

Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRADC pada Pekerjaan *Borepile* Proyek Jalan Tol Yogyakarta-Bawen

Musafaq Andi Wardana* , Larashati B'tari Setyaning, Eksi Widyananto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

Email: musafaqandiwardana088@gmail.com

Abstrak. Proyek pembangunan jalan tol merupakan proyek pembangunan dengan risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Kementerian Ketenagakerjaan mencatat angka kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2024 berjumlah 462.241 kasus. Kecelakaan kerja juga tidak luput terjadi pada pekerjaan *borepile* yang merupakan pekerjaan inti pada proyek jalan tol. Diperlukan penelitian mendalam mengenai analisis keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan *borepile* untuk mengurangi insiden kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko bahaya yang mungkin timbul, melakukan penilaian risiko dan menganalisis tindakan pengendalian risiko yang dibutuhkan. Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) digunakan untuk analisis data yang dikumpulkan melalui pengisian kuisioner oleh para responden yang terdiri dari 30 orang. Berdasarkan literatur terdahulu dan wawancara dengan responden, didapatkan 26 risiko pada pekerjaan *borepile*. Setelah dianalisis, dari 26 risiko tersebut ada 2 risiko dengan dengan tingkat risiko ekstrim (7,7%), 8 risiko dengan tingkat risiko tinggi (30,77%), 12 risiko dengan tingkat risiko sedang (46,15%), dan 4 risiko dengan tingkat risiko rendah (15,38%). Secara keseluruhan, pekerjaan *borepile* termasuk dalam pekerjaan dengan risiko sedang. Pengendalian risiko pada penelitian ini yaitu berupa substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administrasi, dan pemakaian APD (Alat Pelindung Diri) lengkap seperti helm *safety*, rompi *safety*, sarung tangan, dan sepatu *safety*.

Kata Kunci : kecelakaan kerja, HIRADC, *borepile*

Abstract. Highway construction projects are construction projects with a high risk of workplace accidents. The Ministry of Manpower recorded 462,241 workplace accidents in Indonesia in 2024. Work accidents also occur in *borepile* work, which is the core work in toll road projects. In-depth research on occupational safety and health analysis in *borepile* work is needed to reduce work accident incidents and improve work safety. This study aims to analyze the potential hazards, conduct a risk assessment, and analyze the necessary risk control measures. The HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) method was used to analyze the data collected through questionnaires filled out by 30 respondents. Based on previous literature and interviews with respondents, 26 risks were identified in *borepile* work. After analysis, of the 26 risks, there were 2 risks with an extreme risk level (7.7%), 8 risks with a high risk level (30.77%), 12 risks with a moderate risk level (46.15%), and 4 risks with a low risk level (15.38%). Overall, *borepile* work is classified as a job with moderate risk. Risk control in this study took the form of substitution, engineering controls, administrative controls, and the use of complete PPE (Personal Protective Equipment) such as safety helmets, safety vests, gloves, and safety shoes.

Keywords: work accident, HIRADC, *borepile*

1. Pendahuluan

Proyek pembangunan jalan tol merupakan proyek dengan risiko kecelakaan yang sangat tinggi. Menurut Peraturan Menteri PUPR No 10 Tahun 2021, kecelakaan konstruksi merupakan kejadian yang diakibatkan kecerobohan pada tahap pekerjaan konstruksi, karena tidak sesuai standar keamanan, keselamatan, dan kesehatan yang dapat mengakibatkan korban jiwa, waktu kerja dan harta benda. Kementerian Ketenagakerjaan mencatat angka kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2024 berjumlah 462.241 kasus. Menurut Tarwaka (2017) kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan sering kali tidak terduga semula yang dapat menimbulkan kerugian baik waktu, harta benda atau properti maupun korban jiwa yang terjadi di dalam suatu proses kerja industri atau yang berkaitan dengannya. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja pada proyek konstruksi pun beragam, mulai dari kelalaian manusia, yang mana hal ini disebabkan minimnya kedisiplinan tenaga kerja dalam mematuhi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) maupun metode pelaksanaan konstruksi di lapangan belum memadai (Sugiyanto & Thoif, 2023).

Pembangunan Proyek Jalan Tol Yogyakarta-Bawen merupakan bagian dari Proyek Strategis Nasional (PSN) yang mana jalan tol Yogyakarta-Bawen adalah jalan tol yang terintegrasi dengan Tol Trans Jawa di sisi utara dan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA, Kulon Progo di sisi selatan. Pada proyek ini terdapat pekerjaan *borepile* yang mempunyai potensi risiko cukup tinggi. Beberapa risiko utama termasuk kerusakan dinding penahan tanah, menabrak batu besar saat pengeboran, banjir, dan penggunaan alat berat yang bisa menyebabkan kecelakaan. Menurut Jannah (2017) risiko adalah suatu keadaan yang tidak pasti yang dihadapi seseorang atau suatu perusahaan konstruksi yang dapat memberikan dampak merugikan atau hal-hal yang tidak sesuai dengan rencana apakah terhadap waktu atau biaya. Risiko adalah kombinasi dari kemungkinan dan keparahan dari suatu kejadian (Ramli, 2010). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) pada pekerjaan *Borepile* Proyek Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Paket 1 (Seksi 6). Menurut Ameliawati (2022) HIRADC merupakan serangkaian proses mengidentifikasi bahaya yang dapat terjadi dalam aktivitas rutin ataupun non rutin di perusahaan kemudian melakukan penilaian risiko dari bahaya tersebut dan membuat program pengendalian bahaya agar dapat diminimalisir tingkat risikonya ke yang lebih rendah dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan.

Penelitian dengan topik risiko kecelakaan dengan metode HIRADC sudah banyak dilakukan sebelumnya. Di antaranya adalah penelitian Harahap (2022) yang bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa, penelitian Lensun (2020) yang bertujuan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada Proyek Pembangunan Jembatan dan Oprit Boulevard II, penelitian Jannah (2017) yang bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada Proyek Pembangunan Menara X di Jakarta, dan penelitian Sadewa (2021) yang bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pilar jembatan. Sedangkan penelitian dengan topik kecelakaan kerja pada pekerjaan *borepile* juga sudah pernah dilakukan oleh Muntakiro (2023) dengan metode *Job Safety Analysis* (JSA). Jika diamati, penelitian terdahulu belum ada yang membahas risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan *borepile* dengan metode HIRADC, sehingga penelitian ini diharapkan dapat mengisi *gap* tersebut.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif di mana penggunaan angka menjadi mayoritas dimulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan serta hasilnya (Syahroni, 2022). Penelitian dimulai dengan identifikasi risiko yang didapatkan dari literatur terdahulu dan wawancara. Setelah risiko teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah penilaian risiko yang terdiri dari penilaian probabilitas dan dampak. Penilaian probabilitas dan dampak menggunakan skala likert 1-5, di mana penjelasan dari skala likert tersebut dapat dilihat pada tabel 1. Penilaian probabilitas dan dampak melalui kuisioner dilakukan oleh responden yang berjumlah 30 orang, di mana responden tersebut dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Responden terdiri dari *Health*,

Safety and Environment (HSE) team leader, HSE supervisor, HSE officer, safetyman, Quality Control (QC), dan engineer dari kontraktor, konsultan dan owner yang terlibat pada proyek Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Paket 1 Seksi 6.

Tabel 1. Penilaian Probabilitas dan Dampak

Nilai	Probabilitas	Dampak
1	Jarang terjadi	Tidak signifikan
2	Kadang terjadi	Kecil
3	Dapat terjadi	Sedang
4	Sering terjadi	Tinggi
5	Hampir pasti terjadi	Bencana

Langkah selanjutnya adalah menghitung *severity index* dari probabilitas dan dampak menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2. Setelah nilai *severity index* dari probabilitas dan dampak didapatkan, nilai tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel kategori probabilitas dan dampak seperti yang tampak pada tabel 2.

$$SI(p) = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i x_i}{5 \sum_{i=1}^5 x_i} \tag{1}$$

$$SI(i) = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i x_i}{5 \sum_{i=1}^5 x_i} \tag{2}$$

Tabel 2. Kategori Probabilitas dan Dampak

Skala	Severity Index (%)	Probabilitas	Dampak
1	≤ 20	Jarang terjadi	Tidak signifikan
2	21 – 40	Kadang terjadi	Kecil
3	41 – 60	Dapat terjadi	Sedang
4	61 – 80	Sering terjadi	Tinggi
5	81 – 100	Hampir pasti terjadi	Bencana

Setelah kategori dari probabilitas dan dampak didapatkan, langkah selanjutnya adalah menentukan level risiko. Level risiko dibagi menjadi empat yaitu rendah, sedang, tinggi dan ekstrim. Level risiko secara lebih jelas dapat dilihat pada tabel matriks probabilitas dan dampak seperti yang tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Matriks Probabilitas dan Dampak

Probabilitas	Dampak				
	1	2	3	4	5
1	R	R	S	T	T
2	R	R	S	T	E
3	R	S	T	E	E
4	S	T	T	E	E
5	T	T	E	E	E

3. Hasil Penelitian

a. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko kecelakaan kerja dilakukan melalui tinjauan literatur terdahulu dan wawancara di lokasi proyek. Didapatkan 26 risiko pada pekerjaan *borepile* yang terbagi menjadi risiko pada pekerjaan persiapan, pekerjaan pengeboran, pekerjaan instalasi besi/pemasangan tulangan, pekerjaan pengecoran dan pengelolaan limbah pengecoran seperti yang tampak pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Identifikasi Risiko

No.	Variabel Risiko
Pekerjaan Persiapan	
1	Pekerja tidak paham dengan tugas yang akan dikerjakan
2	Permukaan tanah yang tidak rata menyebabkan alat terguling
3	Jalan sekitar proyek mudah rusak dan kotor (berdebu saat kemarau dan berlumpur saat hujan) memperlambat pergerakan pekerja dan alat berat
Pekerjaan Pengeboran	
4	Pekerja terpeleset karena permukaan tanah licin dan tanah mudah longsor
5	Alat <i>Rotary Drilling Rig</i> tidak seimbang
6	Pekerja terjatuh kedalam lubang galian
7	Pekerja tertimbun tanah akibat longsor pada lubang galian
8	Pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga
9	Tergenangnya air lumpur yang menyebabkan area kerja becek
Pekerjaan Instalasi Besi/Pemasangan Tulangan	
10	Tangan pekerja tertusuk, terjepit dan tergores kawat bendrat dan baja tulangan beton
11	Pekerja tertimpa tulangan
12	Pekerja tertimpa material <i>Bore pile</i>
13	Pekerja terkena percikan api saat menyambungkan tulangan
14	Pekerja tersengat arus listrik
15	Pekerja terkena <i>swing crane</i> saat manuver
16	Mesin pembangkit listrik rusak saat melakukan pengelasan tulangan menyebabkan luka bakar pada pekerja
Pekerjaan Pengecoran	
17	Pekerja tertimpa pipa <i>tremie</i>
18	Tangan pekerja terkena kunci pipa <i>tremie</i> pada saat pemasangan
19	Pekerja terkena tumpahan pasta beton
20	Pekerja tertabrak truk mixer
21	Tangan pekerja tergores saat membuka <i>pipa tremie</i>
22	Pekerja terbentur <i>concrete bucket</i>
23	Alat <i>crane</i> tidak seimbang pada saat pelepasan casing
Pengelolaan Limbah Hasil Pengecoran	
24	Pekerja tergelincir saat melewati area sekitar saluran pembuangan hasil pengecoran yang mampet
25	Pekerja terpapar bahan kimia yang terdapat pada limbah hasil pengecoran
26	Pekerja terpeleset karena tercecernya lumpur/tanah di daerah pembuangan

Sumber: (Satya, 2017); (Pamungkas, 2021); (Ramdani, 2023); (Hidayat, 2022); Observasi

b. Penilaian Risiko

1) Perhitungan *Severity Index* untuk probabilitas

Perhitungan kemungkinan risiko yang terjadi dengan *severity index* dilakukan dengan mengambil contoh variabel risiko pada pekerjaan pengeboran yaitu pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga. Dari 30 responden, 11 orang memilih jarang terjadi, 9 orang memilih kadang terjadi, 10 orang memilih dapat terjadi. Dari penilaian tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus *severity index* sebagai berikut:

$$SI(p) = \frac{(11 \times 1) + (9 \times 2) + (10 \times 3) + (0 \times 4) + (0 \times 5)}{30 \times 5} \times 100\%$$

$$SI(p) = \frac{11 + 18 + 30 + 0 + 0}{150} \times 100\% = 39,3\%$$

Dari hasil SI untuk kemungkinan didapat nilai 39,3 % yaitu berarti jika dikonversikan ke kategori risiko maka pekerja

terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga pada pekerjaan pengeboran memiliki kategori kadang terjadi dan memiliki skala nilai adalah 2 (tabel 2).

2) Perhitungan *Severity Index* untuk dampak

Untuk penilaian dampak risiko diambil contoh pada pekerjaan pengeboran yaitu pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga. Dari 30 responden, 1 orang memilih tidak signifikan, 9 orang memilih kecil, 14 orang memilih sedang, 6 orang memilih tinggi. Dari penilaian tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus *severity index* sebagai berikut :

$$SI (i) = \frac{(1x1) + (9x2) + (14x3) + (6x4) + 0x5}{30x5} x 100\%$$

$$SI (i) = \frac{1 + 18 + 42 + 24 + 0}{150} x 100\% = 56,6\%$$

Dari hasil SI untuk dampak didapat nilai 56,6 % yaitu berarti jika dikonversikan ke dalam kategori risiko maka dampak pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga pada pekerjaan pengeboran memiliki kategori sedang dengan skala nilai adalah 3 (tabel 2).

c. Leveling Risiko

Setelah didapatkan tingkat probabilitas dan dampak dari setiap risiko, maka poin tersebut diplotkan ke dalam matriks risiko dengan menggunakan rumus perkalian kemungkinan dan dampak. Plot tersebut akan menghasilkan level risiko, dari level rendah hingga ekstrim. Leveling risiko diambil contoh pada pekerjaan pengeboran yaitu pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga memiliki tingkat probabilitas 2 (kadang terjadi) dan dampak 3 (sedang) kemudian dimasukkan ke dalam persamaan sebagai berikut :

Tabel 5. Tingkat Risiko

No	Identifikasi Bahaya	SI (P) %	SI (I) %	Skala (P)	Skala (I)	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
Pekerjaan Persiapan							
1	Pekerja tidak paham dengan tugas yang akan dikerjakan	26 %	40 %	2	2	4	Rendah
2	Permukaan tanah yang tidak rata menyebabkan alat terguling	40 %	60 %	2	3	6	Sedang
3	Jalan sekitar proyek mudah rusak dan kotor (berdebu saat kemarau dan berlumpur saat hujan) memperlambat pergerakan pekerja dan alat berat	39,3 %	40 %	2	2	4	Rendah
Pekerjaan Pengeboran							
4	Pekerja terpeleset karena permukaan tanah licin dan tanah mudah longsor	49,3 %	40 %	3	2	6	Sedang
5	Alat <i>Rotary Drilling Rig</i> tidak seimbang	42,6 %	60 %	3	3	9	Tinggi
6	Pekerja terjatuh kedalam lubang galian	33,3 %	73,3 %	2	4	8	Tinggi
7	Pekerja tertimbun tanah akibat longsor pada lubang galian	47,3%	70%	3	4	12	Ekstrim
8	Pekerja terjepit atau tertimpa peralatan karena adanya batu besar yang tidak terduga	39,3%	56,6%	2	3	6	Sedang
9	Tergenangnya air lumpur yang menyebabkan area kerja becek	40%	32,6%	2	2	4	Rendah
Pekerjaan Instalasi Besi/Pemasangan							

No	Identifikasi Bahaya	SI (P) %	SI (I) %	Skala (P)	Skala (I)	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
Tulangan							
10	Tangan pekerja tertusuk, terjepit dan tergores kawat bendrat dan baja tulangan beton	39,3 %	52 %	2	3	6	Sedang
11	Pekerja tertimpa tulangan	32 %	74,6 %	2	4	8	Tinggi
12	Pekerja tertimpa material <i>Bore Pile</i>	32 %	68,6 %	4	2	8	Tinggi
13	Pekerja terkena percikan api saat menyambungkan tulangan	40 %	42 %	2	3	6	Sedang
14	Pekerja tersengat arus listrik	34,6 %	77,3 %	2	4	8	Tinggi
15	Pekerja terkena <i>swing crane</i> saat manuver	34,6 %	68 %	2	4	8	Tinggi
16	Mesin pembangkit listrik rusak saat melakukan pengelasan tulangan menyebabkan luka bakar pada pekerja	38,6%	44%	2	3	6	Sedang
Pekerjaan Pengecoran							
17	Pekerja tertimpa pipa <i>tremie</i>	34 %	53,3 %	2	3	6	Sedang
18	Tangan pekerja terkena kunci pipa <i>tremie</i> pada saat pemasangan	40%	40 %	2	2	4	Rendah
19	Pekerja terkena tumpahan pasta beton	50,6%	35,3%	3	2	6	Sedang
20	Pekerja tertabrak truk mixer	30,6%	84,6%	2	5	10	Ekstrim
21	Tangan pekerja tergores saat membuka <i>pipa tremie</i>	44 %	37,3 %	3	2	6	Sedang
22	Pekerja terbentur <i>concrete bucket</i>	30,6 %	48,6 %	2	3	6	Sedang
23	Alat <i>crane</i> tidak seimbang pada saat pelepasan casing	27,3 %	62,6 %	2	4	8	Tinggi
Pengelolaan Limbah Hasil Pengecoran							
24	Pekerja tergelincir saat melewati area sekitar saluran pembuangan hasil pengecoran yang mampet	42 %	47,3 %	3	3	9	Tinggi
25	Pekerja terpapar bahan kimia yang terdapat pada limbah hasil pengecoran	36 %	50,6 %	2	3	6	Sedang
26	Pekerja terpeleset karena tercecernya lumpur/tanah di daerah pembuangan	57,3 %	36,6 %	3	2	6	Sedang

Sumber: Analisis Data

Tabel 6. Risiko Pekerjaan *Borepile* pada Matriks Probabilitas dan Dampak

Probabilitas	Dampak				
	1	2	3	4	5
1					
2		1, 3, 9, 18	2, 8, 10, 13, 16, 17, 22, 25	6, 11, 12, 14, 15, 23	20
3		4, 19, 21, 26	5, 24	7	
4					
5					

Sumber: Analisis Data

Secara keseluruhan pekerjaan *Bore Pile* memiliki level risiko sedang. Pada pekerjaan *Bore pile* terdapat 26 variabel risiko yang mana 2 variabel risiko memiliki tingkat risiko ekstrim dengan presentase 7,7 %, 8 variabel risiko memiliki tingkat risiko tinggi dengan presentase 30,77 %, 12 variabel risiko memiliki tingkat risiko sedang dengan presentase 46,15%, dan 4 variabel risiko memiliki tingkat risiko rendah dengan presentase 15,38 %. Untuk melihat lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut :

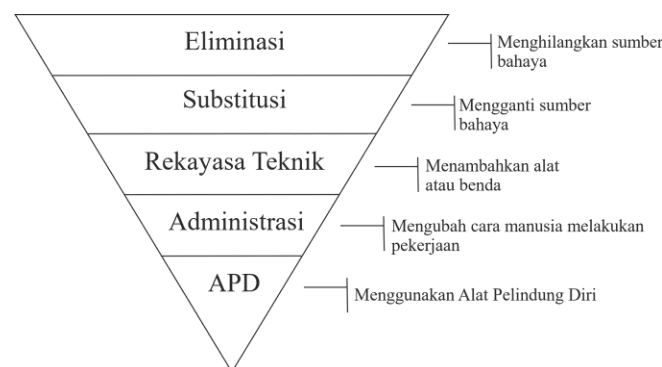
Tabel 7. Presentase Tingkat Risiko

No	Tingkat Risiko	Jumlah Variabel	Presentase (%)
1	Ekstrim	2	7,7 %
2	Tinggi	8	30,77 %
3	Sedang	12	46,15 %
4	Rendah	4	15,38 %
Jumlah		26	100 %

Sumber: Analisis Data

d. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko pada penelitian ini yaitu berdasarkan gambar 1 hirarki pengendalian risiko yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan APD (Alat Pelindung Diri) yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan.



Gambar 1. Hirarki Pengendalian Risiko

Sumber : Ramli, 2013

Pada penelitian ini didapatkan 26 variabel risiko bahaya dengan cara pengendalian yang bervariasi. Berikut ini merupakan tindakan pengendalian pada masing-masing risiko :

- 1) Pengendalian risiko dengan cara substitusi berupa lakukan perbaikan atau penggantian material tulangan jika diperlukan, pastikan tulangan terpasang dengan benar sesuai standar.
- 2) Pengendalian risiko dengan cara rekayasa teknik berupa merencanakan rute pergerakan alat-alat dalam proyek, pastikan tidak ada genangan air dengan memperhatikan sistem drainase untuk mengalirkan air hujan di area proyek, pemasangan dinding penahan (*retaining wall*), penggunaan bentonite untuk stabilitas tanah, melakukan perbaikan, lakukan kalibrasi ulang pada sistem hidraulik dan sistem counterweight, desain *crane* dan alat angkut dengan pengamanan tambahan agar material, gunakan metode khusus seperti peledakan yang terkontrol, , menentukan radius pergerakan jangkauan ayunan *crane*, membungkus kabel yang melintang di jalan dengan pipa kemudian ditimbun menggunakan tanah, menghitung berat beban casing dan kapasitas daya angkat *crane*, gunakan alat bantu khusus untuk memotong atau membengkokkan kawat bendrat agar tidak kontak langsung dengan tangan, merencanakan rute pergerakan alat dalam proyek, menghindari sambungan *tremie* sistem ulir tanpa pengamanan tambahan, limbah cair dari pengecoran harus diolah melalui instalasi pengelolaan air limbah (IPAL) sebelum dibuang, dan menyiapkan area pembuangan yang layak, saat mengangkut lumpur pastikan wadahnya tertutup rapat untuk mencegah lumpur yang tercecer.
- 3) Pengendalian risiko dengan cara administrasi berupa pemasangan *safety line*, pemasangan *rubber cone* pada tempat-tempat yang berbahaya, pemasangan lampu *rotary* pada waktu malam hari untuk menerangi

akses di area kerja, melaksanakan *tool box meeting* sebelum melakukan pekerjaan untuk menjelaskan tugas yang akan dikerjakan dan risiko yang mungkin akan dihadapi, menyiram jalan pada saat musim kemarau agar tidak berdebu, pemasangan *railing* pengaman, pemasangan rambu-rambu peringatan untuk memberikan peringatan mengenai bahaya di sekitar area kerja, mengadakan pelatihan kerja, merencanakan rute pergerakan alat dalam proyek dan memastikan ada pengawasan yang cukup di area kerja, meletakkan alat ditempat yang aman agar tidak menjatuhinya ketika ada getaran yang keras saat terkena batu besar, melakukan pemeliharaan dan pemeriksaan secara rutin pada alat yang digunakan, memastikan material yang digunakan disusun dengan rapi dan aman, melakukan pemeliharaan dan pemeriksaan secara rutin pada alat yang digunakan, memastikan material yang digunakan disusun dengan rapi dan aman, periksa posisi *crane*, pastikan berat *casing* sesuai dengan kapasitas angkat *crane*, dan membersihkan saluran secara rutin, serta membuat drainase.

- 4) Pengendalian risiko dengan cara APD (Alat Pelindung Diri) berupa pekerja memakai alat pelindung jatuh dengan cara memakai alat pelindung kepala dengan cara menggunakan helm *safety* untuk melindungi kepala dari benturan atau jatuhnya material pada semua pekerjaan. Pekerja memakai alat pelindung badan berupa rompi *safety* untuk melindungi bagian tubuh khususnya bagian dada dari pecikan benda cair, padat, radiasi sinar dan panas serta untuk meningkatkan visibilitas pekerja di area kerja. Pekerja memakai pelindung tangan berupa sarung tangan untuk melindungi bagian jari dari bahan kimia, panas, atau benda tajam dan memakai pelindung kaki berupa sepatu *safety* untuk melindungi bagian telapak kaki, tumit atau betis dari benda panas, cair, kejatuhan benda, tertusuk benda tajam dan memasang *safety line* untuk memberi tanda area yang berbahaya atau area terlarang serta memberikan peringatan kepada pekerja untuk tidak memasuki area tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis data, didapatkan sebanyak 26 risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan *borepile* yang terbagi menjadi risiko kecelakaan pada pekerjaan persiapan, pekerjaan pengeboran, pekerjaan instalasi besi/pemasangan tulangan, pekerjaan pengecoran, dan pengelolaan limbah hasil pengecoran. Dari 26 risiko tersebut, diperoleh 2 risiko dengan tingkat risiko ekstrim (7,7 %), 8 risiko dengan tingkat risiko tinggi (30,77 %), 12 risiko dengan tingkat risiko sedang (46,15%), dan 4 risiko dengan tingkat risiko rendah (15,38 %). Pengendalian risiko yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berupa substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administrasi, dan pemakaian APD (Alat Pelindung Diri) lengkap. Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode HIRADC dengan metode lain seperti HAZOP (*Hazard and Operability Study*). Selain itu penelitian bisa dilanjutkan dengan objek lain seperti pekerjaan *pier head*, pekerjaan *abutment*, pekerjaan *pile cap*, maupun pekerjaan galian dan timbunan. Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan biaya *contingency* (cadangan) yang diperlukan untuk mengantisipasi kecelakaan kerja.

Daftar Pustaka

- Ameliawati, R. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*) di Area *Plant-Warehouse Implementation of Occupational Safety and Health with The HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control)*. *RangTeknikJournal*, 6(1), 51–64.
- Harahap, I. M., Firdasasi, & Purwandito, M. (2022). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode Hiradc Dan Metode Jsa Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 43–50. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v17i2.26853> diakses pada tanggal 23 April 2025.
- Hidayat, Abizar. 2022. *Studi Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Construction Safety Analysis Pada Pekerjaan Pondasi Bored Pile Jalan Layang Tol Solo-Yogya (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Solo Seksi 1)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

- Jannah, M. R., Unas, S. El, & Hasyim, M. H. (2017). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) melalui Pendekatan Hiradc dan Metode *Job Safety Analysis* pada Studi Kasus Proyek Pembangunan Menara X di Jakarta. *Teknik Sipil*, 9.
- Lensun, T. G. B., Ingkiriwang, R. L., & Tjakra, J. (2020). Analisis Risiko Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan (K3L) Dengan Metode HIRADC Pada Proyek Pembangunan Jembatan Dan Oprit Boulevard II. *Jurnal TEKNO*, 20(82), 957–970.
- Muntakiro. (2023). *Analisis Pelaksanaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pekerjaan Pondasi Bore Pile Dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1)*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Purworejo. Purworejo.
- Pamungkas, G. P. P. (2021). *Manajemen Risiko Bahaya Berbasis HIRADC (Hazard Identificantion, Risk Assessment And Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus: Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma Ata Yogyakarta)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ramdani, Sabilla Putri, 2023. *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Bore Pile Proyek Konstruksi Jalan dengan metode Construction Safety Analysis (Work Accident Risk Analysis On Bore Pile Road Construction Projects Using Construction Safety Analysis Method)*. SKRIPSI. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Ramli, S. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja. DIAN RAKYAT.
- Sadewa, M. E. B. (2021). Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Pilar Jembatan Menggunakan Metode Hiradc (Implementation of Occupational Safety and Health on Bridge Pillar Construction Using Hiradc Method) Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. 100. <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/37733> diakses pada tanggal 23 April 2025
- Satya, 2017. Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis Pada Proyek Bendungan Kuwil Kawangkoan. *Jurnal Serambi Engineering*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang*. Vol VIII (1), 4981-4900.
- Sugiyanto, S., & Thoif, M. (2023). Analisa Efek Mode Kegagalan Pengendalian K3 Pada Proyek Konstruksi. *Rang Teknik Journal*, 6(1), 72–85. <https://doi.org/10.31869/rtj.v6i1.3339> diakses pada tanggal 23 April 2025.
- Syahroni, M. I., (2022). Prosedur Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Al-Musthafa 2 (3)*, 43-56. <https://ejurnal.stitaziziyah.ac.id/index.php/ejam/article/view/50> diakses pada tanggal 23 April 2025.
- Tarwaka. (2017). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Manajemen Dan Implementasi K3 Di Tempat Kerja. Harapan Press