

Identifikasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRARC dan FTA di PT PLN Indonesia Power Suralaya

Nustin Merdiana Dewantari*, Nandienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi, Dyah Lintang Trenggonowati, Lovely Lady, Ade Irman Saeful Mutaqin

Departemen Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

INFORMASI

Informasi artikel:
Disubmit 11 Oktober 2023
Direvisi 26 November 2023
Diterima 26 November 2023
Tersedia online 28 November 2023

Kata Kunci:
Bahaya
Rolling Door
Kabel Conveyor
HIRARC
FTA

ABSTRAK

PT PLN Indonesia Power Suralaya merupakan salah satu penyuplai energi di wilayah Pulau Jawa, Madura, dan Bali. PT PLN Indonesia Power terus berupaya untuk menyempurnakan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Identifikasi bahaya dan penilaian risiko serta pengendalian dilakukan untuk mencegah dan mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja agar perusahaan mencapai tujuan program keselamatan dan kesehatan kerja yaitu *zero accident*. Salah satu aktivitas perusahaan adalah proses pemasangan *rolling door* di area kerja turbin dan pemasangan kabel *conveyor* pada bagian *assembling*. Dari hasil observasi kedua aktivitas tersebut memiliki potensi bahaya terjatuh dari ketinggian dan terpapar debu batu bara. Penggunaan metode HIRARC berfungsi untuk identifikasi bahaya yang terjadi dalam aktivitas di perusahaan yang diharapkan dapat dilakukan usaha untuk pencegahan dan pengurangan terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan dengan melakukan pengendalian risiko yang dilakukan. Selain itu, penggunaan metode FTA dapat dilakukan untuk mencari tahu akar penyebab tertinggi dari bahaya tertinggi yang didapatkan dilapangan. Dari hasil yang didapatkan terdapat 6 potensi bahaya pada aktivitas pemasangan *rolling door* dengan terdapat 3 potensi bahaya berisiko rendah, 1 berisiko sedang, dan 2 berisiko *extreme*, dan 10 potensi bahaya pada pemasangan kabel conveyor dengan 4 potensi bahaya yang berisiko rendah, 1 berisiko sedang, 2 berisiko tinggi, dan 3 berisiko *extreme*. Dari kedua aktivitas tersebut potensi bahaya yang memiliki kriteria bahaya tertinggi ialah jatuh dari ketinggian dan bahaya listrik. Akar penyebab bahaya tertinggi dari 3 potensi bahaya yaitu faktor pekerja, faktor peralatan, dan faktor lingkungan.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).



1. Pendahuluan

Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja merupakan aturan utama K3 yang mengatur kewajiban perusahaan dan pekerja dalam menjaga keselamatan kerja. K3 atau keselamatan dan kesehatan kerja penting diperhatikan oleh semua perusahaan [1]. Jika lingkungan kerja tidak teratur dan penuh bahaya, akan menyebabkan kerusakan, absensi, dan berkurangnya produktivitas [2]. K3 merupakan masalah penting yang menjadi perhatian negara terkait perlindungan HAM dan lingkungan hidup. Pasal 27 Ayat 2 Undang-Undang Dasar 1945 menyatakan hak setiap warga negara untuk pekerjaan yang layak bagi kemanusiaan. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja mencapai 221.740 kasus pada tahun 2020. Jumlah itu naik menjadi

234.370 kasus pada 2021 dan 265.334 kasus sampai dengan November 2022.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan sebuah pembangkit yang menghasilkan energi listrik dari hasil konversi energi kinetik uap, menggunakan panas untuk mengubah air menjadi uap untuk berbagai aplikasi (Prasetya, 2016). Terdapat 9 pembangkit unit PT Indonesia Power yang tersebar diseluruh Indonesia, salah satunya ialah PT PLN Indonesia Power Suralaya. PT PLN Indonesia Power Unit Pembangkit Suralaya merupakan salah satu penyuplai energi di wilayah Pulau Jawa, Madura, dan Bali dengan kapasitas energi listrik yang dikeluarkan sebesar 3.400 MW dengan rincian Unit 1-4 sebesar 4 X 400 MW = 1.600 MW, serta terdapat Unit 5-7 sebesar 3 X 600 MW = 1.800 MW. PT PLN Indonesia Power Suralaya menggunakan hasil pembakaran batu bara untuk menghasilkan energi listrik melalui turbin

*Penulis korespondensi
alamat e-mail: nustinmd88@gmail.com
<http://dx.doi.org/10.36055/joseam.v2i2.22294>

yang diputar oleh generator listrik. Batu bara yang digunakan diambil dari kapal dan dipindahkan ke tempat penampungan melalui conveyor. Uap yang dihasilkan diubah menjadi uap kering. Uap ini kemudian diarahkan ke turbin untuk menghasilkan daya mekanik berupa putaran. Dalam upaya menjaga kestabilan proses operasi perusahaan senantiasa melakukan perawatan pada mesin dan atau peralatan kerjanya, diantaranya proses pemasangan *rolling door* di area kerja turbin dan pemasangan kabel *conveyor* pada bagian *assembling*. Pada kedua aktivitas pekerjaan tersebut perusahaan menggunakan pihak ketiga untuk pelaksanaannya. Dari hasil observasi terdapat potensi bahaya dari aktivitas tersebut seperti jatuh dari ketinggian dan potensi bahaya terpapar debu batu bara.

Risiko kecelakaan kerja ada di setiap lingkungan kerja. Besar atau kecilnya risiko tergantung pada jenis industri, teknologi, dan upaya pengendalian risiko yang dilakukan [1]. Sebagai perusahaan pembangkit listrik PT PLN Indonesia Power terus berupaya untuk menyempurnakan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). SMK3 adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya atau risiko yang terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di tempat kerja. SMK3 didasarkan pada prinsip manajemen risiko yang meliputi identifikasi risiko, evaluasi risiko, pengendalian risiko, dan pemantauan dan pengendalian risiko yang terus-menerus [3]. HIRARC atau *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* merupakan serangkaian proses identifikasi bahaya yang terjadi dalam aktivitas rutin maupun non rutin di perusahaan yang diharapkan dapat dilakukan usaha untuk pencegahan dan pengurangan terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan dengan melakukan pengendalian risiko yang dilakukan. Selain itu, penggunaan metode FTA dapat dilakukan untuk mencari tau akar penyebab tertinggi dari bahaya yang didapatkan dilapangan. FTA merupakan metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan yang disebut *undesired event* terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian kali ini dilakukan identifikasi potensi bahaya pada PT PLN Indonesia Power.

Identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko serta pengendalian dilakukan untuk mencegah dan mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja agar penerapan SMK3 lebih baik lagi sehingga cita-cita untuk memperoleh *zero accident* sesuai apa yang diinginkan oleh perusahaan dapat tercapai.

2. Metode Penelitian

Identifikasi risiko pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan HIRARC atau *Hazard Identification and Risk Assessment & Risk Control* untuk mengidentifikasi bahaya yang ada, melakukan penilaian risiko, sampai pengendalian yang cocok untuk diterapkan. Selain itu, untuk mengidentifikasi akar penyebab dari bahaya yang memiliki kategori risiko tinggi digunakan metode FTA atau *Fault Tree Analysis*.

2.1. Hazard Identification and Risk Assessment & Risk Control (HIRARC)

Metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) adalah serangkaian proses identifikasi bahaya yang terjadi dalam aktivitas rutin maupun non rutin di perusahaan yang diharapkan dapat dilakukan usaha untuk pencegahan dan pengurangan terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan. Berikut ini merupakan tahapan pada HIRARC [4].

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan proses pemeriksaan tiap - tiap area kerja dengan tujuan untuk mengidentifikasi semua bahaya yang melekat pada suatu pekerjaan.

2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko bertujuan untuk mengevaluasi besarnya risiko serta mempertimbangkan kemungkinan dampak yang akan ditimbulkannya. Penilaian risiko dilakukan dengan berpedoman pada skala Australian Standard/New Zealand *Standard for Risk Management (AS/NZS 4360:1999)*[5]. Matriks yang digunakan berdasarkan tingkat keparahan atau *severity* dan kemungkinan/peleung atau *probability* terjadinya potensi bahaya tersebut, dan matriks penilaian risiko

Tabel 1
Tingkat Keparahan

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada cedera, kerugian <i>financial</i> kecil
2	<i>Minor</i>	Membutuhkan tindakan pertolongan pertama/cidera ringan, kerugian <i>financial</i> sedang
3	<i>Moderate</i>	Cidera sedang, membutuhkan perawatan medis
4	<i>Major</i>	Cidera berat lebih satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal, lebih dari satu orang dengan dampak luas, kerugian <i>financial</i> sangat besar dan berdampak Panjang terhentinya seluruh kegiatan

Tabel 2
Kemungkinan Terjadi (Peluang)

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
A	<i>Almost Certain</i> (hampir pasti akan terjadi)	Dapat terjadi setiap kondisi/paling sering terjadi
B	<i>Likely</i> (cenderung untuk terjadi)	Kemungkinan terjadi sering
C	<i>Moderate</i> (mungkin dapat terjadi)	Dapar terjadi beberapa kali
D	<i>Unlikely</i> (kecil kemungkinan terjadi)	Kemungkinan terjadi jarang
E	<i>Rare</i> (jarang sekali)	Hanya dapat terjadi pada kondisi pengecualian

Tabel 3

Matriks Penilaian Risiko

Kemungkinan (Peluang)	Keparahan (Akibat)				
	1	2	3	4	5
A	H	H	E	E	E
B	M	H	H	E	E
C	L	M	H	E	E
D	L	L	M	H	E
E	L	L	M	H	H

Berdasarkan tabel 3 matriks penilaian yang diperoleh terdiri dari 4 kategori L, M, H, dan E. kategori L menunjukkan *Low risk*, M menunjukkan *Moderate risk*, H menunjukkan *High risk*, dan E menunjukkan *Extreme risk*

3. Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang ditemukan dalam proses identifikasi bahaya dan mempertimbangkan peringkat risiko untuk menentukan prioritas dan cara pengendaliannya. Pengendalian risiko merupakan langkah menentukan dalam keseluruhan manajemen risiko. Pengendalian risiko dapat berupa eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administrasi dan APD.

2.2. *Fault Tree Analysis (FTA)*

FTA (*Fault Tree Analysis*) adalah suatu metode analisa risiko dengan model grafik dan logika yang menampilkan kombinasi kejadian yang memungkinkan yaitu rusak atau baik, yang terjadi dalam sistem, aplikasinya dapat mencakup suatu sistem, *equipment* dan sebagai analisa [6]. Titik awal analisis FTA adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level suatu sistem. Sebuah *fault tree* mengilustrasikan keadaan komponen-komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event*. Hubungan tersebut dinyatakan dalam gerbang logika. Dari diagram *fault tree* ini dapat disusun *cut set* dan *minimal cut set*. *Cut set* yaitu serangkaian komponen system, yang apabila terjadi kegagalan dapat mengakibatkan kegagalan pada sistem. Sedangkan *minimal cut set* yaitu set minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada sistem [7].

2.3. Identifikasi Potensi Bahaya Pemasangan *Rolling door* Dengan Metode HIRARC

Proses pemasangan *rolling door* dilakukan di area kerja mesin turbin, dimana kegiatan ini merupakan pekerjaan yang dilakukan jika *rolling door* sebelumnya dianggap sudah waktunya untuk diganti. Proses pemasangan *rolling door* dilakukan oleh 3 pekerja dari salah satu mitra yang bekerja sama dengan IP Suralaya.



Gambar 1. Proses Pemasangan *Rolling door* 1



Gambar 2. Proses Pemasangan *Rolling door* 2

Proses pengerjaan pemasangan dimulai pada pukul 13.00 dengan estimasi waktu pengerjaan selama kurang lebih 2 jam. Proses pemasangan *rolling door* dimulai dengan melakukan pemasangan *bracket* motor pada sisi pintu dan dilanjutkan dengan melakukan pemasangan motor pada *bracket*. Selanjutnya *bracket* yang telah terpasang, disambungkan pada sisi *track rolling door* yang sudah terpasang dibagian atas pintu. Disamping itu, komponen penyusun *rolling door* yang sudah terhubung satu sama lain dikunci menggunakan rivet agar terhubung dengan kokoh. Setelah itu, dilakukan pemasangan *roller* pada *bracket* pengait yang telah dipasang pada *track*. Setelah *rolling door* terpasang, dilakukan penyambungan kabel ke motor dan sensor agar *rolling door* dapat dibuka dan ditutup secara otomatis melalui tombol. Berikut hasil identifikasi potensi bahaya pemasangan *rolling door* dengan metode HIRARC.

Tabel 4

Identifikasi Potensi Bahaya Pemasangan *Rolling door* Dengan Metode HIRARC

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko	Tingkat Keparahan	Tingkat Peluang	Indeks Risiko Bahaya	Kategori Penilaian Risiko	Pengendalian
1	Pemasangan <i>Rolling Door</i>	Tangan terjepit alat kerja	Handriveter	Luka pada anggota tubuh	2	D	2D	L	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : - Administrasi : - APD :Menggunakan sarung tangan <i>safety</i> saat bekerja
2		Jatuh dari ketinggian	<i>Scafeholding</i> patah, <i>rope access</i> putus	Cedera berat seperti patah tulang sampai	5	D	5D	E	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa :Penggunaan <i>scafeholding</i> , penggunaan <i>rope access</i> Administrasi : -

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko	Tingkat Keparahan	Tingkat Peluang	Indeks Risiko Bahaya	Kategori Penilaian Risiko	Pengendalian
				meninggal dunia					APD : Menggunakan APD <i>safety belt</i> , sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>
3	Tertimpa barang jatuh		Alat-alat kerja yang digunakan, <i>track rolling door</i> , alat-alat yang terdapat di area mesin turbin, <i>scafeholding</i>	Luka pada anggota tubuh, meninggal dunia	5	D	5D	E	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : Memasang <i>police line</i> atau memasang papan informasi pekerjaan sedang berlangsung Administrasi: Memasang display potensi bahaya APD : Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan, <i>wearpack</i>
4	Bahaya listrik		Kabel mesin bor, kabel yang digunakan untuk pemasangan motor <i>rolling door</i>	Tersengat listrik, luka bakar	3	E	3E	M	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : - Administrasi : - APD : Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan, <i>wearpack</i> anti listrik statis
5	Penempatan alat kerja yang tidak rapi		Alat-alat kerja yang digunakan	Terpeleset, tersandung, jatuh	1	C	1C	L	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : Menyediakan tempat untuk menaruh alat-alat kerja yang digunakan Administrasi : - APD : Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> anti slip, helm <i>safety</i> , <i>wearpack</i>
6	Bahaya ergonomi		Postur tubuh yang janggal	Punggung pegal, tulang punggung bungkuk, nyeri otot	1	E	1E	L	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : Penggunaan kursi kecil untuk pekerja yang melakukan pekerjaan sembari duduk Administrasi : - APD : -

Tabel 5
Identifikasi Potensi Bahaya Pemasangan Kabel Conveyor Dengan Metode HIRARC

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko	Tingkat Keparahan	Tingkat Peluang	Indeks Risiko Bahaya	Kategori Penilaian Risiko	Pengendalian
1	Bahaya listrik		Kabel, panel listrik	Kebocoran arus listrik (tersengat listrik, luka bakar, hilang kesadaran, meninggal dunia)	5	D	5D	E	Eliminasi : - Subtitusi : - Rekayasa : - Administrasi: Melakukan pelatihan tentang kelistrikan kepada pekerja APD: Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan, <i>wearpack</i> anti listrik statis
2	Jatuh dari ketinggian		<i>Scafeholding</i> patah, <i>rope access</i> putus	Cedera berat seperti patah tulang, hilang	5	D	5D	E	Eliminasi : - Subtitusi : -

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko	Tingkat Keparahan	Tingkat Peluang	Indeks Risiko Bahaya	Kategori Penilaian Risiko	Pengendalian
				kesadaran sampai meninggal dunia					Rekayasa: Penggunaan <i>scaffolding</i> , penggunaan <i>rope access</i> Administrasi : - APD : Menggunakan APD, <i>safety belt</i> , sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>
3	Tertimpa barang jatuh	Alat-alat kerja yang digunakan, komponen – komponen penyusun conveyor, <i>scaffolding</i>		Luka pada anggota tubuh, hilang kesadaran, meninggal dunia	5	D	5D	E	Eliminasi : Substitusi : Rekayasa : Membuat area <i>police line</i> atau memasang papan informasi pekerjaan sedang berlangsung Administrasi :Memasang display potensi bahaya APD : Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan, <i>wearpack</i>
4	Conveyor yang tiba-tiba bergerak	Conveyor		Luka pada tubuh, pekerja jatuh,	4	D	4D	H	Eliminasi : - Substitusi : - Rekayasa : Penggunaan <i>rope access</i> Administrasi : - APD : Menggunakan helm <i>safety</i> , sepatu <i>safety</i> , <i>wearpack</i>
5	Penempatan alat-alat kerja yang tidak rapi	Alat-alat kerja yang digunakan		Terpeleset, tersandung, terjatuh	1	C	1C	L	Eliminasi : Substitusi : Rekayasa:menyediakan tempat untuk menaruh alat-alat kerja yang digunakan Administrasi : - APD : Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> anti slip, helm <i>safety</i> , <i>wearpack</i>
6	Terlilit kabel	Kabel		Terjatuh (luka pada anggota tubuh), tersengat listrik	3	D	3D	M	Eliminasi : - Substitusi : - Rekayasa : memasang <i>police line</i> atau papan informasi pekerjaan sedang berlangsung Administrasi : - APD : Menggunakan APD sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , <i>wearpack</i>
7	Area kerja licin karena hujan	Genangan air		Terjatuh (luka pada anggota tubuh), badan pegal-pegal	2	E	2E	L	Eliminasi:Membersihkan genangan air Substitusi : - Rekayasa : Administrasi : - APD : -
8	Suhu udara panas	Matahari		<i>Heat stress</i>	1	A	1A	H	Eliminasi : - Substitusi : - Rekayasa:Menyediakan air mineral disekitar area kerja, Administrasi : - APD : Menggunakan helm <i>safety</i>
9	Terpapar debu batu bara	Batu bara hasil pembakaran		Gangguan pernafasan/sesak napas, iritasi kulit, dan mata perih	2	E	2E	L	Eliminasi : - Substitusi : - Rekayasa : - Administrasi : -

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Risiko	Tingkat Kearifan	Tingkat Peluang	Indeks Risiko Bahaya	Kategori Penilaian Risiko	Pengendalian
10		Bahaya ergonomi	Postur tubuh yang janggal	Punggung pegal, tulang punggung bungkuk	1	E	1E	L	APD : Penggunaan masker untuk pekerja yang bekerja didekat conveyor Eliminasi : - Substitusi : - Rekayasa: Penggunaan kursi kecil untuk pekerja yang melakukan pekerjaan sembari duduk Administrasi : - APD : -

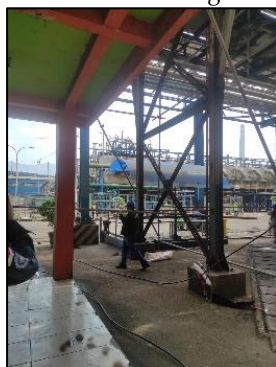
Dari hasil observasi terdapat lima temuan bahaya yang terdapat pada proses pemasangan *rolling door*. Dari enam temuan bahaya tersebut dari hasil penilaian risiko terdapat 3 bahaya *low risk* (risiko rendah), 1 bahaya *moderate risk* (risiko menengah), dan 2 *extreme risk* (risiko ekstrim). Penggunaan APD merupakan pengendalian yang sudah benar-benar diterapkan oleh perusahaan, mulai dari penggunaan helm *safety*, sepatu *safety*, sarung tangan, *wearpack*, sampai ke penggunaan *scafeholding* dan *rope access* untuk pekerjaan diketinggian.

2.4. Identifikasi Potensi Bahaya Pemasangan Kabel Conveyor Dengan Metode HIRARC

Proses pemasangan kabel conveyor merupakan kegiatan rutin yang dilakukan divisi mekanik jika kabel conveyor mengalami kerusakan atau sudah mencapai umur pakai. Proses pemasangan kabel conveyor dilakukan oleh 10 pekerja yang merupakan gabungan antara pekerja divisi mekanik dan divisi logistik. Proses pengerjaan pemasangan dimulai pada pukul 08.00 dengan estimasi waktu pengerjaan selama kurang lebih 4 jam.



Gambar 3. Proses Pemasangan Kabel Conveyor 1



Gambar 4. Proses Pemasangan Kabel Conveyor 2



Gambar 5. Proses Pemasangan Kabel Conveyor 3

Proses pemasangan kabel conveyor dilakukan dengan kerjasama antar pekerja, dimana kabel yang sudah disiapkan dinaikan secara estafet antar pekerja. Proses pemasangan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *scafeholding*. Kabel yang dipasang harus dipastikan tidak terlalu kendur atau terlalu kencang dan pemasangan kabel harus dilakukan secara hati-hati agar kabel tidak terlilit. Selanjutnya, dilakukan pemasangan motor penggerak yang sudah terhubung dengan kabel listrik dan sistem pengendali otomatis pada ruang kendali. Berikut hasil identifikasi potensi bahaya pemasangan kabel conveyor dengan metode HIRARC. Identifikasi Potensi Bahaya Jatuh Dari Ketinggian Dengan Metode FTA

Dari hasil identifikasi bahaya dengan metode HIRARC didapatkan bahaya jatuh pada ketinggian masuk kedalam kategori risiko ekstrim. Berikut identifikasi penyebab bahaya tertinggi menggunakan metode FTA. *Top event* pada Gambar A1 (lihat Lampiran) diatas menunjukkan bahaya yang diidentifikasi yaitu potensi bahaya jatuh dari ketinggian. Dari hasil analisa didapatkan beberapa faktor penyebab jatuh dari ketinggian, yaitu faktor pekerja, faktor peralatan, dan faktor lingkungan. Ketiga faktor tersebut kemudian dianalisa lagi hingga didapatkan *basic event* dari masing-masing faktor.

2.5. Identifikasi Potensi Bahaya Listrik Dengan Metode FTA

Dari hasil identifikasi bahaya dengan metode HIRARC didapatkan bahaya listrik masuk kedalam kategori risiko ekstrim. Berikut identifikasi penyebab bahaya tertinggi menggunakan metode FTA. *Top event* pada Gambar A2 (lihat Lampiran) menunjukkan bahaya yang ingin diidentifikasi yaitu bahaya listrik. Dari hasil identifikasi terdapat dua faktor yang menyebabkan adanya bahaya listrik yang dapat terjadi yaitu pekerja yang kurang memperhatikan SOP dan kurang

terampilnya pekerja. Hasil *basic event* yang didapatkan dari kedua faktor tersebut seperti pekerja yang ingin pekerjaan cepat selesai, tidak menggunakan APD secara lengkap, kurangnya pelatihan yang didapatkan pekerja.

2.6. Identifikasi Potensi Bahaya Tertimpa Barang Jatuh Dengan Metode FTA

Dari hasil identifikasi bahaya dengan metode HIRARC didapatkan bahaya tertimpa barang jatuh masuk kedalam kategori risiko ekstrim. Berikut identifikasi penyebab bahaya tertinggi menggunakan metode FTA. *Top event* pada gambar diatas menunjukkan bahaya yang ingin diidentifikasi yaitu bahaya tertimpa barang jatuh. Dari hasil identifikasi terdapat faktor yang menyebabkan adanya bahaya tertimpa barang jatuh yang dapat terjadi yaitu pekerja yang kurang memperhatikan SOP, kurangnya koordinasi antar pekerja, dan tidak terdapat *police line*/papan informasi sedang ada pekerjaan. Hasil *basic event* yang didapatkan dari pekerja yang kurang memperhatikan SOP yaitu pekerja yang ingin pekerjaan cepat selesai, meremehkan pekerjaan, pekerja yang tidak konsentrasi, dan tidak menggunakan APD secara lengkap.

3. Hasil dan Diskusi

Dari hasil pengumpulan dan pengambilan data yang telah dilakukan. Hasil yang didapatkan dianalisa lebih lanjut dengan melihat kesamaan hasil yang didapat dengan penelitian-penelitian terdahulu.

3.1. Analisa Potensi Bahaya Pemasangan Rolling Door dan Kabel Conveyor

Aktivitas pemasangan *rolling door* yang dilakukan di PT PLN Indonesia Power Suralaya juga tidak luput dari bahaya. Proses pemasangan *rolling door* dilakukan di area kerja mesin turbin, dimana kegiatan ini merupakan pekerjaan yang dilakukan jika *rolling door* sebelumnya dianggap sudah waktunya untuk diganti. Proses pemasangan dilakukan mulai dari melakukan pemasangan *bracket* motor, pemasangan *track rolling door*, sampai ke penyambungan kabel ke motor agar *rolling door* dapat dibuka tutup secara otomatis.

Beberapa potensi bahaya yang dapat terjadi saat melakukan pemasangan *rolling door* antara lain tangan terjepit alat kerja seperti *handriveter* hal tersebut dapat terjadi karena penggunaan *handriveter* sebagai alat untuk melubangi *rolling door*, jika pekerja kurang berhati-hati saat pemakaian dapat menyebabkan luka pada tangan. Potensi selanjutnya yaitu jatuh dari ketinggian, potensi ini dapat terjadi karena saat proses pemasangan dilakukan diketinggian dengan menggunakan bantuan *scafeholding*. Potensi ini juga dapat disebabkan karena pekerja yang kurang berhati-hati, *scafeholding* patah atau *rope access* putus yang dapat menyebabkan patah tulang sampai meninggal dunia. Potensi ketiga yaitu tertimpa barang jatuh dapat disebabkan oleh alat-alat kerja yang digunakan seperti *track rolling door*, alat-alat yang terdapat di area mesin turbin, serta *scafeholdig* yang dapat menyebabkan luka pada anggota tubuh sampai meninggal dunia. Potensi keempat yaitu bahaya listrik, dimana proses pemasangan *rolling door* menggunakan mesin-mesin yang

pemakaiannya harus menyambung ke sambungan listrik seperti kabel pada mesin bor. Selain itu, *rolling door* yang dipasang juga jenis *rolling door* yang dapat dibuka tutup secara otomatis, sehingga proses pemasangan menggunakan motor *rolling door*. Potensi bahaya ini dapat menyebabkan tersengat listrik sampai luka bakar. Potensi selanjutnya yaitu penempatan alat kerja yang tidak rapi yang dapat bersumber dari alat-alat kerja yang digunakan seperti baut dan kabel yang digunakan yang nantinya akan menyebabkan terpeleset, tersandung sampai terjatuh. Potensi bahaya selanjutnya ialah bahaya ergonomi yang dapat ditimbulkan saat pemasangan *rolling door* seperti postur tubuh yang janggal saat proses pengerjaan. Pemasangan *rolling door* yang dilakukan diketinggian menggunakan bantuan *scafeholding* menyebabkan potensi bahaya terbesarnya ialah jatuh dari ketinggian dan tertimpa barang jatuh. Hal ini sama pada proses kegiatan pasang bongkar *scafeholding* pada jurnal yang berpotensi bahaya jatuh dari ketinggian serta tertimpa *scafeholding* jika *scafeholdig* roboh [8].

Pada aktivitas pemasangan kabel conveyor, conveyor yang diamati sendiri merupakan alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan hasil sisa pembakaran uap basah batu bara dari boiler ke tempat penampungan sisa pembakaran. Proses pemasangan kabel conveyor merupakan kegiatan rutin yang dilakukan divisi mekanik jika kabel conveyor mengalami kerusakan atau sudah mencapai umur pakai. Proses pemasangan yang dilakukan diluar ruangan dan ditempat yang tinggi serta melibatkan panel dan kabel listrik pasti memiliki potensi bahaya dalam pekerjaannya.

Potensi bahaya yang dapat terjadi setelah dilakukan pengamatan antara lain bahaya listrik, dimana kegiatan pemasangan kabel conveyor pasti banyak bersinggungan dengan kabel ataupun panel listrik. Kurangnya keterampilan dalam kelistrikan ataupun salahnya prosedur saat menggunakan panel listrik dapat menyebabkan kebocoran arus listrik ataupun bahaya listrik yang lainnya. Potensi bahaya kedua ialah jatuh dari ketinggian, potensi ini dapat terjadi karena saat proses pemasangan dilakukan diketinggian dengan menggunakan bantuan *scafeholding*. Potensi ini juga dapat disebabkan karena pekerja yang kurang berhati-hati, *scafeholding* patah atau *rope access* putus yang dapat menyebabkan patah tulang sampai meninggal dunia. Potensi bahaya ketiga yaitu tertimpa barang jatuh. Kegiatan yang dilakukan diluar ruangan serta dilakukan dibawah conveyor akan memiliki risiko tertimpa barang yang jatuh entah itu dari alat-alat kerja yang digunakan, komponen penyusun conveyor, *scafeholding* yang digunakan dan dapat menyebabkan luka pada anggota tubuh sampai meninggal dunia. Potensi bahaya keempat ialah conveyor yang tiba-tiba bergerak, proses pemasangan yang dilakukan didekat conveyor dapat berpotensi conveyor dapat bergerak secara tiba-tiba saat operator sedang melakukan pemasangan. Hal ini mungkin dapat terjadi karena kurangnya koordinasi antara pekerja dilapangan dengan operator yang memonitoring conveyor, potensi ini dapat menyebabkan luka pada tubuh pekerja sampai jatuh.

Potensi selanjutnya ialah terlilit kabel, dimana saat kegiatan pemasangan kabel pekerja melakukan sistem estafet

untuk membawa kabel dari bawah ke atas conveyor, sehingga saat pekerjaanya kabel banyak menjuntai. Potensi ini dapat menyebabkan terjatuh dan tersengat listrik. Potensi selanjutnya ialah terpapar debu batu bara yang dapat dirasakan pekerja yang melakukan aktivitas di dekat conveyor. Conveyor yang digunakan merupakan conveyor yang membawa sisa hasil pembakaran batu bara ke tempat penampungan sehingga potensi ini dapat saja mungkin terjadi dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan, iritasi kulit, dan mata perih, Potensi terakhir ialah bahaya ergonomi yang dapat ditimbulkan saat pemasangan kabel conveyor seperti postur tubuh yang janggal saat proses pengerjaan. Hal tersebut sama pada jurnal yang berjudul "Penerapan Metode HIRARC dalam Menganalisis Risiko Bahaya dan Upaya Pengendalian Kecelakaan Kerja di Area Crusher dan Belt Conveyor PT. Semen Padang" dimana beberapa potensi bahaya saat pemasangan *belt* conveyor yang diidentifikasi seperti pekerja terjatuh saat pemasangan *belt* conveyor, pekerja tersengat listrik saat pemasangan *belt* conveyor, debu pada area kerja *belt* conveyor, tertimpa *belt* yang terjatuh [9].

3.2. Analisa Penilaian Risiko Pemasangan Rolling Door dan Kabel Conveyor

Potensi pemasangan *rolling door* diantaranya yaitu jatuh dari ketinggian dimana dan potensi ketiga tertimpa barang jatuh, tingkat keparahan kriteria *catasropic*/bencana dan tingkat peluang kriteria *unlikely*, hal tersebut terjadi karena jatuh dari ketinggian akan menyebabkan cedera berat bahkan sampai meninggal dunia, serta potensi bahaya tersebut jarang sekali terjadi sehingga kecil kemungkinan dapat terjadi dan kategori penilaian risikonya yaitu *extreme risk*. Potensi bahaya listrik dimana tingkat keparahan kriteria *moderate*/sedang, tingkat peluang kriteria *rare*/jarang sekali terjadi karena penggunaan listrik pada aktivitas ini tidak terlalu sering, sehingga kategori penilaian risikonya yaitu *moderate risk*.

Pada pemasangan kabel conveyor, aktivitas pemasangan yang dilakukan ditinggikan lebih dari 3 meter, diluar ruangan dan dibawah kabel conveyor, serta kegiatan yang langsung bersambungan dengan kabel dan panel listrik dapat menyebabkan potensi bahaya jatuh dari ketinggian, bahaya listrik, dan tertimpa barang jatuh masuk kedalam risiko *extreme risk* dimana tingkat keparahan *catastrophic*/bencana, tingkat peluang *unlikely*/kecil. Pada potensi selanjutnya yaitu conveyor yang tiba-tiba bergerak dimana tingkat keparahan kriteria *major*/besar yaitu dapat mengakibatkan luka pada anggota tubuh sampai terjatuh, tingkat peluang kriteria *unlikely*/kecil kemungkinan terjadi karena hal ini mungkin dapat terjadi karena kurangnya koordinasi antar pekerja, sehingga kategori penilaian risikonya yaitu *high risk*. Pada risiko bahaya terlilit kabel, dimana tingkat keparahan kriteria *moderate*/sedang, tingkat peluang kriteria *unlikely*/kecil kemungkinan terjadi, sehingga kategori penilaian risikonya yaitu *moderate risk*. Pada bahaya suhu udara panas dimana tingkat keparahan kriteria *insignificant*/tidak bermakna, tingkat peluang kriteria *almost certain*/hampir pasti akan terjadi hal tersebut dikarenakan pekerjaan yang dilakukan diluar ruangan serta pada siang hari dapat mengakibatkan

tingkat stress pada pekerja lebih cepat meningkat, sehingga kategori penilaian risikonya yaitu *high risk*.

Hasil penilaian risiko biasanya akan berbeda walaupun potensi bahaya yang diidentifikasi sama. Hal tersebut dapat terjadi karena aktivitas atau kegiatan yang diidentifikasi berbeda, sehingga akan menghasilkan penilaian risiko yang berbeda pula. Pada identifikasi yang dilakukan *Workshop* PT Barata Indonesia pada bagian produksi dimana pemakaian *scafeholding* yang dapat menyebabkan risiko bahaya terjatuh dan tertimpa material *scafeholding* termasuk penilaian risiko kriteria *extreme risk*, hal ini sama dengan potensi bahaya jatuh dari ketinggian serta tertimpa barang jatuh yang bersumber dari *scafeholding* memiliki kriteria *extreme risk*. Selain itu, juga pada potensi bahaya penempatan barang yang tidak rapi memiliki kriteria *low risk*, hal tersebut juga sesuai pada identifikasi yang dilakukan pada *workshop* [8]. Pada potensi bahaya terpapar debu batu bara, pada penelitian pada mesin boiler di PLTU memiliki penilaian risiko kriteria *low risk*, hal ini sesuai dengan potensi bahaya terpapar debu batu bara yang diamati disekitar conveyor [10].

3.3. Analisa Pengendalian Risiko Pemasangan Rolling Door dan Kabel Conveyor

Pada proses pemasangan *rolling door* potensi bahaya tangan terjepit alat kerja, pengendalian dapat dilakukan dengan menggunakan APD sarung tangan *safety* saat bekerja. Untuk potensi bahaya jatuh dari ketinggian, pengendalian dapat dilakukan dengan rekayasa yaitu penggunaan *scafeholding* dan *rope access* saat pekerja dan penggunaan APD *safety belt*, sepatu *safety*, dan helm *safety*. Pada potensi bahaya tertimpa barang jatuh dapat dilakukan pengendalian dengan rekayasa memasang *police line* atau papan informasi pekerjaan sedang berlangsung, secara administrasi dengan memasang display potensi bahaya, dan menggunakan APD helm *safety*, sepatu *safety*, sarung tangan, dan *wearpack*. Pada potensi bahaya listrik dapat dilakukan pengendalian dengan APD yaitu menggunakan sepatu *safety*, helm *safety*, sarung tangan, dan *wearpack* anti listrik statis. Pada potensi bahaya penempatan alat kerja yang tidak rapi dapat dilakukan pengendalian dengan rekayasa yaitu menyediakan tempat untuk menaruh alat-alat kerja yang digunakan serta menggunakan APD berupa sepatu *safety* anti slip agar tidak mudah terpeleset, helm *safety*, dan *wearpack*, dan pada potensi bahaya ergonomi dapat dilakukan pengendalian dengan rekayasa yaitu penggunaan kursi kecil untuk pekerja yang melakukan pekerjaan sembari duduk atau juga dapat dengan mengurangi waktu lamanya duduk dengan postur tubuh yang janggal. Pada keadaan dilapangan sebenarnya pengendalian yang telah dilakukan pekerja selama pemasangan *rolling door* ialah menggunakan APD secara lengkap serta penggunaan *scafeholding* dan *rope access* untuk membantu pekerjaan ditinggikan.

Pada potensi bahaya jatuh dari ketinggian pengendalian dapat dilakukan dengan rekayasa yaitu penggunaan *scafeholding* dan *rope access* saat pekerja dan penggunaan APD *safety belt*, sepatu *safety*, dan helm *safety*. Pada potensi bahaya tertimpa barang jatuh dapat dilakukan pengendalian dengan rekayasa memasang *police line* atau papan informasi pekerjaan

sedang berlangsung, secara administrasi dengan memasang display potensi bahaya, dan menggunakan APD helm *safety*, sepatu *safety*, sarung tangan, dan *wearpack*. Pada potensi bahaya conveyor yang tiba-tiba bergerak pengendalian dapat dilakukan dengan penggunaan rekayasa yaitu *rope access* dan menggunakan APD seperti helm *safety*, sepatu *safety*, dan *wearpack*. Pada potensi bahaya terlilit kabel pengendalian dapat dilakukan dengan rekayasa yaitu memasang *police line* atau papan informasi pekerjaan sedang berlangsung serta pengendalian APD yaitu menggunakan sepatu *safety*, helm *safety*, dan *wearpack*. Pada potensi bahaya area kerja licin karena hujan dapat dilakukan pengendalian secara eliminasi yaitu dengan membersihkan genangan air. Pada potensi bahaya suhu udara panas dapat dilakukan pengendalian secara rekayasa yaitu menyediakan air mineral disekitar area kerja serta menggunakan APD yaitu berupa helm *safety*.

Pada kejadian dilapangan sesungguhnya pada proses pemasangan baik *rolling door* maupun kabel conveyor, pekerja sudah menggunakan APD yang lengkap. Mulai dari penggunaan helm *safety*, sarung tangan *safety*, sepatu *safety*, dan *wearpack*. Selain itu peralatan penunjang seperti *scapholding* dan *rope access* untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan diketinggian juga sudah diterapkan, sehingga dapat dikatakan pengendalian yang dilakukan untuk meminimalisir potensi bahaya yang ditimbulkan dari kedua aktivitas tersebut sudah baik diterapkan.

Pengendalian yang dilakukan merupakan cara untuk meminimalisir atau menghindari potensi bahaya yang akan terjadi saat melakukan pekerjaan. Pengendalian yang dilakukan pada proses pemasangan *rolling door* dan kabel conveyor sesuai dengan penelitian terdahulu yaitu pada pengendalian yang dilakukan pada *workshop* di PT Barata Indonesia dan pengendalian risiko yang dilakukan pada aktivitas pemasangan *belt conveyor*. Dimana pengendalian yang dilakukan saat alat/material yang digunakan diletakkan sembarangan adalah dengan merapikan material yang digunakan, serta menyediakan tempat untuk menaruh material yang digunakan [8]. Pada proses pemasangan *belt conveyor* pengendalian yang dilakukan yaitu dengan administrasi yang dilakukan berupa pemasangan tanda keselamatan atau rambu peringatan bekerja diketinggian, sedangkan untuk APD tambahan yang digunakan adalah *safety harness* [9].

3.4. Analisa Potensi Bahaya Tertinggi Dengan Metode Fault Tree Analysis

Pada potensi bahaya jatuh dari ketinggian terdapat tiga *top event* yang diidentifikasi potensi bahaya tersebut dapat terjadi yaitu faktor pekerja, faktor peralatan, dan faktor lingkungan. Faktor pekerja, *top event* yang pertama yaitu karena faktor kurang fokus yang dapat disebabkan karena pekerja lelah dan mengalami kesulitan. Untuk *basic event* yang didapatkan dari faktor kelelahan yaitu dehidrasi dan kurang istirahat. Hal tersebut dapat terjadi karena pekerjaan yang dilakukan diluar ruangan dan pada siang hari sehingga akan menyebabkan dehidrasi, serta pekerjaan yang dilakukan selama berjam-jam membuat pekerja kurang istirahat. Untuk mengalami kesulitan, *basic event* nya yaitu terdapat permasalahan antar

pekerja ataupun permasalahan pribadi. *Top event* kedua dari faktor pekerja ialah ceroboh, dimana *basic event* yang dapat terjadi ialah karena pekerja melamun, meremehkan pekerjaannya, dan tergesa-gesa dalam melakukan pekerjaan. Dan *basic event* terakhir dari *top event* faktor pekerja ialah karena pekerja kurang terampil dalam melakukan pekerjaannya. Hal ini sesuai dengan dengan berbagai hasil penelitian yang menunjukkan bahwa meningginya pengalaman dan keterampilan akan disertai dengan penurunan angka kecelakaan akibat kerja. Kewaspadaan terhadap kecelakaan akibat kerja bertambah baik sejalan dengan penambahan usia dan lamanya kerja di tempat kerja yang bersangkutan [11].

Potensi bahaya tertinggi selanjutnya ialah bahaya listrik. Faktor yang dapat menyebabkan adanya bahaya listrik terbagi menjadi dua yaitu pekerja kurang memperhatikan SOP dan pekerja kurang terampil. *Top event* pekerja kurang memperhatikan SOP dapat terjadi karena beberapa hal yaitu pekerja yang kurang berhati-hati dan pekerja tidak membaca instruksi kerja. *Basic event* yang didapat dari pekerja kurang hati-hati ialah ingin pekerjaan cepat selesai dan pekerja yang tidak konsentrasi. Untuk *basic event* dari pekerja tidak membaca intruksi kerja dapat disebabkan karena pekerja meremehkan pekerjaannya dan lupa. *Basic event* terakhir yang didapat dari pekerja kurang memperhatikan SOP ialah tidak menggunakan APD secara lengkap. Penggunaan APD secara lengkap ini juga sejalan dengan menurut *Intitution Of Occupational Safety and Health* (2010) [12], sebanyak 73% kecelakaan kerja dikarenakan oleh perilaku yang tidak aman, dan salah satu perilaku yang tidak aman adalah tidak mengikuti standar prosedur kerja. Sedangkan pada pekerja kurang terampil, *basic event* yang dapat terjadi ialah kurang motivasi, kurang pelatihan, dan kurang pengalaman.

Potensi bahaya tertinggi ketiga ialah potensi tertimpa barang jatuh. *Top event* yang dapat terjadi ialah karena pekerja kurang memperhatikan SOP dimana hal tersebut dapat disebabkan karena bekerja yang kurang berhati-hati. *Basic event* yang didapatkan dari bekerja kurang berhati-hati ialah karena pekerja ingin pekerjaan cepat selesai, meremehkan pekerjaannya, dan pekerja yang tidak konsentrasi. Serta *basic event* yang dapat terjadi juga ialah karena tidak menggunakan APD secara lengkap. Selain itu *basic event* yang dapat terjadi dari potensi bahaya tertimpa barang jatuh ialah karena kurangnya koordinasi antar pekerja dan tidak terdapat *police line*/papan informasi pekerjaan sedang berlangsung di area kerja. Hal ini juga sesuai dengan penelitian pada proyek pembangunan balai permasyarakatan Denpasar bahwa *police line* merupakan rambu/peringatan yang cukup penting untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan agar dilarangnya selain pekerja masuk ke area kerja [13].

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, Adapun kesimpulan yang dapat ditarik ialah sebagai berikut.

1. Ditemukan 6 potensi bahaya pada aktivitas pemasangan *rolling door* dan 10 potensi bahaya untuk aktivitas pemasangan kabel conveyor

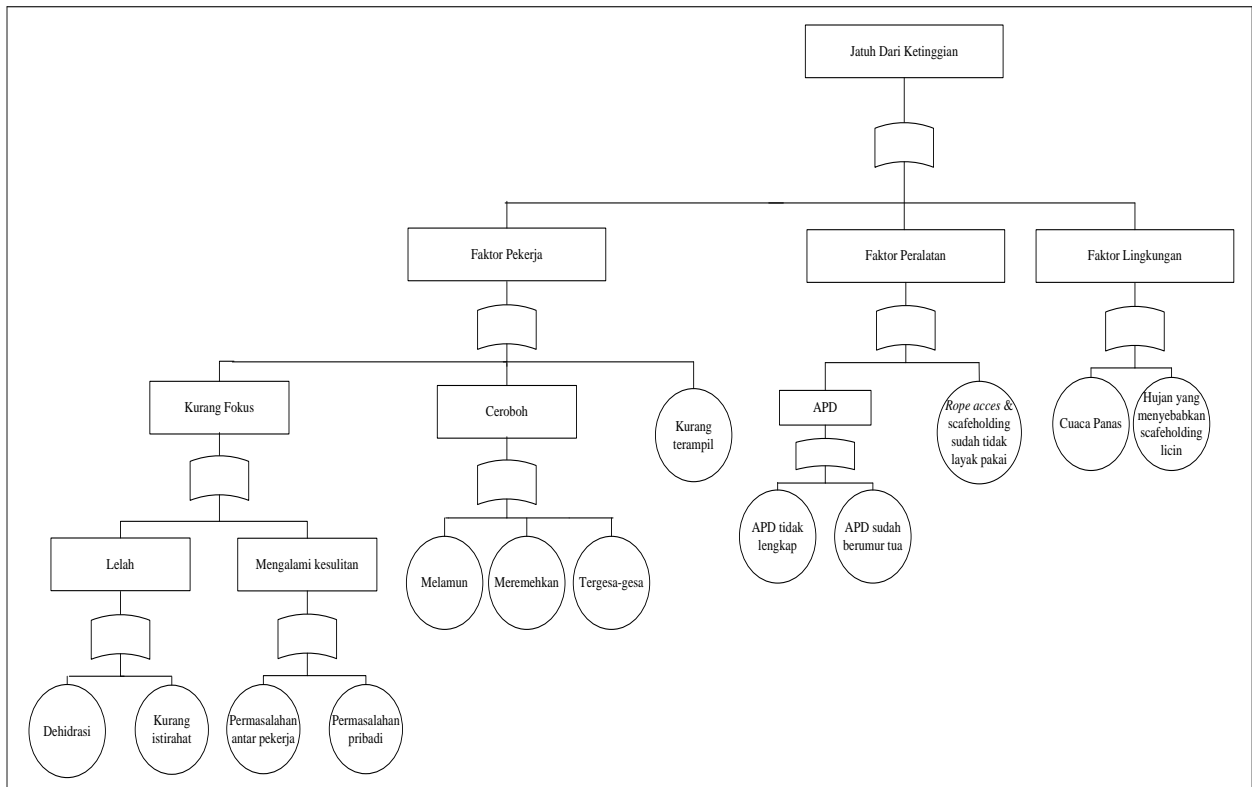
2. Pada aktivitas pemasangan *rolling door* terdapat 3 *hazard* yang berisiko rendah, 1 *hazard* berisiko sedang, dan 2 *hazard* berisiko *extreme*. Aktivitas pemasangan kabel conveyor terdapat 4 *hazard* yang berisiko rendah, 1 *hazard* berisiko sedang, 2 *hazard* berisiko tinggi, dan 3 *hazard* berisiko *extreme*.
3. Selain APD yang sudah diterapkan, pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalisir potensi bahaya dari kedua aktivitas tersebut ialah memasang *police line* atau papan informasi pekerjaan sedang berlangsung, menyediakan tempat penyimpanan untuk menaruh alat-alat kerja, menyediakan air mineral disekitar area kerja, dan penggunaan kursi kecil untuk pekerjaan yang duduk.
4. Akar penyebab bahaya tertinggi dari 3 potensi bahaya yaitu faktor pekerja, faktor peralatan, dan faktor lingkungan.

Pembangunan Gedung Kantor Balai Perumahan Kelas 1 Denpasar," Repositori Politeknik Negeri Bali, 2022.

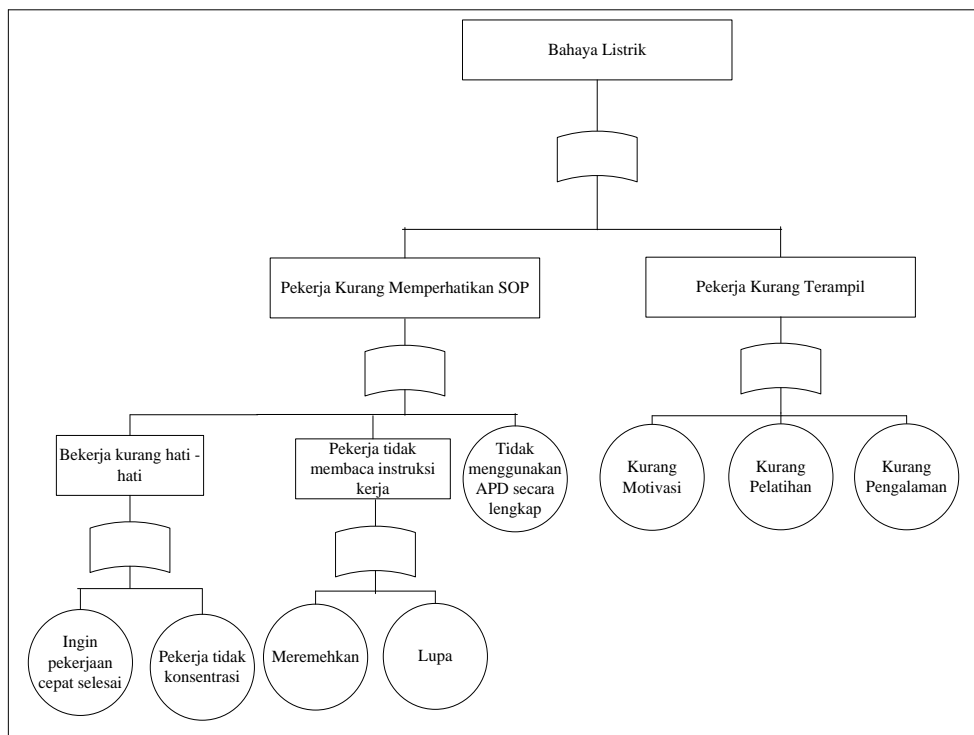
Referensi

- [1] Supriyadi and F. Ramdan, "Boiler Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, vol. 1, no. 2, pp. 161–178, 2017.
- [2] Hutabarat, "Analisis Bahaya Area Boiler Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Labuhan Angin Di Kabupaten Tapanuli Tengah Tahun 2017," Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [3] A. Santoso and N. L. P. Sulistiyani, "Analisis Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di Industri Manufaktur," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 22, no. 2, pp. 75-85, 2020.
- [4] S. N. Trisaid, "Analisis risiko kecelakaan kerja pada kegiatan rig service menggunakan metode HIRARC dengan pendekatan FTA," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [5] "Standard Australia License. AS/NZS 4360:1999. Risk Management in Security Risk Analysis. Brisbane: ISMCPI, 1999.
- [6] H. Pradipta et al., "Analisa Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) (Study Kasus Pada Proyek Jalan Hotmix Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sumbawa)," *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 2015.
- [7] N. Djamal and R. Azizi, "Identifikasi Dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses Dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ," *Jurnal Intech Teknik Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 34-45, 2015.
- [8] Andiyani et al., "Analisis Penerapan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment (HIRA) Dengan Pendekatan Fault Tree Analysis (FTA)," *Journal Industrial Servicess*, vol. 3c, no. 1, pp. 293-300, 2017.
- [9] Yulhendra, "Penerapan Metode HIRARC dalam Menganalisis Risiko Bahaya dan Upaya Pengendalian Kecelakaan Kerja di Area Crusher dan Belt Conveyor PT. Semen Padang," *Jurnal Bina Tambang*, vol. 8, no. 1, pp. 203-213, 2023.
- [10] F. Ramadhan, "Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," pp. 164-169, 2017.
- [11] Indrayani, "Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Proyek Pengembangan Bandara Internasional Juanda Terminal 2 Surabaya," *Jurnal IKESMA*, vol. 13, no. 2, pp. 77 – 93, 2017.
- [12] OSH, "Materi Pelajaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja Tenaga Kerja Asing –Bidang Konstruksi. Jakarta: Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigras," 2010.
- [13] Setyono et al., "Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Pada Proyek

Lampiran



Gambar A1. Identifikasi Potensi Bahaya Jatuh Dari Ketinggian Dengan Metode FTA



Gambar A2. Identifikasi Potensi Bahaya Listrik Dengan Metode FTA