Controls** pada BAB III yang menyatakan bahwa pengendalian risiko harus diprioritaskan pada tindakan yang mampu mengurangi sumber bahaya melalui rekayasa teknik dan pengendalian administratif sebelum mengandalkan penggunaan APD. Dalam penelitian ini, eliminasi dan substitusi tidak menjadi pilihan utama karena aktivitas pengeboran, pembesian, dan pengecoran merupakan pekerjaan inti yang tidak dapat dihilangkan atau diganti. Dengan demikian, dominannya strategi mitigasi secara langsung memengaruhi jenis pengendalian yang direkomendasikan, yaitu pengendalian yang berorientasi pada pengurangan risiko, bukan penghilangan aktivitas pekerjaan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian **Badaruddin dkk. (2023)** yang menyatakan bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada proyek konstruksi didominasi oleh tindakan mitigasi melalui pengendalian teknis dan administratif. Penelitian **Wardana dkk. (2025)** juga menunjukkan bahwa pada pekerjaan *bored pile*, pengendalian risiko yang efektif dilakukan melalui penerapan metode HIRADC dengan memperkuat pengawasan, inspeksi peralatan, dan kepatuhan terhadap prosedur kerja.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dominannya strategi **mitigate** menunjukkan bahwa pengendalian risiko pada pekerjaan pondasi *bored pile* lebih diarahkan pada upaya pencegahan dan pengurangan risiko melalui penerapan *Hierarchy of Controls*. Pendekatan ini mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) karena mampu menurunkan tingkat risiko tanpa mengganggu keberlangsungan aktivitas konstruksi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi, analisis, dan penilaian risiko pada pekerjaan struktur pondasi bored pile Proyek Pembangunan PLUT Sleman, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 21 risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang berpotensi terjadi pada pekerjaan struktur pondasi bored pile. Risiko tersebut tersebar pada tahapan pekerjaan pengeboran, pembesian, dan pengecoran beton, yang menunjukkan bahwa setiap aktivitas konstruksi memiliki potensi bahaya yang dapat memengaruhi keselamatan pekerja maupun kelancaran pelaksanaan proyek.
2. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa sebagian besar risiko pada pekerjaan pondasi *bored pile* berada pada kategori **Medium**, yaitu sebanyak **12 risiko (57,14%)**, sehingga strategi respon risiko yang paling dominan adalah **mitigate**. Selain itu, diperoleh **transfer risk** sebesar **23,81%**, **acceptance risk** sebesar **19,05%**, sedangkan **avoidance risk** tidak ditemukan (**0%**). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar risiko masih berada pada tingkat yang dapat dikendalikan melalui penerapan tindakan mitigasi tanpa menghentikan aktivitas pekerjaan, sehingga pendekatan preventif menjadi strategi yang paling efektif dalam mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).
3. Berdasarkan hasil penilaian risiko, pengendalian pada pekerjaan pondasi *bored pile* diprioritaskan melalui strategi mitigasi dengan menerapkan peningkatan kepatuhan terhadap SOP, penggunaan alat pelindung diri (APD) secara konsisten, pelaksanaan *toolbox meeting*, komunikasi risiko, inspeksi rutin, serta pengawasan lapangan secara berkelanjutan. Rekomendasi tersebut diharapkan mampu menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan mengurangi dampak risiko pada setiap tahapan pekerjaan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut

1. Bagi kontraktor dan manajemen proyek, perlu dilakukan penguatan implementasi SMKK melalui peningkatan kualitas pengawasan lapangan, evaluasi kepatuhan terhadap SOP, serta pembentukan budaya keselamatan kerja yang berkelanjutan pada seluruh tingkatan organisasi proyek.
2. Program pelatihan dan pembinaan keselamatan kerja perlu dilaksanakan secara berkala dengan pendekatan yang lebih aplikatif, seperti simulasi kondisi darurat, toolbox meeting berbasis risiko, dan pelatihan perilaku keselamatan (safety behavior training) guna meningkatkan kesadaran dan kompetensi pekerja dalam mengendalikan risiko.
3. Pengendalian risiko pada pekerjaan bored pile perlu difokuskan pada aspek mitigasi melalui inspeksi rutin, pemeliharaan preventif peralatan kerja, pengelolaan area kerja yang aman, serta pengawasan terhadap penggunaan APD secara konsisten untuk menurunkan tingkat kecelakaan kerja.
4. Bagi pemerintah dan pemangku kepentingan di sektor konstruksi, hasil penelitian ini dapat dijadikan masukan dalam penyusunan kebijakan maupun pedoman implementasi SMKK yang lebih adaptif terhadap karakteristik proyek bangunan bertingkat rendah, yang selama ini relatif kurang mendapat perhatian dibandingkan proyek berskala besar.
5. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model analisis risiko yang lebih komprehensif dengan menggunakan metode seperti HIRARC, FMEA, Bow-Tie Analysis, atau pendekatan kuantitatif lainnya, serta melibatkan jumlah responden dan objek penelitian yang lebih luas agar diperoleh model pengelolaan risiko yang lebih representatif dan dapat digeneralisasi pada berbagai jenis proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Shodik. (2025). *Perencanaan Keselamatan Konstruksi pada Pekerjaan Bored Pile Menggunakan Metode Construction Safety Analysis (CSA)*.
- Ameliawati. (2022). *Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control) di Area Plant–Warehouse*.
- Anizar. (2009). *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*.
- Badaruddin, A., Nabi, A., Thisnawathy, Farid, & Zaid. (2023). *Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi pada Proyek Renovasi Gedung Kelas Internasional Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin*.
- Ferdinand, & Martina. (2024). *Perbandingan IBPRP dan HIRARC pada Proyek Jalan Tol Elevated*.
- Fitriani, A., dkk. (2022). *Pengaruh Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi terhadap Pengendalian Risiko Pekerjaan Struktur Atas Jembatan*.
- Hatala, P. S., Sahusilawane, T., & Abdin, M. (2025). Pengaruh kesehatan dan keselamatan kerja terhadap produktivitas tenaga kerja pada proyek pembangunan Poliklinik Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Ambon. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(8), 1083–1088.
- ILO. (2011). *Occupational Safety and Health*.
- ILO. (2023). *Safety and Health at the Heart of the Future of Work*.
- Indah, A. (2017). Evaluasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proyek bangunan gedung di Kabupaten Cirebon. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v19i1.9492>
- ISO. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems—Requirements with Guidance for Use*.
- Juarni, Derlini, & Hutabarat, B. W. (2019). Analisis tingkat risiko kecelakaan kerja pada bagian Foundry di PTPN IV Unit Pabrik Mesin Teneradolok Ilir. *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU*, 182–188.
- Kartika Hapsari, & Trias Wiriyanto. (2022). *Application of Safety Management System Construction Bored Pile Projects Railway Facilities*.
- Kusumonoto. (2026). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Pelaksanaan Pekerjaan Fondasi Pancang Menggunakan Metode HIRADC*.

- Prananta, & Sukwika. (2022). *Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2017). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2020 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 21/PRT/M/2019 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi*.
- Setiabudi, & Bhaskara. (2022). *Analisis JSA dan IBPRP Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2019 (Studi Kasus: Pekerjaan Struktur Balok pada Proyek Pembangunan Gedung Layanan Pembelajaran Fakultas ISIP Universitas Jenderal Soedirman)*.
- Wardana, M. A., dkk. (2025). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRADC pada Pekerjaan Bored Pile Proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen*.
- Widiatmoko, dkk. (2025). *Analisis Penerapan Keselamatan Konstruksi Menggunakan Metode HIRADC pada Proyek Konstruksi*.



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

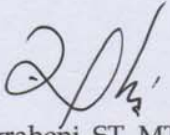
Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
24 Juni 2026	<p>Pada latar Bab V Hasil dan Pembahasan :</p> <p>Dari hasil rekapitulasi, pendekatan <i>mitigate</i> menjadi pilihan paling dominan dengan nilai rata-rata ($\bar{X}$) tertinggi sebesar 12 dan persentase sebesar 57,14%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden cenderung memilih untuk mengurangi atau mengendalikan risiko melalui tindakan preventif atau korektif daripada menghindari atau mengalihkan risiko tersebut</p> <p>Pada Bab VI Kesimpulan adalah :</p> <p>Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa sebagian besar risiko pada pekerjaan pondasi <i>bored pile</i> berada pada kategori Medium, yaitu sebanyak 12 risiko (57,14%), sehingga strategi respon risiko yang paling dominan adalah mitigate. Selain itu, diperoleh transfer risk sebesar 23,81%, acceptance risk sebesar 19,05%, sedangkan avoidance risk tidak ditemukan (0%). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar risiko masih berada pada tingkat yang dapat dikendalikan melalui penerapan tindakan mitigasi tanpa menghentikan aktivitas pekerjaan, sehingga pendekatan preventif menjadi strategi yang paling efektif dalam mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).</p>

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,


Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,


Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
23 Nopember 2025	<ol style="list-style-type: none">1. Pada latar Bab Pendahuluan yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :<ol style="list-style-type: none">a. Dunia konstruksi merupakan salah satu bidang yang paling berisiko terhadap keselamatan kerja. Menurut Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) (2011) diganti dengan pernyataan yang lebih baru pada tahun (2023)b. Kecelakaan menurut Sulaksmo (1997) adalah suatu kejadian tidak terduga dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses suatu aktivitas yang telah diatur. Kecelakaan dapat mengganggu jadwal pekerjaan, mengakibatkan hilangnya produktivitas, cedera personil, kerusakan dan akhirnya mengganggu proses produksi secara keseluruhan., dihilangkan diganti dengan pernyataan yang baruc. Pada Rumusan Masalah point satu Apa saja bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan pada proyek bangunan gedung bertingkat rendah? Dihilangkan .

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
23 Nopember 2025	<p>Pada latar Bab Landasan Teori yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Hilangkan tabel 3.1 Skala Probalitas.2. Hilangkan tabel 3.2 Kriteria Probalitas3. Ganti Tabel 3.3 Skala Dampak, Jadi Skala Keparahahan4. Ganti Tabel 3.6 Respon Resiko dengan gambar 3.1 Pemetaan Treshold of Risk Level <p>Pada Bab V adalah :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Untuk Tabel 5.4 Tingkat Risiko dan Respon Risiko dihiutng tingkar risiko berdasarkan keseluruhan hasil respon setelah itu baru menentukan respon risiko berdasarkan keseluruhan hasil responden

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
6 Maret 2026	<ol style="list-style-type: none">1. Pada latar Bab Pendahuluan yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :<ol style="list-style-type: none">a. Pada latar belakang pernyataan yang lama diganti pernyataan yang baru yang menggambarkan tentang penelitian yang dilakukan.b. Pada rumusan masalah tidak hanya dua saja yang disajikan tapi ditambah, dengan identifikasi Risiko.c. Pada tujuan penelitian disamakan antara rumusan masalah dengan dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini apad. Di Indonesia, kecelakaan kerja pada sektor konstruksi menjadi perhatian dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Diganti dengan pernyataan dibaru

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
6 Maret 2026	<p>Pada latar Bab III Landasan Teori yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Menurut Silalahi (1991), kecelakaan kerja tidak dapat dielakkan secara menyeluruh. Namun demikian setiap perencanaan, keputusan, dan organisasi harus memperhitungkan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Perusahaan. Efisiensi, kemampuan karyawan, keadaan peralatan harus selaras dan seimbang agar proses produksi yang optimal, aman dan selamat dapat dicapai diganti dengan pernyataan yang baru2. Bahaya menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah yang mungkin mendatangkan kecelakaan (bencana, kesengsaraan, kerugian, dan sebagainya). Sedangkan menurut DIS/ISO 45001, mendefinisikan bahaya sebagai sumber atau situasi yang berpotensi untuk menyebabkan cedera dan sakit. Dengan kata lain, sifat atau ciri atau karakteristik dari proses produksi yang memiliki kemampuan untuk membahayakan individu. dihilangkan

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
6 Maret 2026	<p>2. Pada latar Bab IV Metodologi Penelitian yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none">a. Menurut Nazir (2005), para peneliti dapat memilih berjenis-jenis metode dalam melaksanakan penelitiannya. Metode yang dipilih berhubungan erat dengan prosedur alat, serta desain penelitian yang digunakan. Desain penelitian harus sesuai dengan metode penelitian yang dipilih. Prosedur serta alat yang digunakan dalam penelitian harus cocok dengan metode penelitian yang digunakan. Karena itu sebelum melaksanakan penelitian, seorang peneliti perlu menjawab tiga pertanyaan pokok sebagai berikut perlu diganti pernyataan nya.b. Pada Sub Bab Pendahuluan di ganti menjadi jenis Peneilitan.c. Jenis Peneitian tidak hanya diskripsi kuantitatif aja ditambahkan dengan Analisis dengan Semi Kuantitatif

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
6 Maret 2026	<p>Pada latar Bab V Hasil dan Pembahasan yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Risiko yang telah berhasil diidentifikasi dalam penelitian ini tidak berhenti hanya pada tahap pengenalan, melainkan dilanjutkan dengan proses penilaian untuk mengetahui sejauh mana risiko tersebut berpotensi menimbulkan dampak. Perlu direvisi kaitannya dengan risiko apa saja yang terjadi.2. Untuk memperoleh data yang lebih objektif, penilaian ini dilakukan melalui instrumen berupa kuesioner yang disebarakan kepada para responden. Ini yang harus diganti bahwa respon yang objektif itu seperti apa..

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Iwan Gunawan

NIM : 22914017

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi

Semester/Tahun : 7 / 2026

Topik Tesis : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Bored Pile pada proyek Bangunan Gedung bertingkat Rendah (Studi Kasus : Pembangunan Gedung PLUT (Pusat Layanan Usaha Terpadu))

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
24 Juni 2026	<p>Pada latar Bab Tinjauan Pustaka yang menjadi koreksi adalah :</p> <ol style="list-style-type: none">Cari penelitian yang terdahulu yang lebih baru yang menggambarkan tentang penelitian yang dilakukan itu seperti apa.Gambarkan Research gap dari penelitian penelitian yang terdahulu dibuatkan tabel <p>Pada bab IV metode penelitian yang menjadi koreksi adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none">Ganti alur penelitian atau flowchartJelaskan masing masing respondennyaTambah metode HIRADC

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., PhD, IPM
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, _____
Mahasiswa,

Iwan Gunawan



QR Bayar

Pembayaran Berhasil!

13 Agu 2026 • 08:22:54 WIB • No. Ref. 2608131122538803505

Penerima

BEBAS PUSTAKA UII Sosial

Sleman (Kab), ID

Detail Transaksi

Total Transaksi

Rp 50.000

Sumber Dana

MUHAMMAD RIZKY FADLI

Bank Mandiri -6711

No. Referensi QRIS

608136866091

Pengakuisisi

Bank Mandiri

Merchant PAN

9360000801971431051

Customer PAN

9360000812025567113

Terminal ID

A01