

ANALISIS RISIKO K3 PADA PEMASANGAN *STEEL LINER* DI AREA *VERTICAL PENSTOCK TUNNEL* PLTA JATIGEDE

Arfian Kurnia Akbar¹, Ratna Ayu Ratriwardhani², Moch. Sahri³, Merry Sunaryo⁴

D-IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

ratna.ayu@unusa.ac.id

ABSTRAK

Steel liner adalah sebuah pipa baja berdiameter 4,5 meter dengan Panjang 5-7 meter, digunakan untuk menekan *pressure* kubikasi air yang datang dari *headrace tunnel* dan memberikan tekanan suplai air melalui *penstock* terhadap turbin untuk pembangkit listrik tenaga air yang dibuat dari baja. Dalam pemasangan *steel liner* memiliki risiko bahaya seperti tertimpa *steel liner*, jatuh dari ketinggian, ledakan *high pressure*, konsleting listrik dan tabrakan antar unit. Dalam 3 tahun terakhir terdapat 5 kecelakaan kerja pada saat pembuatan *vertical penstock tunnel* dan pemasangan *steel liner*. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisa risiko K3 pada pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* dengan pendekatan HIRARC. Penelitian ini dilakukan menggunakan cara kualitatif, dengan prosedur *cross-sectional* dengan melakukan observasi, wawancara, dan *Focus Group Discussion* (FGD) bertujuan mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control*). Pekerjaan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock* ini mempunyai 28 potensi bahaya, mempunyai tingkat risiko *low* sebanyak 3, *moderate* sebanyak 7, *high* sebanyak 7, *extream* sebanyak 11. Tingkat risiko *extream* paling banyak terdapat pada pekerjaan *lifting steel liner* dan *welding steel liner*. Pengendalian yang dilakukan yaitu pengendalian risiko seperti perawatan secara berkala untuk unit alat berat dan alat kerja, perbaikan akses jalan, penggunaan *fire blanket*, melakukan pelatihan K3 dan mitigasi bencana, serta penggunaan alat pelindung diri.

Kata Kunci: Analisis Risiko; Identifikasi Bahaya; Penilaian Risiko; Pengendalian Risiko; *Steel Liner* di Area *Vertical Penstock Tunnel*.

ABSTRACT

Steel liner is a steel pipe with a diameter of 4.5 meters and a length of 5-7 meters, used for pressing pressure wash off the water coming from *headrace tunnel* and provide water supply pressure through *penstock* of turbines for hydroelectric power plants made of steel. In installatio nsteel liner has a risk of danger such as being hit by a steel liner, falling from a height, explosion high pressure, electrical short circuits and collisions between units. In the last 3 years there have been 5 work accidents during manufacture vertical penstock tunnel and installation steel liner. The purpose of this research is to carry out an K3 risk analysis on installation steel liner of area vertical penstock tunnel with the HIRARC approach. This research was conducted using a qualitative method, with an approach cross sectional by conducting observations, interviews, and FGD (focus group discussion) for hazard identification and risk assessment with the HIRARC method (*Hazzard Identification Risk Assessment And Risk Control*). Installation worksteel liner of area vertical penstock this has 28 potential hazards, has a level of risklow by 3, moderate as many as 7, high as many as 7, extream as much as 11. Risk level extream

most found in jobs lifting steel liner and welding steel liner. Controls carried out are risk control such as periodic maintenance for heavy equipment units and work tools, repair of road access, usage fire blanket, conducting K3 and disaster mitigation training, as well as the use of PPE.

Keywords: Risk Analysis; Hazard Identification; Risk Assessment; Risk Control; Steel Liner of Areavertical Penstock Tunnel.

PENDAHULUAN

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) merupakan aspek penting dalam usaha untuk menghindari hal-hal yang tidak diharapkan dalam perusahaan seperti penyakit Akibat Kerja (PAK) dan Kecelakaan Kerja. Menurut Peraturan menteri sumber daya manusia tentang program jaminan sosial tenaga kerja indonesia menjelaskan bahwa, kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi karena hubungan kerja, termasuk kecelakaan yang terjadi pada saat meninggalkan tempat bekerja hingga pulang ke rumah. Perusahaan akan mendapati kerugian-kerugian yang sangat besar akibat terjadinya kecelakaan kerja tersebut (Prihatiningsih, S., & Suwandi 2014)

PT X adalah perusahaan yang bergerak pada bidang investasi, operasi dan pemeliharaan, EPC, transmisi dan gardu induk tenaga listrik, oil dan gas. Perusahaan ini memiliki karyawan yang diberikan pekerjaan khusus sesuai bidang keahliannya. Divisi tersebut meliputi divisi Administrasi, divisi *Mechanical*, divisi Sipil, divisi Geologi, divisi HSE, divisi Geoteknik, dan divisi Elektro.

Steel liner adalah pipa baja yang memiliki diameter 4,5 meter dan Panjang 5 hingga 6 meter, berfungsi untuk kebutuhan teknis supaya suplai air tidak terganggu dan kapasitas yang dibutuhkan dapat tercapai, untuk menahan *pressure* air yang datang dari *horizontal headrace tunnel*, menambah kubikasi kecepatan air menuju *vertical penstock tunnel* yang selanjutnya akan di alirkan pada *horizontal penstock tunnel* yang tujuannya untuk menggerakkan *turbin generator*.

Vertical penstock tunnel adalah terowongan aliran gravitasi yang posisinya di bawah *surge shaft* yang berfungsi untuk menghubungkan antara *headrace tunnel* (kepala terowongan yang tersambung dengan *intake gate*) dengan *penstock tunnel* (terowongan tekan yang tersambung pada *turbin generator*).

Penelitian ini berfokus pada analisis risiko K3 pada pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* yang sebelumnya, belum di buat sebagai salah satu kelengkapan guna untuk mengetahui bahaya dan risiko apa saja yang dapat terjadi pada pemasangan *steel liner* serta memberikan upaya pengendaliannya, sedangkan pada penelitian terdahulu berfokus pada analisis risiko hingga upaya pengendalian risiko dan bahaya pada pembuatan terowongan *vertical shaft*.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional deskripsi, implementasi serta interpretasi hasil dari identifikasi bahaya dan penilaian risiko saat pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock*, untuk rekomendasi penggunaan pengendalian bahaya dengan HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control*). Penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki suatu keadaan, kondisi atau hal-hal lain yang sudah disebutkan, yang hasilnya dipaparkan dalam bentuk laporan penelitian. Dalam penelitian deskriptif, fenomena ada yang berupa bentuk, kegiatan, ciri, perubahan, hubungan, persamaan dan perbedaan antara satu fenomena dengan fenomena lainnya (Suharsimi 2013).

Secara keseluruhan, manajemen risiko mengacu pada langkah-langkah untuk mengenali, mengukur, mengendalikan, dan merumuskan strategi dalam mengelola risiko. Dalam konteks ini, praktik manajemen risiko mencakup serangkaian prosedur, pendekatan, dan teknik yang membantu manajer proyek meningkatkan dampak dan peluang peristiwa yang menguntungkan, sambil mengurangi probabilitas dan dampak peristiwa yang tidak diinginkan. (Soputan, G. E., Sompie, B. F., & Mandagi 2014)

HIRARC adalah suatu metode pencegahan atau pengurangan Insiden di tempat kerja yang melibatkan tahap-tahap mengenali bahaya, mengevaluasi risiko, dan mengendalikan risiko, yang juga dikenal sebagai identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko. Dalam prosesnya, metode ini memiliki 3 langkah yaitu langkah pertama adalah mengidentifikasi bahaya yang dapat menyebabkan ciderai manusia hingga menyebabkan kematian, langkah kedua adalah menilai risiko dengan menentukan tingkat prioritas potensi kecelakaan kerja. Setelah insiden di tempat kerja terjadi dan skala keparahannya dinilai, langkah terakhirnya adalah menetapkan prioritas pada potensi kecelakaan kerja yang paling signifikan, yang akan menjadi fokus utama dalam upaya pengendalian kecelakaan selanjutnya. (Ramadhan 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

A. Hasil Identifikasi Bahaya

Hasil pengenalan potensi bahaya menunjukkan bahwa pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* memiliki pekerjaan dengan sumber bahaya yang disebabkan dari proses kerja, peralatan dan mesin, *material* serta kondisi cuaca. Jenis risiko digolongkan berdasarkan standar AS/NZS 4360:2004, identifikasi bahaya yang telah dilakukan pada kegiatan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* terdapat 28 potensi bahaya dari 5 aktivitas kerja dan 13 proses kerja kegiatan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* PLTA Jatigede, diantaranya terjatuh dari ketinggian, ledakan bahan bakar, konsleting listrik, ledakan dari *pressure* alat kerja, tertimpa *steel liner*, *gentry crane* mengalami *troubleshooting*, rantai *chain block* putus, *truck* terguling, tabrakan antar unit, tabrakan unit dan pekerja, terpeleset, tergores dan menghirup debu atau gas beracun di area kerja.

B. Hasil Penilaian Risiko

Hasil penilaian risiko menunjukkan dengan adanya 5 aktifitas kerja dan 13 urutan kerja, ada 28 risiko yang beragam akan dievaluasi tingkatnya, risikonya mulai dari yang terendah hingga ekstrim. Penilaian risiko pada pekerjaan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* PLTA Jatigede mempunyai tingkat risiko *low* sebanyak 3, *moderate* sebanyak 7, *high* sebanyak 7 dan *extream* sebanyak 11, oleh karena itu, terkait tingkat risiko. *low* hingga *extream* diperlukan pemeriksaan dan penilaian karena, supaya pada saat pemasangan *steel liner* dapat menekan angka angka insiden kerja yang terjadi saat pemasangan *steel liner*. Untuk melanjutkan analisa dan evaluasi lebih lanjut dengan rekomendasi tentang langkah-langkah pengendalian yang diperlukan demi menurunkan tingkat risiko insiden di tempat kerja.

C. Hasil Pengendalian Risiko

Selama fase pengendalian, diperlukan saran-saran mengenai cara mengendalikan risiko pada masing-masing potensi bahaya untuk mengurangi tingkat risiko yang teridentifikasi, guna bertujuan untuk menekan angka kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* PLTA Jatigede. berikut

rekomendasi hirarki pengendalian yang dibutuhkan yaitu menggunakan *gentry crane* yang memiliki *safety brake*, melakukan perbaikan akses jalan pada saat pemasangan *steel liner*, menggunakan *fire blanked* pada saat proses pengalasan, melakukan perawatan secara berkala terhadap unit dan alat kerja yang digunakan pada saat pemasangan *steel liner*, memberikan *safety line* terhadap pekerja pejalan kaki yang berada di area kerja, mengatur jam kerja, sosialisasi *terkait job safety analysis* dan manajemen risiko pada pekerja pemasangan *steel liner*, memberikan surat izin kerja, memberikan pelatihan APAR, training terkait mitigasi bencana mengingat area lokasi kerja yang berada di bawah tanah, menggunakan *protectif personal equipment (safety helmet, face mask, vest, gloves, safety shoes and safety body harness)*

Pembahasan

A. Identifikasi Bahaya

Tahap awal dalam manajemen risiko adalah mengenali potensi bahaya di lingkungan kerja. Identifikasi bahaya adalah suatu langkah mengidentifikasi alat untuk merespon pertanyaan mengenai kemungkinan risiko yang mungkin timbul, seberapa mungkin kejadiannya, dan mengapa risiko tersebut dapat muncul. Tujuan dari proses identifikasi risiko adalah menghimpun berbagai sumber bahaya dan potensi risiko yang mungkin menghambat pencapaian tujuan, target, dan kinerja organisasi. (Ramli 2018).

Pada proses identifikasi bahaya ditemukan setiap pekerjaan memiliki potensi bahaya mulai dari pekerjaan *lifting steel liner* memiliki potensi bahaya (tumpahan oli, hubungan arus pendek listrik, kebocoran tangki BBM, akses jalan yang terjal, *sling gantry crane* mengalami *troubleshooting*, Dimensi beban kerja *grapple* atau dimensi muatan tidak sesuai dengan kapasitas, baut pengencang tidak lengkap). Pekerjaan mobilisasi *steel liner* menuju *headrace tunnel* memiliki potensi bahaya (medan terjal serta rusak dan kondisi *truck loader* tidak *perform*), pekerjaan *unloading steel liner* menuju *down stream* memiliki potensi bahaya (*spreader bar* mengayun, pengikatan material dengan *sling* dan *shackle* tidak sesuai, rantai *chain block* putus, *sprocket* bermasalah), pekerjaan *welding steel liner* memiliki potensi bahaya (rantai pada *chain block platform* putus, mesin las rusak, mesin las jatuh, tempat kerja terbatas, pijar api las, asap carbon pengelasan, suara pengelasan dan gerinda), pekerjaan pengecoran memiliki potensi bahaya (ergonomic, kabel dan selang yang berserakan, mobilisasi *portable pump, steel pipe* tersumbat, permukaan benda tajam dan paparan debu).

B. Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah langkah dalam menilai risiko yang berasal dari potensi bahaya, lalu melakukan perhitungan kesesuaian mengevaluasi langkah-langkah pengendalian yang ada dan mengambil keputusan mengenai apakah risiko yang ada dapat diterima atau tidak. Tujuan dari evaluasi risiko adalah untuk menilai tingkat risiko dengan menggunakan faktor-faktor frekuensi kejadian dan dampak yang dihasilkan.. (Halim, L. N., & Panjaitan 2016).

Berikut tabel penilaian risiko dari pekerjaan pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel* mulai dari pekerjaan *lifting steel liner*, mobilisasi *steel liner* menuju *headrace tunnel*, *unloading steel liner* menuju *down stream*, *welding steel liner* dan pengecoran.

Tabel 1. Jumlah dan Nilai Tingkat Risiko di Setiap Aktivitas Kerja

No	Aktivitas kerja	Jumlah setiap tingkat risiko				Nilai setiap tingkat risiko	
		Low	Moderate	High	Extream		
1	Lifting steel liner		2	2	3	-	Tingkat risiko moderate 6 - Tingkat risiko high 9 - Tingkat risiko extream 12
2	Mobilisasi steel liner menuju headrace tunnel		1	1	1	-	Tingkat risiko moderate 6 - Tingkat risiko high 8 - Tingkat risiko extream 12
3	Unloading steel liner menuju down stream			2	2	-	Tingkat risiko high 9 - Tingkat risiko extream 12
4	Welding steel liner		3	2	3	-	Tingkat risiko moderate 6 - Tingkat risiko high 9 - Tingkat risiko extream 12
5	Pengecoran	3	1		2	-	Tingkat risiko low 4 - Tingkat risiko moderate 6 - Tingkat risiko extream 12

Sumber : Data Primer 2023

C. Pengendalian Risiko

Pengendalian Risiko (*risk control*) yaitu langkah-langkah, regulasi, alat, pendekatan atau langkah-langkah untuk mengurangi aspek yang tidak menguntungkan atau memperbaiki kemungkinan yang menguntungkan AS/NZS 4360:2004. Setelah potensi risiko terkait kecelakaan dan penyakit akibat kerja telah diidentifikasi dan dinilai, langkah-langkah pengendalian harus diimplementasikan untuk mengurangi risiko sesuai dengan ketentuan dan norma yang berlaku. Proses pengendalian risiko bisa dilakukan melalui pendekatan hierarki pengendalian. Hierarki pengendalian risiko adalah serangkaian langkah pencegahan dan penanganan risiko yang terstruktur dan bertingkat sesuai dengan urutannya. (Tarwaka 2008) di bawah ini adalah saran-saran untuk mengendalikan risiko berdasarkan hirarki pengendalian:

1. Eliminasi

Eliminasi adalah ukuran control terbaik untuk mengontrol paparan. Risiko bisa dihindari dengan cara menghilangkan sumber bahaya, dan jika sumber bahaya dapat dicegah maka risiko dapat dihindari (Ramli 2010)

2. Substitusi

Substitusi adalah tindakan pengendalian risiko berikutnya setelah langkah eliminasi. Penggantian melibatkan *material*, alat, serta metode kerja menggunakan benda lain untuk mengurangi terjadinya insiden kerja (Ramli 2010). Berikut pengendalian substitusi yang digunakan pada proses pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel*:

- a. menggunakan *gentry crane* yang mempunyai *safety brake*
- b. menggunakan *chain block* sesuai beban angkat
- c. mengganti *bucket* pada *gantry crane* menggunakan *bucket* tertutup.
- d. menggunakan mesin *vibrator* untuk pemadatan beton

3. Engineering Control

Langkah ketiga dalam pengendalian risiko adalah rekayasa teknis, yang diambil setelah eliminasi dan substitusi. Rekayasa teknis, atau tindakan pengendalian berbasis teknologi, memiliki kemampuan untuk memodifikasi jalur penyebaran risiko atau mengisolasi risiko dari sumber bahaya. (Ramadhan 2017). Berikut pengendalian *engineering control* yang digunakan pada proses pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel*:

- a. menamahkan pelindung *accu* untuk mengurangi terjadinya konsleting listrik
- b. menggunakan *safetyline/safety barricade*
- c. membuat jalur memutar supaya medan yang dilalui tidak terlalu curam,perbaiki jalan.
- d. menamahkan *steel support* untuk penguncian *steel liner*
- e. menyediakan sumberdaya listrik lebih untuk mengantisipasi terjadinya eror pada sumber listrik
- f. perhitungan SWL (*safety working load*), kapasitas crane, tool dan metode pengangkatan
- g. menyiapkan talang untuk saluran air
- h. menambahkan *fire blanket*
- i. menggunakan *bucket* material untuk membantu pekerja membawa alat kerja
- j. menggunakan *sling* untuk mengikat kabel supaya tidak menyimpang di jalan
- k. membuat jalur khusus untuk tempat *steel pipe*

(Azhar p 2016) menyatakan bahwa untuk mengurangi efek kelelahan, cedera dan agar proses mobilisasi alat kerja dapat efektif dan efisien diperlukan alat dukungan seperti *bucket*.

4. Administrative Control

Administrative control merupakan teknik pengendalian untuk mengurangi kontak antara penerima dan sumber bahaya. (Spurlock 2017) menyatakan bahwa *administrative control* mencakup dan mengambil langkah-langkah untuk membatasi paparan pekerja terhadap bahaya atau mendidik pekerja untuk mengelola bahaya ketika mereka temui. Berikut pengendalian *administrative control* digunakan pada proses pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel*:

- a. Pemeriksaan kesehatan secara berkala
- b. Pengaturan jam kerja
- c. Melakukan perawatan dan pengawasan alat secara berkala
- d. Mengadakan Pendidikan dan pelatihan

(Sridadi 2015) menyatakan bahwa pengawasan kesehatan berkala dijalankan secara rutin bagi para pekerja dalam rangka memelihara kesehatan mereka selama masa kerja, dan juga untuk mendeteksi dini potensi pengaruh dari pekerjaan yang mungkin memerlukan langkah pencegahan.

(Suma'mur 2014) menyatakan perlu adanya kebijakan manajemen yang mengatur jam kerja, dan rotasi pekerjaan agar petugas tidak merasa lelah dan bosan dalam menjalankan pekerjaannya.

Pada penelitian (Pambudi 2022) perawatan yang dilakukan selama tiga bulan sekali sangat efisien untuk kelancaran proses pekerjaan menggunakan alat berat. Maka dari itu pelaksanaan perawatan dan pengawasan alat berat secara berkala akan berpengaruh pada kelancaran pelaksanaan pekerjaan.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri (APD) biasanya merujuk pada peralatan perlindungan yang digunakan untuk waktu singkat dan bersifat provisional, ketika langkah pengendalian sistem tidak dapat diterapkan. Penggunaan APD atau PPE bertujuan untuk mengurangi akibat atau tingkat dampak dari paparan berpotensi berbahaya pada tubuh pekerja. Berikut adalah beberapa contoh pengendalian yang melibatkan penggunaan alat pelindung diri (APD) dalam proses pemasangan *steel liner* di area *vertical penstock tunnel*:

- a. Perlengkapan pelindung bagian kepala
- b. Perlengkapan pelindung bagian pernapasan
- c. Perlengkapan pelindung bagian tangan
- d. perlengkapan pelindung bagian kaki

Pada penelitian yang dilakukan (Sutopo, J. W., & Ratriwardani 2022) penggunaan kebijakan tentang alat dan cara penggunaan dan pengoperasian peralatan perlindungan diri (PPE) lebih komprehensif, insiden dan munculnya gangguan kesehatan akibat pekerjaan yang disebabkan oleh kondisi kerja yang tidak aman, perilaku kerja yang kurang aman, atau disebabkan oleh mesin yang kurang aman serta tidak sesuai.

Penelitian yang dilakukan (ARSYAWAN 2017) ada keterkaitan antara pematuhan penggunaan alat pelindung diri (APD) dan helm keselamatan dengan insiden kerja, bertujuan mengurangi jumlah kejadian yang tidak diinginkan, di sisi lain para pekerja yang tidak mematuhi kebijakan cenderung melakukan kesalahan dalam seluruh proses kerja akibat ketidakpatuhan terhadap norma dan peraturan yang berlaku. Dengan demikian dapat mengurangi tingkat risiko dalam pekerjaan pemasangan *steel liner*.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan 5 kegiatan dan 13 prosedur kerja dan 28 potensi bahaya yang berbeda termasuk jatuh dari ketinggian, ledakan bahan bakar, konsleting listrik, ledakan dari *pressure* alat kerja, tertimpa *steel liner*, *gantry crane* mengalami *troubleshooting*, rantai *chain block* putus, *truck* terguling, tabrakan antar unit, tabrakan unit dan pekerja, terpeleset, tergores dan menghirup debu atau gas beracun di area kerja. Setelah itu dilakukan penilaian risiko yang menyatakan dari 28 kemungkinan bahaya ada 3 risiko *low*, 7 risiko *moderate*, 7 risiko *high*, 11 risiko *extream*. Ada beberapa bentuk upaya pengendalian bahaya direkomendasikan di setiap potensi risiko seperti mengganti *gantry crane* yang dilengkapi dengan *safety brake*, pemberian APD, penggunaan *fire blanked* saat *welding*, perhitungan SWL.

SARAN

Adapun beberapa langkah yang direkomendasikan dalam hasil penelitian ini adalah seharusnya perusahaan meningkatkan pemeliharaan unit dan alat kerja untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kerusakan pada unit dan alat kerja, penggunaan alat bantu seperti menggunakan *bucket* sebagai alat bantu pengangkut peralatan kerja saat bekerja di *down stream* dapat membantu efektivitas pekerjaan, mengadakan pelatihan K3 atau pelatihan mitigasi bencana terhadap pekerja pemasangan

steel liner sebagai upaya penyelamatan diri dan pertolongan pada korban kecelakaan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyawan, C. 2017. “Analisis Risiko Penggalian Pintu Terowongan Vertikal Waduk Jatigede Sumedang.”
- Azhar p, D. S. 2016. “Analisis Produktivitas Tower Crane Menggunakan Bucket Pada Pmebangunan Konstruksi Perkantoran Lantai 2.”
- Halim, L. N., & Panjaitan, T. W. S. 2016. “Perancangan Dokumen Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC) Pada Perusahaan Furniture: Studi Kasus.” *Jurnal Titra*, 4(2), 279-284.
- Pambudi, L. 2022. “Metode Pelaksanaan Pembangunan Terowongan Bangunan Pengelak (Tunnel) Pada Proyek Waduk bendo Ponorogo.” *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Prihatiningsih, S., & Suwandi, T. 2014. “Penerapan Metode HIRADC Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Mesin Rewinder.” *The Indonesian Journal of Occupational Safety , Health and Environment* 1 (1): 73–84. <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-kklk22cc9d96e72full.pdf>.
- Ramadhan, Fazri. 2017. “Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Hazzard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC).” *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan*.
- Ramli, S. 2010. “Pedoman praktis manajemen bencana.”
- Ramli, S. 2018. “sistem manajemen keselamatan & kesehatan kerja berbasis SNI ISO 25001:2018.” Diedit oleh dian rakyat.
- Soputan, G. E., Sompie, B. F., & Mandagi, R. J. 2014. “Manajemen Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3)(Study Kasus Pada Pembangunan Gedung SMA Eben Haezar).” no. Vol. 4 No. 4 (2014): JURNAL ILMIAH MEDIA ENGINEERING.
- Spurlock, B. 2017. “Physical Hazard Of The Workplace.”
- Sridadi, Ahmad Rizki. 2015. “Pedoman Perjanjian Kerja Bersama, Perjanjian Kerja Bersama Antara Pengusaha dan Serikat Pekerja Dalam Perspektif Manajemen Sumber Daya Manusia.”
- Suharsimi, A. 2013. *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Bumi Aksara.
- Suma'mur, P. K. 2014. *Higiene perusahaan dan kesehatan Kerja (Hiperkes)*. 2 ed. jakarta: sagung seto.
- Sutopo, J. W., & Ratriwhardani, R. A. 2022. “Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko pada Proses Peleburan Baja di CV.Sumber Wahyu dengan Metode HIRADC.” *Surakarta Management Journal*.
- Tarwaka, M. 2008. *Implementasi K3 di Tempat Kerja*. harapan pers.