

PERENCANAAN STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) K3 PEKERJAAN CHEMICAL ANCHOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN MONUMEN DAN MUSEUM REOG PONOROGO TAHAP 1

Purboyo Ajei¹, Hasan Dani²
D4 Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
E-mail: *purboyo.22077@mhs.unesa.ac.id¹

ABSTRAK

Proyek Monumen dan Museum Reog Ponorogo menerapkan chemical anchor untuk mengatasi ketidakpastian desain struktur baja. Mengingat tingginya risiko keselamatan akibat pekerjaan di lantai 14 hingga 26 serta paparan bahan kimia, penelitian ini difokuskan untuk menyusun SOP K3 khusus pada pelaksanaan pekerjaan tersebut. Penelitian ini menggunakan metode campuran (mixed methods) yang berlandaskan pada kerangka Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Hasil analisis mengidentifikasi 26 potensi bahaya yang tersebar dalam delapan tahapan kerja. Penilaian risiko menunjukkan bahwa 11% bahaya berada pada kategori ekstrem, 58% pada kategori risiko tinggi risiko, 23% pada kategori risiko sedang, dan 8% pada kategori risiko rendah. Sebagai mitigasi sistematis, penelitian ini menghasilkan dokumen SOP K3 yang mengintegrasikan aspek rekayasa teknis, pengendalian administratif, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), pengecekan kelayakan peralatan, serta panduan tanggap darurat untuk mencegah kecelakaan kerja.

Kata kunci

Chemical Anchor, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, HIRARC, Standar Operasional Prosedur (SOP)

ABSTRACT

The Reog Ponorogo Monument and Museum project utilised chemical anchors to address uncertainties in the steel structure design. Given the high safety risks associated with work on floors 14 to 26, as well as exposure to chemicals, this study focused on developing specific health and safety standard operating procedures (SOPs) for the execution of this work. This study utilised a mixed-methods approach based on the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) framework. The analysis identified 26 potential hazards spread across eight work stages. The risk assessment showed that 11 per cent of the hazards fell into the 'extreme' category, 58 per cent into the 'high-risk' category, 23 per cent into the 'medium-risk' category, and 8 per cent into the 'low-risk' category. As a systematic mitigation measure, this study produced an OHS SOP document that integrates aspects of technical engineering, administrative controls, the use of Personal Protective Equipment (PPE), equipment fitness checks, and emergency response guidelines to prevent workplace accidents.

Keywords

Chemical Anchor, Occupational Safety and Health, HIRARC, Standard Operating Procedures (SOP)

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Proyek Monumen dan Museum Reog Ponorogo merupakan proyek berskala besar yang menuntut penerapan teknologi konstruksi modern, khususnya pada struktur bangunan komposit yang menggabungkan 14 lantai struktur beton inti dengan struktur baja yang melingkar di atasnya hingga mencapai total 26 lantai. Dalam desain struktur ini, metode penyambungan antara elemen beton dan elemen lainnya sangat krusial, di mana angkur menjadi salah satu teknik penghubung yang umum digunakan baik pada konstruksi baru maupun pada struktur yang telah ada sebelumnya (Christianto et al., 2024). Setiap metode pemasangan angkur memiliki keunggulan dan kelemahannya

masing-masing. Pada angkur cor di tempat, lebih banyak terdapat pada perilaku dan mode kegagalan yang dapat diprediksi dan lebih dapat diandalkan. Namun, angkur cor di tempat dinilai kurang efisien dalam konstruksi karena membutuhkan tingkat akurasi yang tinggi pada penempatan angkur. Ini dikarenakan setelah beton mengeras, angkur sudah tidak dapat dipindahkan, maka fleksibilitas pemasangan lebih sedikit dibandingkan dengan angkur pasca pasang (Haidar et al., 2020).

Pada proyek ini, angkur kimia yang merupakan jenis angkur pasca pasang dipilih untuk mengatasi tantangan teknis berupa desain struktur baja yang belum final saat pekerjaan struktur beton berlangsung. Karena menawarkan fleksibilitas, angkur pasca pasang memiliki tantangan tersendiri. Pemasangannya memerlukan tingkat presisi tinggi dan harus dilakukan oleh tenaga ahli yang berkualifikasi, mengingat banyaknya variabel yang perlu diperhatikan pada saat pemasangan (Fuchs & Hofmann, 2021). Proses instalasinya yang meliputi pengeboran, injeksi bahan kimia, hingga pemasangan di ketinggian membawa berbagai potensi bahaya seperti paparan bahan kimia, risiko jatuh, hingga kegagalan struktural (Sormin & Sugianto, 2024).

Untuk mengelola risiko tersebut, diperlukan pendekatan preventif dalam manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), sistem ini sangat penting untuk mencegah kecelakaan sebelum terjadi (Haslam et al., 2005). Proses manajemen meliputi lima kelompok proses utama, yaitu inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan penutupan (Project Management Institute, 2021). Sistem manajemen K3 adalah kerangka kerja yang dirancang untuk mengelola risiko keselamatan dan Kesehatan kerja secara sistematis, dengan persyaratan yang mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta penerapan kontrol yang efektif untuk mencegah kecelakaan dan cedera di tempat kerja (OHSAS, 2007).

Mengingat dokumen K3 konstruksi saat ini masih terlalu umum dan belum mengakomodasi risiko spesifik seperti bahaya kimia, fisik, dan kegagalan instalasi pada struktur komposit bertingkat tinggi, penelitian ini merumuskan SOP K3 spesifik untuk pekerjaan *chemical anchor*. SOP ini dirancang sebagai landasan operasional yang mencakup identifikasi bahaya, prosedur kerja aman, dan spesifikasi APD demi terwujudnya efisiensi dan keselamatan kerja.

Penyusunan SOP dilandaskan pada regulasi keselamatan, spesifikasi teknis operasional, dan metode manajemen risiko. Secara regulasi, landasan yang digunakan adalah Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan PP No. 50 Tahun 2012 dan Pedoman SMK3 berdasar Permen PUPR No. 10 Tahun 2021. Dari sisi teknis, angkur kimia sebagai pengikat pasca-pasang serta metode konstruksinya yang dimulai dari persiapan area, penandaan titik angkur (*marking*), pengeboran beton, proses pembersihan lubang, injeksi bahan kimia, pemasangan angkur ke dalam lubang, hingga metode pengeringan (*curing*) yang memadai (Chemical Anchor Indonesia, 2023).

Sementara itu, untuk analisis K3, digunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) yang merujuk pada standar AS/NZS 4360:2004 yang mencakup tahapan identifikasi bahaya potensial, penilaian tingkat risiko menggunakan variabel kemungkinan terjadi (*likelihood*) dan konsekuensi (*consequence*), serta upaya sistematis untuk menekan risiko ke batas yang dapat diterima (*acceptable risk*) menggunakan pendekatan Hirarki Pengendalian Bahaya (*Hierarchy of Controls*) yang berurutan dari yang paling efektif hingga yang terakhir. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan mengacu pada hasil evaluasi, sehingga dapat diketahui risiko mana yang harus diprioritaskan dan tindakan pengendalian yang sesuai untuk diterapkan (Kartika et al., 2020).

Dengan demikian, perencanaan dokumen K3 ini menjadi landasan fundamental untuk memastikan bahwa penerapan teknologi angkur kimia dapat berjalan secara efisien, aman, dan andal, demi menjamin keberhasilan dan keselamatan keseluruhan Proyek Pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif diterapkan untuk mengeksplorasi secara mendalam fenomena di lapangan, persepsi pekerja, serta mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan teknis pemasangan chemical anchor. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mentransformasikan temuan lapangan menjadi data terukur melalui penilaian risiko (*risk assessment*).

Kedua pendekatan terintegrasi melalui kerangka kerja metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control*). Dengan menggunakan metode HIRARC, dapat mengidentifikasi bahaya, menilai risiko dengan detail, dan menentukan langkah pengendalian yang konsisten untuk memastikan keselamatan dan kesehatan kerja yang optimal (Victor & Opit, 2023). HIRARC memiliki tiga fase, yang diantaranya:

2. 1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya pada tahap awal pekerjaan konstruksi dilakukan secara mendalam dari berbagai aspek. Secara sederhana, identifikasi bahaya adalah usaha terstruktur untuk mengetahui bahaya apa saja yang bisa terjadi dalam kegiatan suatu organisasi (Supriadi & Fauzi Ramdan, 2017). Dalam pelaksanaannya, risiko diklasifikasikan berdasarkan sumber bahaya. Menurut (Tarwaka, 2008), sumber bahaya di lingkungan kerja diklasifikasikan ke dalam lima determinan utama yang berpotensi memicu insiden keselamatan maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK), diantaranya faktor bahaya fisik, bahaya kimia, bahaya biologi, bahaya ergonomic, dan bahaya psikologis.

Untuk mengidentifikasi bahaya tersebut, proses ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui pengumpulan data primer yang bersumber dari hasil observasi lapangan dan wawancara semi terstruktur kepada responden ahli yang telah ditentukan. Kemudian data yang diperoleh akan diklasifikasikan dalam bentuk daftar risiko yang memungkinkan terjadi pada proyek pembangunan dan disajikan dalam bentuk tabel identifikasi risiko.

2. 2 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Menurut (Godfrey, 1996), penilaian risiko dilakukan secara sistematis dengan mengalikan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan konsekuensi yang ditimbulkan (*consequences*). Proses ini menggunakan pendekatan kuantitatif guna menetapkan tingkat risiko berdasarkan korelasi antara frekuensi kejadian dan derajat keparahan yang dihasilkan. Nilai kemungkinan terjadi didapat dari seberapa sering bahaya tersebut dapat terjadi. Berikut tabel tingkat kemungkinan terjadi:

Tabel 1: Tingkat Kemungkinan Terjadi

Skala	Kemungkinan	Definisi
1	Sangat Jarang	Pernah terjadi pada keadaan tertentu saja
2	Jarang	Jarang terjadi, namun masih mungkin terjadi
3	Kadang-Kadang	Dapat terjadi sewaktu-waktu
4	Sering	Sering terjadi namun tidak selalu terjadi
5	Sangat Sering	Hampir pasti terjadi, terjadi berulang kali

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Tabel 2: Tingkat Keparahahan

Skala	Keparahan	Definisi
1	Tidak Signifikan	Tidak ada cedera, sedikit kerugian
2	Ringan	Cidera ringan, dapat disembuhkan dengan P3K
3	Sedang	Cidera sedang, memerlukan perawatan medis
4	Berat	Cidera berat, cacat permanen, sedikit korban jiwa
5	Sangat Berat	Kematian, banyak korban jiwa, pekerjaan dihentikan

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Penilaian dilakukan untuk menentukan tingkat risiko. Sesuai dengan AS/NZS 4360:2004 dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Risk (R)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Consequences (C)}$$

Keterangan:

- Tingkat Risiko (R) = tingkatan risiko
- Probabilitas (L) = kemungkinan bahaya tersebut terjadi
- Konsekuensi (C) = dampak yang ditimbulkan jika kecelakaan terjadi

Hasil tingkat risiko tersebut dikonversikan kedalam tabel matriks penilaian risiko dibawah ini.

Tabel 3: Matrix Risiko

Level Risiko			Konsekuensi/Consequence				
			<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
			1	2	3	4	5
Probabilitas/ Likelihood	5	<i>Almost Certain</i>	H	H	E	E	E
	4	<i>Likely</i>	M	H	H	E	E
	3	<i>Possible</i>	L	M	H	H	E
	2	<i>Unlikely</i>	L	L	M	H	E
	1	<i>Rare</i>	L	L	M	H	H

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Matriks ini berfungsi untuk memetakan tingkat risiko melalui kode warna dan notasi huruf yang merepresentasikan tingkat bahaya.

Tabel 4: Tindakan Risiko

Tingkat Risiko	Tindakan
<i>Extreme Risk</i> (E)	Memiliki tingkat risiko Sangat Tinggi sehingga memerlukan tindakan segera/darurat. Pekerjaan tidak boleh dimulai atau dilanjutkan sebelum risiko diturunkan.
<i>High Risk</i> (H)	Memiliki tingkat risiko Tinggi sehingga memerlukan tindakan manajemen dan pengendalian yang mendesak.
<i>Medium Risk</i> (M)	Memiliki tingkat risiko Sedang sehingga memerlukan prosedur pemantauan atau pengendalian rutin.
<i>Low Risk</i> (L)	Memiliki tingkat risiko Rendah sehingga risiko dapat diterima, namun tetap perlu dipantau agar tidak meningkat.

Sumber: AS/NZS 4360:2004

2. 3 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Setelah risiko dinilai, langkah selanjutnya adalah pengendalian risiko untuk menurunkan tingkat risiko ke batas yang dapat diterima (*acceptable risk*). Berdasarkan

AS/NZS 4801:2001 prinsip Hirarki Pengendalian Bahaya (*Hierarchy of Controls*) yang berurutan dari yang paling efektif hingga yang terakhir, diantaranya:

- Elimination** (Eliminasi Risiko)
Tingkatan pengendalian yang paling efektif karena menghilangkan bahaya sepenuhnya dari tempat kerja. Jika bahaya tidak ada, maka risiko tidak akan terjadi.
- Substitution** (Substitusi Risiko)
Pengendalian ini berfokus pada tindakan mengganti material, alat, atau proses kerja yang berbahaya dengan alternatif yang memiliki risiko yang lebih rendah.
- Engineering Controls** (Rekayasa Teknis)
Pengendalian ini dilakukan dengan memodifikasi struktur fisik atau penambahan peralatan untuk menghindari pekerja dari bahaya.
- Administrative Controls** (Pengendalian Administratif)
Pengendalian ini dilakukan melalui aturan cara kerja dan lingkungan kerja, seperti pelatihan, ataupun SOP.
- Personal Protective Equipment** (Alat Pelindung Diri)
Alat Pelindung Diri (APD) digunakan untuk perlindungan diri dari lingkungan kerja agar tetap aman dan selamat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Proyek.

Poyek Pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo Tahap 1, merupakan bangunan museum dan hotel dengan 26 lantai yang berlokasi Desa Sampung, Kec. Sampung, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Jenis struktur menggunakan struktur beton dan struktur baja. Pemilihan proyek ini sebagai objek penelitian didasarkan pada tahapan pekerjaan *chemical anchor* di ketinggian guna memastikan keselamatan pekerjaan.

3.2 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengenali potensi bahaya yang mungkin muncul di area proyek. Proses ini menjadi langkah pertama dalam menyusun SOP K3. Berikut adalah tabel identifikasi bahaya pada pekerjaan pemasangan *chemical anchor*:

Tabel 5 Identifikasi Bahaya

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko Pekerja
R1	Persiapan Area & Peralatan Kerja	Area kerja berantakan/tidak rata	Fisik	Tersandung, terpeleset
R2		Peralatan (mesin bor) tidak layak pakai (Korsleting listrik, alat rusak)	Fisik	Luka bakar, tersengat listrik
R3		Jatuh dari ketinggian >10 meter	Fisik	Cedera patah tulang, kematian
R4		Terpaan angin kencang di ketinggian	Fisik	Cedera serius akibat Jatuh
R5		Peralatan (mesin bor) jatuh menimpa orang di bawah	Fisik	Cedera pada kepala, luka memar di kepala
R6		Kegagalan fungsi perancah (<i>scaffolding</i>) akibat tidak stabil	Fisik	Tubuh jatuh dan tertimpa perancah

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko Pekerja
R7	Pengukuran dan Penandaan (<i>Marking</i>)	Posisi <i>marking</i> salah	Psikologi	Stres mental dan kelelahan fisik ekstra akibat
R8		Posisi kerja tidak ergonomis	Ergonomi	Nyeri punggung/otot
R9	Pengeboran Lubang Anchor	Debu silika dari beton	Kimia	Iritasi mata, inspeksi saluran pernapasan (ISPA)
R10		Kebisingan tinggi dari mesin bor (<i>Noise Induced Hearing Loss/NIHL</i>)	Fisik	Penurunan daya dengar, sakit kepala
R11		Getaran (<i>Hand-Arm Vibration Syndrome/HAVS</i>)	Fisik	Kelelahan saraf dan otot tangan
R12		Mata bor patah (Terkena serpihan metal/beton)	Fisik	Luka terbuka pada kulit
R13		Posisi pengeboran tidak tegak lurus	Ergonomi	Ketegangan berlebih pada otot bahu dan lengan
R14	Pembersihan Lubang Bor	Debu sisa tertinggal di lubang	Psikologi	Kelelahan fisik akibat rework
R15		Debu beterbangan saat ditiup	Kimia	Iritasi mata dan saluran pernapasan (ISPA)
R16	Injeksi Bahan Kimia	Paparan bahan kimia	Kimia	Iritasi kulit, mata, dan saluran napas
R17		<i>Cartridge</i> meledak/bocor (Suhu penyimpanan salah, alat <i>gun</i> rusak)	Kimia	Cedera mata akibat cipratan andesif
R18		Dosis kimia salah	Psikologi	Paparan ulang bahan kimia saat harus membersihkan residu yang gagal
R19	Pemasangan Angkur	Tangan terjepit saat memasukkan angkur	Fisik	Luka memar terbuka, memar kuku, hingga retak/patah tulang jari
R20		Angkur dipasang tidak lurus atau terlalu dangkal	Ergonomi	Keseleo pada tangan akibat mencabut paksa
R21		Angkur jatuh menimpa orang saat proses instalasi	Fisik	Cedera tumpul, luka robek, atau memar
R22	Pengeringan (<i>Curing</i>)	Angkur tersenggol/terbebani sebelum <i>curing time</i>	Fisik	Luka memar atau lecet pada tulang
R23	Faktor Eksternal	Pencahayaan area yang kurang memadai pada malam hari	Fisik	Kelelahan mata, disorientasi visual

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko Pekerja
R24		Tegangan listrik yang tidak stabil atau mati mendadak	Fisik	Terkejut yang memicu hilang keseimbangan
R25		Sambaran petir dan lantai kerja licin karena hujan	Fisik	Luka bakar parah, keseleo
R26		Kelelahan (<i>fatigue</i>)	Psikologi	Pingsan, <i>microsleep</i>

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

Setelah tahap identifikasi dan klasifikasi sumber bahaya diselesaikan secara komprehensif, dengan total temuan sebanyak 26 potensi bahaya, tahapan selanjutnya adalah melakukan Penilaian Risiko (*Risk Assessment*).

3.3 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko merupakan proses menentukan nilai risiko ® secara kuantitatif. Perhitungan dilakukan dengan mengkalikan skor dari dua parameter utama, yaitu nilai Kemungkinan (*Likelihood*) dan nilai Konsekuensi (*Consequences*). Proses penilaian mengacu pada AS/NZS 4360:2004. Berikut adalah tabel penilaian risiko pada setiap tahapan pekerjaan pemasangan *chemical anchor*.

Tabel 6 Penilaian Risiko

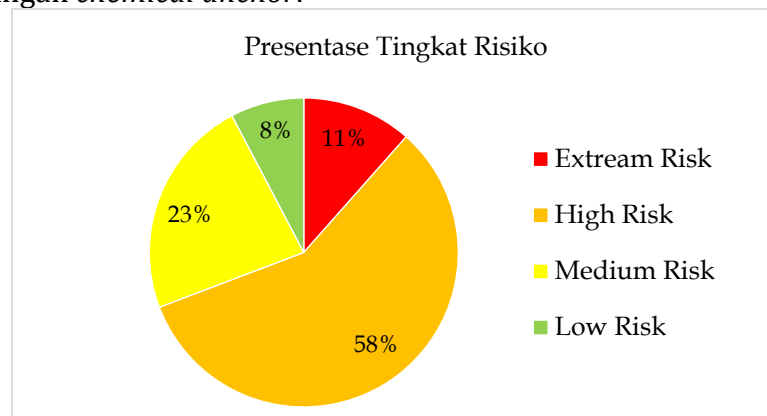
Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Kategori Penilaian		Nilai Risiko R = L x C	Tingkat Risiko
				L	C		
R1	Persiapan Area & Peralatan Kerja	Area kerja berantakan/ tidak rata	Tersandung, terpeleset	3	2	6	Medium Risk
R2		Peralatan (mesin bor) tidak layak pakai	Luka bakar, tersengat listrik	2	3	6	Medium Risk
R3		Jatuh dari ketinggian >10 meter	Cedera patah tulang, kematian	2	5	10	Extreme Risk
R4		Terpaan angin kencang di ketinggian	Cedera serius akibat Jatuh	3	4	12	High Risk
R5		Peralatan (mesin bor) jatuh menimpa orang di bawah	Cedera pada kepala, luka memar di kepala	2	4	8	High Risk
R6		Kegagalan fungsi perancah (<i>scaffolding</i>) akibat tidak stabil	Tubuh jatuh dan tertimpa perancah	1	5	5	High Risk
R7	Pengukuran dan Penandaan (<i>Marking</i>)	Posisi <i>marking</i> salah	Stres mental dan kelelahan fisik ekstra akibat	2	4	8	High Risk

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Kategori Penilaian		Nilai Risiko R = L x C	Tingkat Risiko
				L	C		
R8		Posisi kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot	3	2	6	Medium Risk
R9	Pengeboran Lubang Angkur	Debu silika dari beton	Iritasi mata, inspeksi saluran pernapasan (ISPA)	4	3	12	High Risk
R10		Kebisingan tinggi dari mesin bor	Penurunan daya dengar, sakit kepala	4	3	12	High Risk
R11		Getaran (<i>Hand-Arm Vibration Syndrome/HAVS</i>)	Kelelahan saraf dan otot tangan	3	2	6	Medium Risk
R12		Mata bor patah	Luka terbuka pada kulit	2	3	6	Medium Risk
R13		Posisi pengeboran tidak tegak lurus	Ketegangan berlebih pada otot bahu dan lengan	3	4	12	High Risk
R14	Pembersihan Lubang Bor	Debu sisa tertinggal di lubang	Kelelahan fisik akibat rework	3	3	9	High Risk
R15		Debu beterbangan saat ditiup	Iritasi mata dan saluran pernapasan	4	2	8	High Risk
R16	Injeksi Bahan Kimia	Paparan bahan kimia	Iritasi kulit, mata, dan saluran napas	4	4	16	Extreme Risk
R17		Cartridge meledak/ bocor	Cedera mata akibat cipratan andesif	1	4	4	High Risk
R18		Dosis kimia salah	Paparan bahan kimia saat harus membersihkan residu yang gagal	3	3	9	High Risk
R19	Pemasangan Angkur	Tangan terjepit saat memasukkan angkur	Luka memar terbuka, memar kuku, hingga retak/patah tulang jari	2	2	4	Low Risk
R20		Angkur dipasang tidak lurus atau terlalu dangkal	Keseleo pada tangan akibat mencabut paksa	3	3	9	High Risk

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Kategori Penilaian		Nilai Risiko $R = L \times C$	Tingkat Risiko
				L	C		
R21		Angkur jatuh menimpa orang saat proses instalasi	Cedera tumpul, luka robek, atau memar	2	4	8	High Risk
R22	Pengeringan (<i>Curing</i>)	Angkur tersenggol/terbeban sebelum <i>curing time</i>	Luka memar atau lecet pada tulang	3	3	9	High Risk
R23	Faktor Eksternal	Pencahaya area yang kurang memadai pada malam hari	Kelelahan mata, disorientasi visual	2	3	6	Medium Risk
R24		Tegangan listrik yang tidak stabil atau mati mendadak	Terkejut yang memicu hilang keseimbangan	2	2	4	Low Risk
R25		Sambaran petir dan lantai kerja licin karena hujan	Luka bakar parah, keseleo	2	5	10	Extreme Risk
R26		Kelelahan (<i>fatigue</i>)	Pingsan, <i>microsleep</i>	3	3	9	High Risk

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada tabel diatas, didapatkan tingkat risiko dari masing-masing tahapan pekerjaan. Berikut adalah grafik presentase tingkat risiko pada pekerjaan pemasangan *chemical anchor*.



Gambar 1 Diagram Presentase Tingkat Risiko

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

Dari grafik tingkat risiko diatas dapat disimpulkan bahwa tingkat Extreme risk sebesar 11%, tingkat risiko tinggi sebesar 58%, tingkat risiko sedang sebesar 23%, dan tingkat risiko rendah sebesar 8%.

3.4 Pengendalian Risiko (Risk Control)

Pengendalian risiko dilakukan sebagai tindakan upaya mengurangi tingkat risiko ke batas yang dapat diterima (*acceptable*). Pengendalian ini mengikuti prinsip Hierarki

Pengendalian Bahaya (*Hierarchy of Control*) yang berdasarkan standar AS/NZS 4801:2001 mencakup:

Tabel 7 Pengendalian Risiko

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Tingkat Risiko	Pengendalian Risiko	Hierarki Pengendalian
R1	Persiapan Area & Peralatan Kerja	Area kerja berantakan / tidak rata	Tersandung, terpeleset	Medium Risk	Lakukan <i>housekeeping</i> sebelum memulai. Pastikan area kerja kering dan bebas hambatan.	Pengendalian Administratif
R2		Peralatan tidak layak pakai (Korsleting 1936 listrik, alat rusak)	Luka bakar, tersengat listrik	Medium Risk	Lakukan P2H (Pemeriksaan Harian) pada mesin bor, kabel, dan mata bor. Pastikan tidak ada kabel terkelupas	Pengendalian Administratif
R3		Jatuh dari ketinggian >10 meter	Cedera patah tulang, kematian	Extreme Risk	Wajib menggunakan <i>Full Body Harness</i> dengan <i>double lanyard & absorber</i> .	APD
					Penggunaan <i>lifeline</i> yang tersertifikasi	Pengendalian Administratif
					Pemasangan <i>Railing</i> (pagar pengaman) dan <i>Safety net</i> di tepi lantai 14.	Rekayasa Teknik
R4		Terpaan angin kencang di ketinggian	Cedera serius akibat Jatuh	High Risk	Gunakan Anemometer untuk cek kecepatan angin (Hentikan kerja jika angin > 20-25 knot).	Pengendalian Administratif
					Wajib menggunakan <i>Full Body Harness</i> dengan <i>double lanyard & absorber</i> .	APD
R5		Peralatan (mesin bor) jatuh menimpa orang di bawah	Cedera pada kepala, luka memar di kepala	High Risk	Wajib memasang <i>Safety Net</i> di sekeliling area kerja.	Rekayasa Teknik
					Gunakan <i>Tool Lanyard</i> (tali pengikat alat ke pinggang).	Rekayasa Teknik

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Tingkat Risiko	Pengendalian Risiko	Hierarki Pengendalian
R6		Kegagalan fungsi perancah (<i>scaffolding</i>) akibat tidak stabil	Tubuh jatuh dan tertimpa perancah	High Risk	Inspeksi harian perancah	Pengendalian Administratif
R7	Pengukuran dan Penandaan (<i>Marking</i>)	Posisi <i>marking</i> salah	Stres mental dan kelelahan fisik ekstra akibat	High Risk	Menggunakan <i>laser level</i> untuk akurasi dan mengurangi postur membungkuk.	Rekayasa Teknik
R8		Posisi kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot	Medium Risk	Lakukan <i>stretching</i> (peregangan) dan pastikan posisi tubuh stabil saat melakukan <i>marking</i> .	Pengendalian Administratif
R9	Pengeboran Lubang Angkur	Debu silika dari beton	Iritasi mata, inspeksi saluran pernapasan (ISPA)	High Risk	Wajib gunakan masker debu (N95 atau lebih tinggi).	APD
					Wajib gunakan <i>safety goggles</i> (kacamata pelindung tertutup).	APD
					Menggunakan bor terintegrasi HEPA <i>vacuum</i> penyedot debu silika.	Rekayasa Teknik
R10		Kebisingan tinggi dari mesin bor	Penurunan daya dengar, sakit kepala	High Risk	Wajib gunakan <i>earplug</i> atau <i>earmuff</i> .	APD
R11		Getaran (<i>Hand-Arm Vibration Syndrome/HAVS</i>)	Kelelahan saraf dan otot tangan	Medium Risk	Berikan jeda istirahat (rotasi kerja) untuk mengurangi paparan getaran.	Pengendalian Administratif
R12		Mata bor patah (Terkena serpihan metal/beton)	Luka terbuka pada kulit	Medium Risk	Pastikan mata bor tajam dan sesuai spesifikasi.	Pengendalian Administratif
					Wajib menggunakan sarung tangan <i>safety</i>	APD
					Wajib gunakan <i>safety goggles</i> (kacamata pelindung tertutup).	APD

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Tingkat Risiko	Pengendalian Risiko	Hierarki Pengendalian
R13		Posisi pengeboran tidak tegak lurus	Ketegangan berlebih pada otot bahu dan lengan	High Risk	Gunakan alat bantu jika perlu untuk memastikan kelurusan.	Rekayasa Teknik
R14	Pembersihan Lubang Bor	Debu sisa tertinggal di lubang	Kelelahan fisik akibat rework	High Risk	Gunakan pompa tiup (<i>blower</i>) manual atau kompresor	Rekayasa Teknik
R15		Debu beterbangan saat ditiup	Iritasi mata dan saluran pernapasan	High Risk	Wajib gunakan masker debu (N95 atau lebih tinggi). Wajib gunakan <i>safety goggles</i> (kacamata pelindung tertutup).	APD APD
R16		Paparan bahan kimia	Iritasi kulit, mata, dan saluran napas	Extreme Risk	Wajib gunakan sarung tangan kimia (<i>chemical resistant gloves</i>)	APD
					Wajib gunakan masker debu (N95 atau lebih tinggi).	APD
					Wajib gunakan <i>safety goggles</i> (kacamata pelindung tertutup).	APD
R17	Injeksi Bahan Kimia	Cartridge meledak/bocor	Cedera mata akibat cipratan andesit	High Risk	Penyimpanan sesuai MSDS, pelatihan simulasi dosis pembuangan awal	Pengendalian Administratif
R18		Dosis kimia salah	Paparan bahan kimia saat harus membersihkan residu yang gagal	High Risk	Buang 1-2 tembakan pertama hingga warna tercampur merata. Isi lubang (2/3 penuh) dari dasar lubang ke luar untuk menghindari kantong udara.	Pengendalian Administratif Pengendalian Administratif
R19	Pemasangan Angkur	Tangan terjepit saat memasukkan angkur	Luka memar terbuka, memar kuku, hingga retak/pata	Low Risk	Gunakan sarung tangan <i>safety</i>	APD
					Masukkan angkur dengan gerakan memutar secara perlahan namun pasti.	Pengendalian Administratif

Kode	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Pekerja	Tingkat Risiko	Pengendalian Risiko	Hierarki Pengendalian
			h tulang jari			
R20		Angkur dipasang tidak lurus atau terlalu dangkal	Keseleo pada tangan akibat mencabut paksa	High Risk	Pastikan kedalaman pemasangan sesuai <i>marking</i> pada angkur.	Rekayasa Teknik
R21		Angkur jatuh menimpa orang saat proses instalasi	Cedera tumpul, luka robek, atau memar	High Risk	Sterilisasi area bawah dengan <i>barricade</i> dan rambu peringatan	Pengendalian Administratif
R22	Pengeringan (<i>Curing</i>)	Angkur tersenggol/terbebani sebelum curing time	Luka memar atau lecet pada tulang	High Risk	Beri tanda/label pada angkur yang baru dipasang	Pengendalian Administratif
R23		Pencahayaan area yang kurang memadai pada malam hari	Kelelahan mata, disorientasi visual	Medium Risk	Tambahkan lampu kerja (TL/ <i>Floodlight</i>) jika pekerjaan di malam hari.	Rekayasa Teknik
R24		Tegangan listrik yang tidak stabil atau mati mendadak	Terkejut yang memicu hilangnya keseimbangan	Low Risk	Gunakan <i>Stabilizer</i> jika menggunakan sumber dari Genset. Pastikan kabel sesuai untuk menghindari <i>voltage drop</i> .	Rekayasa Teknik Rekayasa Teknik
R25		Sambaran petir dan lantai kerja licin karena hujan	Luka bakar parah, keseleo	Extreme Risk	Kebijakan <i>Stop Work Authority</i> jika terjadi hujan atau cuaca buruk.	Pengendalian Administratif
R26		Kelelahan (<i>fatigue</i>)	Pingsan, <i>microsleep</i>	High Risk	Mengatur jam kerja maksimal, menyediakan rest area dan air minum.	Pengendalian Administratif

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Berdasarkan rincian pada pengendalian risiko di atas, bahwasannya mitigasi risiko pada pekerjaan pemasangan *chemical anchor* menuntut penerapan perlindungan berlapis

yang didominasi oleh rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan kedisiplinan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Formulasi pengendalian ini tidak lepas dari evaluasi mendalam yang diberikan oleh para praktisi di lapangan guna memastikan langkah mitigasi tidak hanya ideal secara teori, tetapi juga aplikatif untuk dieksekusi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa kesimpulan utama:

- a. Dari hasil identifikasi bahaya, ditemukan sebanyak 26 potensi bahaya yang tersebar pada beberapa tahapan pekerjaan pemasangan chemical anchor di lantai 14 hingga 26. Faktor fisik menjadi sumber bahaya paling dominan.
- b. Hasil penilaian risiko menunjukkan mayoritas bahaya berada pada tingkat risiko Tinggi sebesar 58 % dan Ekstrem sebesar 11 %, disusul tingkat risiko Sedang pada 23 % dan Rendah pada 8 %.
- c. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko, pengendalian risiko difokuskan pada penerapan hierarki pengendalian administratif dan penggunaan Alat Pelindung Diri yang spesifik. Pengendalian risiko dirumuskan ke dalam sebuah SOP agar menjadi standar operasional keselamatan dan kesehatan kerja di pekerjaan pemasangan *chemical anchor*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chemical Anchor Indonesia. (2023). *Cara Pemasangan Chemical Anchor (Angkur Kimia)*. 1–8.
- Christianto, D., Audrian, N., Victoria, G., Studi, P., Teknik, S., Tarumanagara, U., Studi, P., Teknik, S., Tarumanagara, U., Studi, P., Teknik, S., Tarumanagara, U., Studi, P., Teknik, S., & Tarumanagara, U. (2024). Analisis Panjang Pengankuran Terhadap Kuat Tarik Maksimum Menggunakan Aplikasi MIDAS FEA MX. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(3), 885–898.
- Fuchs, W., & Hofmann, J. (2021). Post-installed reinforcing bars – Requirements for their reliable use. *Developments in the Built Environment*, 5(October 2020), 100040. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100040>
- Godfrey, P. S. (1996). *Control of Risk: A Guide to the Systematic Management of Risk from Construction*. CIRIA.
- Haidar, H. H., Mussa, F. I., Dawood, A. O., Ghazi, A. A., & Gabbar, R. A. (2020). Experimental Study of Post Installed Rebar Anchor Systems for Concrete Structure. *Civil and Environmental Engineering*, 16(2), 308–319.
- Haslam, R. A., Hide, S. A., Gibb, A. G. F., Gyi, D. E., Pavitt, T., Atkinson, S., & Duff, A. R. (2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*, 36(4 SPEC. ISS.), 401–415.
- Kartika, E., Rahayu, E. P., Zaman, K., Herniwanti, & Nopriadi. (2020). Analisis Manajemen Risiko dengan Metode AS/NZS 4360:2004 pada Tangki Timbun Minyak di Riau. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 218–226.
- OHSAS. (2007). OHSAS 18001:2007 – Occupational health and safety management systems – Requirements. *British Standards Institution*.
- Project Management Institute, P. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (7ed)*.
- Sormin, S. A., & Sugianto, W. (2024). Analisis Resiko K3 Karyawan Kontraktor Renovasi di

- Ketinggian di Kota Batam. *Jurnal Comasie*, 11(3), 87–97.
- Standards Australia & Standards New Zealand. (2001). AS/NZS 4801:2001 – Occupational health and safety management systems – Specification with guidance for use. In *Standards Australia; Standards New Zealand*.
- Standards Australia & Standards New Zealand. (2004). AS/NZS 4360:2004 – Risk management. In *Standards Australia; Standards New Zealand*.
- Supriadi, & Fauzi Ramdan. (2017). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Pada Divisi Boiler Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 1(2), 161.
- Tarwaka. (2008). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Harapan Press.
- Victor, I., & Opit, P. F. (2023). Identifikasi Bahaya Kerja Dengan Metode Hirarc (Studi Kasus Di Ud. Rioria Langowan). *Universitas Katolik De La Salle ...*, 1–10.