Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2776-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 52003-52013

Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Penggalian Tanah Kabel Tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan

Khairul Amri Simbolon[1], Risky Fajar Sundari[2], Syafriman[3]
[1,2,3] Universitas Alwashliyah Medan

Corresponding Author: amriamrii1945@gmail.com

Published: October , 2025

ABSTRAK

Pekerjaan penggalian tanah untuk pemasangan kabel tanam memiliki potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang memerlukan identifikasi, penilaian, dan pengendalian secara sistematis. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis tingkat risiko, serta mengevaluasi pengendalian K3 pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan melibatkan 20 informan yang terdiri atas 2 supervisor, 3 pengawas lapangan, 2 petugas K3, dan 13 tenaga kerja lapangan. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat risiko berbeda pada setiap tahapan pekerjaan. Penggalian tanah memperoleh nilai risiko 20 dengan kategori sangat tinggi, pemasangan kabel memperoleh nilai 15 dengan kategori tinggi, pengangkatan material memperoleh nilai 9 dengan kategori sedang, dan penimbunan kembali memperoleh nilai 4 dengan kategori rendah. Pengendalian yang tercatat meliputi penerapan *Lock Out Tag Out* (LOTO), penggunaan alat pelindung diri (APD), pengawasan tenaga kerja, dan penggunaan alat bantu pengangkatan material. Namun, observasi masih menemukan tenaga kerja yang belum menggunakan APD secara lengkap sesuai jenis pekerjaan. Penelitian menyimpulkan bahwa penggalian tanah dan pemasangan kabel perlu menjadi prioritas pengendalian risiko. Penguatan pengawasan, pembinaan K3, kepatuhan penggunaan APD, dan evaluasi ulang risiko setelah pengendalian diterapkan diperlukan untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan yang lebih aman.

Keywords: K3, HIRARC, Analisis Risiko, Penggalian Tanah, Kabel Tanam

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek fundamental dalam kegiatan konstruksi dan ketenagalistrikan, terutama pada pekerjaan yang memiliki potensi bahaya tinggi. Penerapan K3 bertujuan melindungi tenaga kerja dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja sekaligus menciptakan lingkungan kerja yang aman serta mendukung produktivitas dan efisiensi operasional. International Labour Organization (ILO, 2022) menempatkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam konstruksi sebagai perhatian penting karena bahaya di tempat kerja dapat berdampak terhadap tenaga kerja maupun pihak lain yang berada di sekitar lokasi pekerjaan. Dalam sektor ketenagalistrikan, risiko tersebut perlu mendapat perhatian karena kecelakaan tidak hanya mengancam keselamatan pekerja, tetapi juga berpotensi mengganggu keandalan jaringan listrik dan kontinuitas pelayanan kepada masyarakat.

Pekerjaan penggalian tanah untuk pemasangan kabel tanam merupakan salah satu aktivitas konstruksi yang memerlukan pengelolaan risiko K3 secara sistematis. Tahapan pekerjaan yang mencakup persiapan lokasi, penggalian tanah, pemasangan kabel, dan penimbunan kembali memiliki karakteristik bahaya yang berbeda. Potensi bahaya dapat berasal dari kondisi tanah, peralatan kerja, metode pelaksanaan, faktor manusia, serta lingkungan sekitar. Risiko yang dapat muncul meliputi

longsoran dinding galian, tertimbun material, terpeleset atau terjatuh, cedera akibat penggunaan peralatan, dan paparan debu. Keberadaan utilitas bawah tanah, seperti jaringan listrik aktif, pipa air, dan kabel telekomunikasi, juga meningkatkan risiko kerusakan fasilitas serta kecelakaan apabila pekerjaan tidak diawali dengan identifikasi kondisi lapangan yang memadai.

Penerapan K3 pada pekerjaan penggalian di kawasan perkotaan menghadapi tantangan tambahan karena aktivitas pekerjaan berlangsung berdekatan dengan lalu lintas dan masyarakat. Kondisi tersebut menuntut pengamanan area kerja, pemasangan rambu keselamatan, pemeriksaan peralatan, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta pengawasan pelaksanaan pekerjaan. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja memberikan landasan normatif bagi upaya pencegahan kecelakaan dan perlindungan keselamatan tenaga kerja di tempat kerja. Ketentuan tersebut relevan dengan pekerjaan penggalian tanah yang memiliki potensi bahaya terhadap pekerja maupun orang lain di sekitar lokasi. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.01/MEN/1980 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Konstruksi Bangunan juga menjadi salah satu rujukan regulatif yang dicantumkan dalam kajian penelitian mengenai pelaksanaan keselamatan pada kegiatan konstruksi.

Manajemen risiko K3 diperlukan untuk mengenali sumber bahaya, menentukan tingkat risiko, dan menetapkan prioritas tindakan pengendalian. ISO 45001:2018 menjelaskan pentingnya penilaian risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian dan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Widodo (2021) juga menekankan pengelolaan risiko K3 melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko sebagai bagian dari upaya mencegah kecelakaan serta penyakit akibat kerja. Sejalan dengan pendekatan tersebut, Putra et al. (2019) menempatkan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan tindakan pengendalian sebagai langkah preventif. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan memprioritaskan bahaya yang membutuhkan penanganan segera dan menyesuaikan tindakan pengendalian dengan karakteristik pekerjaan.

Salah satu metode yang digunakan untuk melaksanakan proses tersebut adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Metode ini mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan *likelihood* atau kemungkinan terjadinya kejadian dan *severity* atau tingkat keparahan dampaknya. Hasil penilaian selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat risiko dan menetapkan prioritas pengendalian. Widodo (2021) menjelaskan bahwa pengendalian risiko perlu disesuaikan dengan tingkat risiko yang dihadapi, sedangkan ISO 45001:2018 menekankan perlunya pengelolaan risiko secara sistematis. Penerapan HIRARC pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam dapat membantu mengidentifikasi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan dan menyediakan dasar penentuan langkah pencegahan yang sesuai.

Penelitian terdahulu yang dicantumkan dalam kajian penelitian menunjukkan relevansi analisis risiko K3 pada pekerjaan penggalian dan instalasi kabel. Rahman (2021), dalam penelitian berjudul *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Galian Utilitas Bawah Tanah*, mengidentifikasi longsoran tanah, tertimpa material galian, dan kontak dengan utilitas bawah tanah sebagai potensi bahaya utama. Pengendalian yang dibahas meliputi penerapan prosedur operasional standar, penggunaan APD, dan pemasangan rambu keselamatan. Pratama dan Nugroho (2022), melalui penelitian *Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 pada Pekerjaan Instalasi Kabel Listrik*, mengidentifikasi potensi sengatan listrik, penggunaan peralatan kerja, serta aktivitas penggalian sebagai sumber risiko penting. Kedua penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pekerjaan penggalian dan instalasi kabel memerlukan identifikasi bahaya serta penilaian risiko yang terstruktur.

Kajian penelitian terdahulu tersebut menjadi landasan untuk mengkaji risiko K3 pada konteks pekerjaan yang lebih spesifik, yaitu penggalian tanah kabel tanam di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Medan. Karakteristik lokasi, keberadaan utilitas bawah tanah, penggunaan peralatan, aktivitas pengangkatan material, dan kedekatan dengan lalu lintas dapat membentuk kombinasi bahaya yang memerlukan penilaian berdasarkan kondisi aktual. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi risiko utama selama pekerjaan penggalian tanah kabel tanam serta upaya pencegahan dan pengendalian kecelakaan kerja. Analisis dilakukan menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan mengevaluasi tindakan pengendalian yang diterapkan. Hasil

penelitian diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi penerapan K3 dan dasar penyusunan rekomendasi pengendalian risiko yang sesuai dengan kondisi pekerjaan di PT PLN (Persero) UP3 Medan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis tingkat risiko, dan mengevaluasi pengendalian keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam. Penelitian dilaksanakan di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Medan, kawasan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara. Pengumpulan data dilakukan pada rangkaian kegiatan penelitian tahun 2026.

Responden penelitian berjumlah 20 orang yang dipilih secara purposif berdasarkan keterlibatan dan pengetahuan mereka terhadap pekerjaan penggalian tanah kabel tanam. Responden terdiri atas 2 supervisor, 3 pengawas lapangan, 2 petugas K3, dan 13 pekerja lapangan. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan pendekatan semi-terstruktur, serta kuesioner. Observasi difokuskan pada tahapan persiapan, penggalian tanah, pemasangan kabel, dan penimbunan kembali, termasuk kondisi lingkungan kerja, penggunaan peralatan, serta kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD). Data sekunder diperoleh melalui dokumentasi yang relevan dengan pelaksanaan pekerjaan dan penerapan K3.

Analisis risiko dilakukan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Identifikasi bahaya dilaksanakan pada setiap tahapan pekerjaan untuk mengenali sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Penilaian risiko dilakukan dengan mengombinasikan dua parameter, yaitu *likelihood* (kemungkinan terjadinya bahaya) dan *severity* (tingkat keparahan dampak). Masing-masing parameter menggunakan skala 1–5. Nilai risiko dihitung dengan rumus: Rumus Penilaian Risiko: Risiko (R) = *Likelihood* (L) × *Severity* (S). Nilai risiko selanjutnya diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu rendah (*low risk*) dengan skor 1–4, sedang (*medium risk*) dengan skor 5–9, tinggi (*high risk*) dengan skor 10–16, serta sangat tinggi atau ekstrem (*extreme risk*) dengan skor 17–25. Klasifikasi tersebut digunakan untuk menentukan prioritas pengendalian berdasarkan besarnya risiko pada setiap aktivitas pekerjaan.

Tahap pengendalian risiko dilakukan dengan mengidentifikasi tindakan pengendalian yang telah diterapkan dan menilai kebutuhan perbaikannya berdasarkan hasil penilaian risiko. Evaluasi mencakup tindakan yang berkaitan dengan identifikasi utilitas bawah tanah, pelaksanaan *toolbox meeting*, pemasangan rambu keselamatan, penggunaan APD, pemeriksaan peralatan, dan pengawasan pekerjaan. Rekomendasi pengendalian dirumuskan dengan mempertimbangkan karakteristik bahaya, tingkat risiko, serta kondisi aktual pelaksanaan pekerjaan.

Keabsahan data diperiksa melalui triangulasi sumber, triangulasi teknik, dan triangulasi waktu. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari pihak-pihak yang terlibat dalam pekerjaan. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan data observasi, wawancara, dokumentasi, dan informasi kuesioner yang relevan. Triangulasi waktu dilakukan dengan membandingkan pengamatan pada tahapan pekerjaan atau waktu pelaksanaan yang berbeda. Data kualitatif dianalisis melalui reduksi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Hasil analisis tersebut kemudian disintesiskan dengan hasil penilaian HIRARC untuk menghasilkan gambaran mengenai tingkat risiko dan kebutuhan pengendalian K3 pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Potensi Bahaya pada Pekerjaan Penggalian Tanah Kabel Tanam

Identifikasi potensi bahaya merupakan tahap awal dalam analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan. Hasil observasi lapangan, wawancara dengan supervisor, pengawas lapangan, petugas K3, dan pekerja lapangan, serta penelaahan dokumentasi menunjukkan bahwa potensi bahaya dapat muncul dari aktivitas pekerjaan, penggunaan peralatan, pengangkatan material, dan keberadaan utilitas bawah

tanah. Karakteristik pekerjaan yang melibatkan aktivitas fisik secara langsung dan berlangsung di lingkungan dengan kondisi yang beragam menyebabkan setiap tahapan pekerjaan memerlukan identifikasi bahaya dan pengendalian yang sesuai.

Hasil identifikasi dalam penelitian ini mencakup empat aktivitas utama, yaitu penggalian tanah, pemasangan kabel tanam, pengangkatan material, dan penimbunan kembali. Pada aktivitas penggalian tanah, potensi bahaya yang dicatat dalam tabel hasil penelitian berkaitan dengan utilitas bawah tanah milik pihak lain, termasuk jaringan air, telekomunikasi, gas, dan utilitas pemerintah daerah. Kontak dengan utilitas tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap jaringan yang telah terpasang serta membahayakan pekerja, bergantung pada jenis utilitas dan karakteristik insiden yang terjadi. Temuan ini memperlihatkan bahwa risiko pekerjaan penggalian tidak hanya berasal dari proses pemindahan tanah, tetapi juga dari keberadaan infrastruktur bawah tanah yang tidak selalu terlihat secara langsung selama pekerjaan berlangsung.

Aktivitas pemasangan kabel tanam memiliki potensi bahaya berupa cedera akibat penggunaan alat kerja. Dampak yang dicatat dalam penelitian meliputi memar, luka robek, dan cedera otot. Potensi tersebut menunjukkan pentingnya kesesuaian penggunaan peralatan, teknik kerja yang benar, dan pengawasan selama proses pemasangan. Pekerjaan yang melibatkan pemindahan serta penempatan kabel juga memerlukan koordinasi ant pekerja agar gerakan, posisi kerja, dan penggunaan peralatan tidak menimbulkan kondisi yang membahayakan keselamatan.

Aktivitas pengangkatan material berkaitan dengan risiko ergonomis, terutama akibat penanganan beban berat secara manual. Dampak yang dicatat dalam penelitian adalah cedera punggung. Risiko ini menunjukkan bahwa keselamatan kerja tidak hanya berkaitan dengan kemungkinan kecelakaan yang terjadi secara tiba-tiba, tetapi juga dengan beban fisik yang diterima pekerja selama melakukan aktivitas berulang. Penggunaan alat bantu angkat dan penerapan teknik pengangkatan yang benar menjadi aspek penting untuk dipertimbangkan dalam pengendalian bahaya pada tahapan tersebut.

Aktivitas penimbunan kembali memiliki potensi bahaya berupa cedera akibat penggunaan alat kerja, dengan kemungkinan dampak berupa cedera pada kaki atau tangan. Meskipun merupakan tahap akhir pekerjaan, aktivitas ini tetap membutuhkan pengawasan dan penerapan prosedur keselamatan. Kondisi area kerja yang berubah selama proses penimbunan dan pemadatan dapat memengaruhi posisi pekerja serta interaksinya dengan peralatan yang digunakan. Oleh sebab itu, penyelesaian pekerjaan tidak dapat dijadikan alasan untuk mengurangi kewaspadaan terhadap bahaya yang masih terdapat di lokasi kerja.

Secara keseluruhan, hasil identifikasi memperlihatkan bahwa potensi bahaya pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam memiliki karakteristik yang berbeda antartahapan. Bahaya pada penggalian berkaitan dengan keberadaan utilitas bawah tanah, sedangkan pemasangan kabel, pengangkatan material, dan penimbunan kembali memiliki potensi bahaya yang berhubungan dengan peralatan kerja, penanganan beban, dan aktivitas fisik pekerja. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa penerapan K3 memerlukan pengendalian yang spesifik berdasarkan sumber bahaya dan kondisi setiap tahapan pekerjaan. Penggunaan satu bentuk pengendalian yang seragam untuk seluruh aktivitas berpotensi tidak memadai apabila tidak mempertimbangkan karakteristik bahaya yang dihadapi.

Temuan identifikasi ini menjadi dasar untuk menentukan tingkat risiko melalui metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Tahap berikutnya tidak hanya menilai jenis bahaya, tetapi juga menentukan prioritas penanganan berdasarkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian dan tingkat keparahan dampaknya. Penilaian tersebut diperlukan agar sumber daya pengendalian K3 dapat diarahkan terlebih dahulu pada aktivitas dengan tingkat risiko paling tinggi.

Penilaian Tingkat Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Penilaian tingkat risiko dilakukan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dengan mengalikan nilai kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*). Penilaian ini menghasilkan nilai risiko yang digunakan untuk menentukan prioritas pengendalian pada setiap aktivitas pekerjaan penggalian tanah kabel tanam di

PT PLN (Persero) UP3 Medan. Klasifikasi risiko dalam penelitian ini meliputi kategori rendah untuk nilai 1–4, sedang untuk nilai 5–9, tinggi untuk nilai 10–16, dan sangat tinggi untuk nilai 17–25.

Tabel 1. Hasil Penilaian Risiko Berdasarkan Metode HIRARC

Aktivitas Pekerjaan	*Likelihood*	*Severity*	Nilai risiko (R)	Kategori
Penggalian tanah	4	5	20	Sangat tinggi
Pemasangan kabel	3	5	15	Tinggi
Pengangkatan material	3	3	9	Sedang
Penimbunan kembali	2	2	4	Rendah

Sumber: Hasil penelitian, diolah dari penilaian risiko HIRARC (2026)

Hasil penilaian menunjukkan bahwa aktivitas penggalian tanah memiliki nilai risiko tertinggi, yaitu 20, yang berasal dari nilai *likelihood* sebesar 4 dan *severity* sebesar 5. Berdasarkan matriks klasifikasi yang digunakan, nilai tersebut termasuk kategori sangat tinggi. Temuan ini menempatkan penggalian tanah sebagai prioritas utama dalam pengendalian risiko karena kombinasi kemungkinan kejadian dan tingkat keparahan dampaknya menghasilkan tingkat risiko paling besar di antara empat aktivitas yang dinilai. Konsisten dengan uraian hasil penelitian, potensi bahaya longsoran tanah menjadi perhatian penting pada tahap ini. Risiko penggalian juga perlu dilihat dalam konteks keberadaan utilitas bawah tanah, sebagaimana teridentifikasi pada tahap identifikasi bahaya.

Nilai *severity* sebesar 5 menunjukkan bahwa penilaian menempatkan konsekuensi bahaya pada tingkat sangat berat berdasarkan skala yang digunakan. Sementara itu, nilai *likelihood* sebesar 4 menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya bahaya dinilai tinggi pada aktivitas tersebut. Kombinasi kedua parameter menghasilkan nilai risiko 20, sehingga aktivitas ini memerlukan pengendalian sebelum pekerjaan dilaksanakan. Implikasi praktisnya adalah perlunya memastikan kondisi area galian telah dinilai, potensi bahaya yang relevan telah diidentifikasi, dan langkah pengendalian yang sesuai telah diterapkan sebelum pekerja melanjutkan aktivitas. Namun, nilai risiko ini merupakan hasil penilaian berdasarkan matriks HIRARC, bukan bukti bahwa kecelakaan tertentu telah terjadi dengan frekuensi tertentu selama penelitian.

Aktivitas pemasangan kabel menempati urutan kedua dengan nilai risiko 15, terdiri atas *likelihood* sebesar 3 dan *severity* sebesar 5. Nilai tersebut termasuk kategori tinggi. Hasil ini memperlihatkan bahwa meskipun kemungkinan kejadian dinilai lebih rendah dibandingkan penggalian tanah, tingkat keparahan dampak yang dinilai tetap berada pada tingkat tertinggi dalam skala penelitian. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya perhatian serius terhadap keselamatan selama pemasangan kabel, terutama terkait penggunaan alat kerja, penanganan kabel, posisi kerja, dan potensi kontak dengan instalasi yang telah ada. Pengendalian perlu disesuaikan dengan sumber bahaya pada aktivitas tersebut, bukan hanya mengandalkan penggunaan alat pelindung diri.

Aktivitas pengangkatan material memperoleh nilai risiko 9, dengan *likelihood* sebesar 3 dan *severity* sebesar 3. Nilai ini termasuk kategori sedang. Tingkat risiko tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pengangkatan material tetap membutuhkan tindakan pengendalian untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cedera. Hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa penanganan beban berat dapat menimbulkan cedera punggung. Oleh karena itu, pengendalian perlu memperhatikan teknik pengangkatan, kesesuaian beban dengan kemampuan pekerja, serta penggunaan alat bantu angkat apabila diperlukan. Kategori sedang tidak berarti aktivitas tersebut bebas dari bahaya, melainkan menunjukkan tingkat prioritas yang berbeda dibandingkan aktivitas dengan nilai risiko tinggi dan sangat tinggi.

Aktivitas penimbunan kembali memiliki nilai risiko paling rendah, yaitu 4, dengan *likelihood* sebesar 2 dan *severity* sebesar 2. Nilai tersebut termasuk kategori rendah dan, berdasarkan matriks penelitian, masih dapat diterima dengan pemantauan. Meskipun demikian, aktivitas ini tetap memerlukan penerapan prosedur kerja yang aman karena potensi cedera akibat alat kerja masih dapat muncul selama proses penimbunan. Pemantauan kondisi area kerja, penggunaan peralatan sesuai fungsinya, dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan tetap diperlukan agar tingkat risiko tidak meningkat ketika kondisi pekerjaan berubah.

Perbandingan keempat aktivitas menunjukkan adanya perbedaan tingkat prioritas pengendalian yang jelas. Penggalian tanah dan pemasangan kabel berada pada kategori sangat tinggi dan tinggi, sedangkan pengangkatan material berada pada kategori sedang dan penimbunan kembali berada pada kategori rendah. Perbedaan ini memberikan dasar bagi penerapan pengendalian yang berjenjang: aktivitas dengan risiko sangat tinggi perlu menjadi prioritas sebelum pekerjaan dimulai; aktivitas dengan risiko tinggi membutuhkan tindakan pengendalian segera; aktivitas dengan risiko sedang memerlukan upaya pengurangan risiko; dan aktivitas dengan risiko rendah tetap harus dipantau.

Temuan tersebut juga menegaskan bahwa penilaian risiko tidak cukup dilakukan hanya dengan mengidentifikasi keberadaan bahaya. Penentuan prioritas harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kejadian sekaligus tingkat keparahan konsekuensinya. Aktivitas yang memiliki nilai kemungkinan lebih rendah tetap dapat memperoleh kategori risiko tinggi apabila konsekuensi yang dinilai sangat berat. Pendekatan ini membantu menghindari penilaian yang hanya berorientasi pada frekuensi kejadian dan memberikan perhatian pada potensi dampak yang serius terhadap keselamatan pekerja.

Secara keseluruhan, hasil HIRARC menunjukkan bahwa penggalian tanah merupakan titik kritis dalam pekerjaan penggalian tanah kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan, diikuti oleh pemasangan kabel. Kedua aktivitas tersebut perlu memperoleh perhatian utama dalam perencanaan dan pelaksanaan pengendalian K3. Hasil penilaian ini menjadi dasar untuk mengevaluasi kesesuaian pengendalian yang telah diterapkan serta menentukan perbaikan yang diperlukan berdasarkan hierarki pengendalian risiko.

Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Berdasarkan HIRARC

Pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan penggalian tanah untuk pemasangan kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan diarahkan pada pencegahan kecelakaan yang bersumber dari interaksi dengan utilitas bawah tanah, penggunaan peralatan kerja, dan aktivitas pengangkatan material. Hasil penelitian mengidentifikasi beberapa bentuk pengendalian, yaitu penerapan *Lock Out Tag Out* (LOTO) dan penggunaan alat pelindung diri (APD), pengawasan tenaga kerja, serta penggunaan alat bantu pengangkatan material. Bentuk pengendalian tersebut menunjukkan adanya upaya untuk mengurangi paparan bahaya selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4.3.1 Pengendalian Risiko K3 pada Pekerjaan Penggalian Tanah Kabel Tanam

Potensi bahaya atau aktivitas	Pengendalian yang tercantum dalam hasil penelitian
Kontak dengan utilitas bawah tanah milik pihak lain, seperti PDAM, Telkom, PGN, dan utilitas pemerintah	Penerapan LOTO dan penggunaan APD lengkap
Cedera akibat penggunaan peralatan kerja	Pengawasan tenaga kerja dan penggunaan APD lengkap
Pengangkatan material atau beban berat	Penggunaan alat bantu pengangkatan
Penimbunan kembali tanah	Bentuk pengendalian spesifik tidak dijelaskan secara eksplisit dalam tabel sumber

Sumber: Hasil penelitian, diolah dari tabel pengendalian risiko K3 (2026).

Pengendalian terhadap bahaya utilitas bawah tanah menjadi penting karena aktivitas penggalian berpotensi bersinggungan dengan jaringan utilitas yang telah tertanam. Hasil penelitian mencantumkan LOTO dan penggunaan APD lengkap sebagai bentuk pengendalian untuk menghadapi potensi bahaya tersebut. Penerapan LOTO perlu dipahami sesuai konteks operasionalnya, terutama terkait isolasi sumber energi dan prosedur keselamatan yang relevan dengan utilitas yang berpotensi terdampak. Data yang tersedia belum menjelaskan secara terperinci prosedur teknis penerapan LOTO pada setiap jenis utilitas, sehingga efektivitas pelaksanaannya belum dapat disimpulkan hanya berdasarkan pencantuman tindakan tersebut.

Pengendalian terhadap cedera akibat peralatan kerja dilakukan melalui pengawasan tenaga kerja dan penggunaan APD lengkap. Pengawasan memiliki peran penting untuk memastikan bahwa peralatan digunakan sesuai prosedur dan aktivitas pekerjaan berlangsung dalam kondisi yang terkendali. Penggunaan APD memberikan perlindungan terhadap paparan bahaya yang masih mungkin terjadi selama pekerjaan berlangsung. Kedua tindakan tersebut perlu diterapkan secara konsisten karena keberadaan prosedur keselamatan tidak dengan sendirinya menjamin kepatuhan tenaga kerja di lapangan.

Pengangkatan material memerlukan pengendalian yang sesuai dengan karakteristik beban dan kemampuan fisik tenaga kerja. Hasil penelitian mencantumkan penggunaan alat bantu pengangkatan sebagai tindakan pengendalian. Pendekatan ini relevan untuk mengurangi ketergantungan pada pengangkatan manual dan membantu menekan potensi cedera akibat beban berat. Meskipun demikian, informasi yang tersedia belum merinci jenis alat bantu yang digunakan, batas beban, ataupun prosedur pengangkatan yang diterapkan. Oleh sebab itu, pembahasan terbatas pada bentuk pengendalian yang tercatat dalam hasil penelitian.

Temuan observasi menunjukkan bahwa sebagian besar pengendalian dilaporkan telah dilaksanakan berdasarkan SOP dan ketentuan K3 yang berlaku di PT PLN (Persero) UP3 Medan. Pelaksanaan di lapangan belum sepenuhnya konsisten karena masih ditemukan tenaga kerja yang tidak menggunakan APD secara lengkap sesuai jenis pekerjaan. Keterangan dalam pembahasan hasil wawancara menunjukkan bahwa ketidaknyamanan dan keterbatasan gerak menjadi alasan yang disampaikan terkait penggunaan APD. Temuan ini memperlihatkan adanya kesenjangan antara ketentuan keselamatan kerja dan perilaku aktual tenaga kerja.

Ketidakpatuhan terhadap penggunaan APD tidak cukup dijelaskan sebagai persoalan kedisiplinan individu. Kondisi tersebut juga perlu ditelaah melalui kesesuaian APD dengan karakteristik pekerjaan, kenyamanan saat digunakan, pemahaman tenaga kerja mengenai risiko, dan konsistensi pengawasan. APD yang kurang sesuai dengan kebutuhan pekerjaan berpotensi menurunkan kemauan tenaga kerja untuk menggunakannya secara lengkap. Karena itu, penguatan kepatuhan perlu disertai evaluasi terhadap kesesuaian APD dan komunikasi keselamatan yang menjelaskan hubungan antara penggunaan APD dan risiko cedera.

Pengendalian risiko juga perlu mempertimbangkan hierarki pengendalian bahaya. Eliminasi dan substitusi dapat dipertimbangkan apabila sumber bahaya dapat dihilangkan atau diganti dengan alternatif yang lebih aman. Rekayasa teknis dapat digunakan untuk memisahkan tenaga kerja dari sumber bahaya, sedangkan pengendalian administratif mencakup prosedur kerja, pengarahan, pelatihan, dan pengawasan. APD berfungsi sebagai lapisan perlindungan terhadap risiko yang masih tersisa dan tidak seharusnya menjadi satu-satunya bentuk pengendalian. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan alat bantu pengangkatan, pengawasan, dan APD merupakan tindakan yang tercatat, sedangkan penerapan eliminasi, substitusi, atau rekayasa teknis tertentu belum dijelaskan secara rinci dalam data yang tersedia.

Rekomendasi perbaikan yang tercantum dalam hasil penelitian meliputi penguatan pengawasan, pembinaan berkelanjutan, penegakan disiplin penggunaan APD, serta sosialisasi K3 secara berkala. Rekomendasi tersebut diarahkan untuk memperkecil kesenjangan antara prosedur formal dan pelaksanaan di lapangan. Pengawasan perlu dilakukan secara konsisten, terutama pada pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi. Pembinaan dan sosialisasi juga perlu disesuaikan dengan jenis bahaya yang dihadapi tenaga kerja agar pemahaman mengenai prosedur keselamatan dapat diterjemahkan menjadi perilaku kerja yang sesuai.

Hasil analisis pengendalian menunjukkan bahwa keberadaan tindakan pengendalian belum cukup untuk menyatakan risiko telah terkendali sepenuhnya. Ketidakkonsistenan penggunaan APD dan belum terperincinya beberapa bentuk pengendalian menjadi pertimbangan dalam menilai kecukupan penerapan K3. Penelitian ini belum menyediakan pengukuran kuantitatif setelah pengendalian yang memungkinkan penetapan skor risiko residual secara terverifikasi. Oleh karena itu, penurunan tingkat risiko setelah rekomendasi diterapkan tidak dapat dinyatakan sebagai hasil empiris yang telah terbukti. Evaluasi lanjutan perlu mengukur kembali kemungkinan kejadian dan tingkat keparahan

setelah tindakan pengendalian dilaksanakan untuk menentukan apakah risiko telah mencapai tingkat yang dapat diterima.

Sintesis Risiko dan Implikasi Pengendalian K3

Hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian K3 menunjukkan bahwa pekerjaan penggalian tanah untuk pemasangan kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan memiliki tingkat risiko yang berbeda pada setiap tahapan pekerjaan. Penilaian menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) menempatkan penggalian tanah sebagai aktivitas dengan nilai risiko tertinggi, yaitu 20, diikuti pemasangan kabel dengan nilai 15, pengangkatan material dengan nilai 9, dan penimbunan kembali dengan nilai 4. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa prioritas pengendalian perlu ditetapkan berdasarkan tingkat risiko setiap aktivitas, bukan melalui penerapan tindakan keselamatan yang seragam.

Penggalian tanah memerlukan perhatian utama karena pekerjaan ini berpotensi berinteraksi dengan utilitas bawah tanah yang telah terpasang. Risiko pada tahap ini tidak hanya berkaitan dengan aktivitas fisik penggalian, tetapi juga dengan kemungkinan terganggunya jaringan utilitas milik pihak lain. Nilai risiko 20 menempatkan aktivitas penggalian dalam kategori sangat tinggi berdasarkan klasifikasi yang digunakan dalam penelitian. Oleh karena itu, pekerjaan pada tingkat risiko tersebut perlu didahului pengendalian yang memadai dan verifikasi kondisi lapangan. Namun, nilai tersebut merupakan skor untuk aktivitas penggalian secara keseluruhan dalam tabel penilaian, sehingga tidak dapat secara otomatis diperlakukan sebagai skor khusus untuk satu jenis bahaya tanpa penilaian terpisah.

Pemasangan kabel menempati urutan kedua dengan nilai risiko 15 atau kategori tinggi. Aktivitas ini berkaitan dengan penggunaan peralatan kerja dan potensi cedera selama proses pemasangan. Posisi tersebut menunjukkan bahwa perhatian terhadap keselamatan tidak seharusnya berhenti setelah proses penggalian selesai. Tahap pemasangan tetap membutuhkan pengawasan, pemilihan peralatan yang sesuai, dan kepatuhan terhadap prosedur kerja. Pengendalian yang konsisten sepanjang tahapan pekerjaan diperlukan agar potensi kecelakaan tidak berpindah dari satu aktivitas ke aktivitas berikutnya.

Pengangkatan material memiliki nilai risiko 9 atau kategori sedang, sedangkan penimbunan kembali memperoleh nilai 4 atau kategori rendah. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya variasi tingkat risiko berdasarkan penilaian dalam penelitian. Kategori sedang tetap memerlukan tindakan pengendalian untuk menurunkan risiko, sementara kategori rendah memerlukan pemantauan agar kondisi kerja tetap terkendali. Kategori rendah tidak berarti aktivitas sepenuhnya bebas bahaya, terutama ketika pekerjaan dilakukan secara berurutan dan kondisi lapangan dapat berubah. Interpretasi terhadap kedua kategori tersebut tetap perlu dibatasi pada skor yang tercantum dalam tabel penelitian.

Persoalan penting yang muncul dari hasil penelitian adalah adanya kesenjangan antara pengendalian yang direncanakan atau ditetapkan dalam prosedur dan pelaksanaannya di lapangan. Penelitian melaporkan bahwa sebagian besar pengendalian telah dilaksanakan sesuai SOP dan ketentuan K3, tetapi observasi masih menemukan tenaga kerja yang belum menggunakan APD secara lengkap sesuai jenis pekerjaan. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan prosedur belum sepenuhnya menjamin konsistensi perilaku keselamatan. Efektivitas pengendalian juga bergantung pada pemahaman tenaga kerja, kesesuaian APD, pengawasan, dan kepatuhan terhadap ketentuan kerja.

Alasan ketidaknyamanan dan keterbatasan gerak yang muncul dalam pembahasan hasil wawancara memberikan petunjuk bahwa persoalan penggunaan APD perlu dilihat dari aspek perilaku sekaligus aspek teknis. Penegakan disiplin tetap diperlukan, tetapi tindakan tersebut perlu diikuti evaluasi kesesuaian APD dengan karakteristik pekerjaan. Pendekatan yang hanya menekankan kewajiban penggunaan APD berisiko tidak menyelesaikan hambatan yang dirasakan tenaga kerja. Pengendalian yang lebih menyeluruh perlu memadukan penyediaan APD yang sesuai, pengarahan keselamatan, pengawasan langsung, dan tindak lanjut terhadap pelanggaran prosedur.

Sintesis hasil penelitian juga memperlihatkan pentingnya penetapan prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko. Aktivitas dengan kategori sangat tinggi dan tinggi perlu mendapatkan

perhatian terlebih dahulu sebelum pekerjaan dilaksanakan, sedangkan aktivitas berkategori sedang dan rendah tetap memerlukan pengendalian sesuai karakteristik bahayanya. Prioritas ini membantu mengarahkan sumber daya pengawasan dan tindakan pencegahan pada aktivitas yang memiliki tingkat risiko lebih besar. Penerapan prioritas tersebut perlu didukung pemeriksaan kondisi lapangan dan evaluasi berkala terhadap kepatuhan pelaksanaan prosedur K3.

Temuan penelitian belum menunjukkan pengukuran kuantitatif risiko residual setelah rekomendasi pengendalian diterapkan. Oleh karena itu, efektivitas rekomendasi dalam menurunkan tingkat risiko belum dapat dinyatakan sebagai hasil empiris yang terukur. Evaluasi berikutnya perlu melakukan penilaian ulang terhadap kemungkinan kejadian dan tingkat keparahan setelah pengendalian dilaksanakan. Hasil penilaian ulang tersebut dapat digunakan untuk mengetahui apakah risiko telah menurun, apakah pengendalian yang tersedia sudah memadai, dan apakah diperlukan tindakan tambahan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa pengelolaan risiko K3 pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam memerlukan keterpaduan antara identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian yang konsisten. Prioritas utama terletak pada aktivitas dengan risiko tinggi dan sangat tinggi, sementara peningkatan kepatuhan penggunaan APD menjadi salah satu aspek penting dalam memperkuat pelaksanaan K3. Implikasi praktisnya adalah perlunya pengawasan yang berorientasi pada tingkat risiko, pembinaan tenaga kerja secara berkelanjutan, serta evaluasi terhadap efektivitas tindakan pengendalian. Kesimpulan mengenai keberhasilan pengendalian tetap harus didasarkan pada hasil penilaian ulang, bukan semata-mata pada keberadaan prosedur atau rekomendasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC), serta analisis pengendalian keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan penggalian tanah kabel tanam di PT PLN (Persero) UP3 Medan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Potensi bahaya ditemukan pada setiap tahapan pekerjaan. Identifikasi bahaya mencakup risiko kontak dengan utilitas bawah tanah milik pihak lain, cedera akibat penggunaan peralatan kerja, cedera akibat pengangkatan material, serta potensi cedera pada tahapan penimbunan kembali. Temuan tersebut menunjukkan bahwa setiap tahapan pekerjaan membutuhkan perhatian terhadap karakteristik bahaya yang berbeda.
2. Tingkat risiko bervariasi berdasarkan aktivitas pekerjaan. Hasil penilaian HIRARC menunjukkan bahwa penggalian tanah memiliki nilai risiko 20 dengan kategori sangat tinggi, pemasangan kabel memiliki nilai 15 dengan kategori tinggi, pengangkatan material memiliki nilai 9 dengan kategori sedang, dan penimbunan kembali memiliki nilai 4 dengan kategori rendah. Hasil ini menempatkan penggalian tanah dan pemasangan kabel sebagai prioritas utama dalam penerapan pengendalian risiko K3.
3. Pengendalian risiko telah dilakukan, tetapi pelaksanaannya belum sepenuhnya konsisten. Bentuk pengendalian yang tercatat meliputi penerapan *Lock Out Tag Out* (LOTO), penggunaan alat pelindung diri (APD), pengawasan tenaga kerja, dan penggunaan alat bantu pengangkatan material. Observasi juga menemukan bahwa sebagian tenaga kerja belum menggunakan APD secara lengkap sesuai jenis pekerjaan. Kondisi ini menunjukkan perlunya penguatan konsistensi pelaksanaan prosedur dan pengawasan keselamatan kerja.
4. Penguatan pengendalian perlu diarahkan pada prioritas risiko dan kepatuhan tenaga kerja. Pengawasan yang konsisten, pembinaan berkelanjutan, sosialisasi K3, penegakan disiplin penggunaan APD, serta evaluasi kesesuaian APD dengan karakteristik pekerjaan merupakan langkah perbaikan yang relevan berdasarkan temuan penelitian. Pengukuran ulang setelah pengendalian diterapkan masih diperlukan untuk memastikan perubahan tingkat risiko secara terukur.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut.

1. Bagi PT PLN (Persero) UP3 Medan, pengendalian perlu diprioritaskan pada aktivitas penggalian tanah dan pemasangan kabel yang memiliki kategori risiko sangat tinggi dan tinggi. Pemeriksaan kondisi lapangan, identifikasi utilitas bawah tanah, dan verifikasi kesiapan pengendalian perlu dilakukan sebelum pekerjaan dimulai.
2. Bagi pengawas lapangan dan petugas K3, pengawasan perlu dilaksanakan secara konsisten pada setiap tahapan pekerjaan. Pembinaan dan sosialisasi K3 perlu dilakukan secara berkala, disertai evaluasi terhadap hambatan penggunaan APD agar kepatuhan tenaga kerja dapat ditingkatkan tanpa mengabaikan kesesuaian dan kenyamanan perlindungan yang digunakan.
3. Bagi tenaga kerja, kepatuhan terhadap prosedur K3 dan penggunaan APD sesuai jenis pekerjaan perlu menjadi bagian dari pelaksanaan pekerjaan sehari-hari. Pelaporan kondisi tidak aman dan potensi bahaya kepada pengawas juga perlu diperkuat untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.
4. Bagi penelitian selanjutnya, penilaian risiko dapat dikembangkan melalui pengukuran risiko residual setelah tindakan pengendalian diterapkan. Penelitian berikutnya juga perlu memperjelas penilaian pada tingkat aktivitas dan jenis bahaya agar setiap skor risiko dapat ditelusuri secara konsisten serta efektivitas pengendalian dapat dievaluasi secara lebih terukur

REFERENSI

April Adha, A., Makomulamin, & Masribut. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Pekerja Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Pekanbaru. Media Kesmas (Public Health Media), 2(1). https://doi.org/10.25311/kesmas.Vol2.Iss1.632.

Arystianto, D. P., & Nabilla, A. 2023. Analisis Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja dalam Pembangunan Gedung AC POLINEMA Tahap 2 dengan Metode HIRARC. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), 4(4).

Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. (2020). Pedoman Keselamatan Ketenagalistrikan. Jakarta: Kementerian ESDM. Denisius Umbu Pati, dkk. (2022). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Medan: Yayasan Kita Menulis.

Fauzi, M., dkk. (2024). Occupational Safety Management in Underground Cable Installation Projects. Journal of Construction Engineering, 18(2), 97–108. ISO. (2018/2020 Edition). ISO 45001 Occupational Health and Safety Management Systems. Geneva: International Organization for Standardization.

International Labour Organization (ILO). 2021. Occupational Safety and Health Management System: A Tool for Continual Improvement. Geneva: International Labour Organization. International Labour Organization. (2022). Safety and health in construction: An ILO code of practice (Revised ed.). International Labour Organization.

Indra, I. M., Hermawan, N. S. A., Sumaryati, S., Prasetya, E., Ladyani, F., Mahdang, P. A., Satmoko, N. D., & Adrianingsih, N. Y. (2022). Pengantar Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Penerbit Tahta Media. Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2020). Pedoman Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Jakarta: Kemnaker RI.

Prasetyo, H., & Wibowo, A. (2021). Penerapan Metode HIRARC dalam Identifikasi Bahaya pada Proyek Konstruksi Gedung. Jurnal Teknik Sipil, 28(1), 44–55.

Pati, D. U., Setiyadi, A., Mufarokhah, H., Imran, R. A., Kosasih, Sukardin, Melanie, R., Suwignyo, E., Musdalifah, Adhianata, H., Sihombing, E. S. R., Palilingan, R. A., Sidabutar, S., & Ningtyas, R. 2023. Kesehatan & Keselamatan Kerja. Serang: PT Sada Kurnia Pustaka.

Rahman, A., dkk. (2024). Hazard Identification and Risk Assessment of Excavation Work Using HIRARC Method. Journal of Engineering Research, 12(1), 18–29.

Rahman, A. A. (2021). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Galian Utilitas Bawah Tanah. https://doi.org/xxxxx

Sobari, dkk. (2022). Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Bandung: Media Sains Indonesia.

Siregar, A. A. (2023). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proyek Infrastruktur Kelistrikan.

Sembiring, H., dkk. (2025). Risk Control Analysis in Underground Electrical Cable Installation Based on ISO 45001 and HIRARC. Journal of Safety Engineering, 15(1), 11–25.

Sari, N., & Rahman, F. (2023). Analisis Risiko Keselamatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC pada Proyek Konstruksi. Jurnal Rekayasa Sipil, 17(2), 105–116.

Swandito, A., Wulandari, S., & Siboro, I. (2025). Analisis Potensi Bahaya dan Risiko pada Bidang Pemeliharaan Jaringan di PT. PLN (Persero) UP3 Balikpapan. Jurnal Identifikasi.

Tarwaka. (2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.

Yuliana, D., dkk. (2023). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Utilitas Bawah Tanah Menggunakan Metode HIRARC. Jurnal Rekayasa Konstruksi, 9(2), 78–89.

Widodo, D. S. (2021). Keselamatan dan kesehatan kerja: Manajemen dan implementasi K3 di tempat kerja. Sibuku. ISBN: 978-623-6875-43-8.

Swandito, A., Wulandari, S., & Siboro, I. (2026). Analisis potensi bahaya dan risiko pada bidang pemeliharaan jaringan di PT. PLN (Persero) UP3 Balikpapan. IDENTIFIKASI, 12(1), 57-64.