

Integrasi Metode FMEA dan FTA dalam Strategi Mitigasi Risiko Kecelakaan Kerja (Studi Kasus : PT. Semen Padang)

Muhammmad Nur¹, Suherman², Yelsa Putri Aulia³

^{1,2,3} Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: muhammad.nur@uin-suska.ac.id, suher_aje@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT Semen Padang merupakan produsen semen tertua di Indonesia, yang berdiri sejak 18 Maret 1910 dengan nama NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij (NV NIPCM). Perusahaan ini telah mengimplementasikan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) serta membentuk Tim Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Tim Barisan Pemadam Kebakaran (BPK). Namun demikian, insiden kecelakaan kerja masih terjadi di area perusahaan, yang terkait dengan 22 jenis aktivitas berisiko. Penelitian ini menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memitigasi risiko kecelakaan kerja. Hasil analisis FMEA menunjukkan terdapat tiga jenis kecelakaan kerja dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 108, yang dikategorikan sebagai risiko medium. Selanjutnya, metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan kerja tersebut. Mitigasi risiko dirancang untuk mengurangi dan mencegah kecelakaan kerja, khususnya di area produksi, guna meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja secara keseluruhan.

Kata Kunci: FMEA, FTA, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Mitigasi Risiko

ABSTRACT

PT Semen Padang is Indonesia's oldest cement producer, established on March 18, 1910, under the name NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij (NV NIPCM). This company has implemented the Occupational Safety and Health Management System (SMK3) and formed the Environmental Safety and Health Team (K3LH) and the Fire Fighting Team (BPK). However, work accident incidents still occur in the company area, related to 22 risky activities. This study uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods to identify, analyze, and mitigate the risk of work accidents. The results of the FMEA analysis show three types of work accidents with the highest Risk Priority Number (RPN) value of 108, which is categorized as medium risk. Furthermore, the FTA method is used to identify the root causes of work accidents. Risk mitigation is designed to reduce and prevent work accidents, especially in production, to improve overall work safety and health.

Keywords: FMEA, FTA, Occupational Safety and Health, Risk Mitigation

Pendahuluan

PT. Semen Padang adalah produsen semen tertua di Indonesia yang didirikan pada 18 Maret 1910 dengan nama NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij (NV NIPCM) termasuk perusahaan BUMN. Direktur utama PT. Semen Padang adalah Indriceffouny Indra. PT. Semen Padang berlokasi Jl. Raya Indarung, Sumatra Barat.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) menguraikan tentang bagaimana bekerja dengan cara yang aman dan tidak menimbulkan kecelakaan atau zero accident bagi karyawan dan masyarakat [1]–[4]. Banyak teknik serta metode yang digunakan untuk melindungi pekerja, lingkungan dan masyarakat sekitar dari berbagai potensi bahaya yang mungkin timbul di tempat kerja. Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani [5], [6]

Pada proses produksi dan pendistribusian PT. Semen Padang menggunakan teknologi dalam melakukan aktivitas pekerjaannya, sehingga dalam proses produksinya memiliki potensi bahaya terhadap pekerja. Perusahaan ini telah menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai salah satu upaya untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat[7]–[9]. Namun berdasarkan hasil rekap catatan kecelakaan kerja PT. Semen Padang perlu adanya tinjauan ulang mengenai pelaksanaan K3 agar dapat meminimalkan kuantitas terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi pelaksanaan K3 terkait penilaian potensi bahaya dan risiko di area pabrik PT. Semen Padang [10]–[13]

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di Unit Produksi Area Indarung V terdapat 22 jenis kegiatan dengan memiliki risiko kecelakaan kerja yang berbeda sesuai dengan jenis kegiatannya. Pada setiap kegiatan yang di lakukan masih adanya terjadi kecelakaan kerja seperti tertimpa material panas, tertimpa benda berat, terjepit, jatuh dari ketinggian, terpeleset, tersengat listrik dan I-2 ledakan hal inindisebabkan oleh beberapa faktor seperti operator tidak berhati-hati dalam bekerja dan tidak menggunakan APD serta tidak bekerja sesuai SOP yang telah ditetapkan. Kecelakaan kerja yang terjadi selama proses Kerja Praktek pada Februari 2024 adalah terjadi ledakan gas akumulator di Raw Mill Area Indarung V PT. Semen Padang hal ini disebabkan oleh kesalahan dalam pemasangan gas akumulator dan kelalaian operator tidak mengikut SOP pemasangan gas akumulator sehingga menyebabkan 5 korban luka bakar akibat ledakan gas tersebut. Agar permasalahan dapat diselesaikan maka digunakan metode yang dipakai adalah FMEA dan FTA[14]. Metode FMEA adalah perhitungan RPN tertinggi terhadap kecelakaan kerja yang terjadi. Sedangkan hasil dari metode FTA adalah menganalisa penyebab risiko kecelakaan kerja, setelah itu dibuatkan dalam penggunaan pohon faktor kegagalan sampai penyebabnya dasarnya sehingga didapatkan hasil bahwa adanya kelalaian dari karyawan terhadap pentingnya kesehatan dan keselamatan kerja. Maka dibutuhkan analisa metode FMEA dan FTA untuk mendapatkan mitigasi risiko terjadi kecelakaan kerja tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian diawali denga mengumpulkan data-data yang berhubungan dengann risiko kecelakaan kerja di Unit Produksi Area Indarung V PT. Semen Padang.

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan pada penelitian maka dilakuakn observasi langsung di PT. Semen Padang.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada kepala bagian produksi, karyawan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan sebagai pendukung

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah upaya perlindungan yang ditujukan agar tenaga kerja dan orang lainnya di tempat kerja/perusahaan selalu dalam keadaan selamat dan sehat, serta agar setiap sumber produksi dapat digunakan secara aman dan efisien. Kesehatan dan keselamatan Kerja (K3) bertujuan untuk menghindari beberapa hal atau kondisi yang kita tidak inginkan dan mencapai tujuan yang ingin di capai berbentuk hasil kerja yang optimal. Tujuan utama K3 untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja terhadap para pekerja agar tidak mengalami cedera [15]–[17]

Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan suatu alat yang digunakan untuk melindungi diri atau tubuh terhadap bahaya kecelakaan kerja serta dapat mengurangi tingkat keparahan dari kecelakaan kerja yang terjadi, namun tidak menghilangkan ataupun mengurangi bahaya yang ada. Menurut Para Ahli yang salah satunya Menurut Suma'mur mengatakan Alat pelindung diri (APD) adalah suatu alat yang dipakai untuk melindungi diri atau tubuh terhadap bahaya-bahaya kecelakaan kerja [18]–[21]

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure mode effect analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi kecelakaan kerja yang terjadi dan kemudian menentukan tingkat risikonya. Failure mode effect analysis (FMEA) ialah metode yang di maanfaatkan guna mendefinisi, mengenali, serta melenyapkan kegagalan serta permasalahan pada cara pembuatan, sesudah itu melaksanakan pembobotan angka serta pengurutan bersumber pada Risk Priority Number RPN. Kriteria dalam metode FMEA meliputi severity, occurance dan detection kemudian dilanjutkan menghitung RPN [5]

1. *Severity* (S) Tingkat keparahan bahaya atau *Severity* (S) merupakan paramter yang mengukur tingkat bahaya ketika sistem bekerja dan dampak bagi mesin ataupun lingkungan sekitar[22]

Tabel 1. Tingkat keparahan kegagalan atau *Severity* (S) dengan parameter ukurnya

Tingkat Bahaya	Kriteria	Tingkat
Sangat Berbahaya Sekali	Kematian beberapa individu (Masal)	10
Sangat Berbahaya	Kematian individu (seseorang)	9
Sangat Tinggi	Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen	8
Tinggi	Dirawat lebih 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll	7
Menengah	Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpelese	6
Rendah	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang	5
Sangat rendah	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)	4
Kecil	Dampak yang diterima kecil seperti melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan	3
Sangat kecil	Dampak yang diteriman tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores	2
Tidak ada	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	1

2. *Occurance* (O)

Tingkat terjadinya kegagalan atau *Occurance* (O) merupakan paramter yang mengukur tingkat seberapa banyak kejadian kegagalan pada komponen tersebut.[23]

Tabel 2. Tingkat terjadi kegagalan atau *Occurance* (O) dengan parameter ukurnya

Tingkat Bahaya	Kejadian	Tingkat
Sangat tinggi	1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi	1 in 8	8
	1 in 20	7
	1 in 80	6
Sedang	1 in 400	5
	1 in 2.000	4
Rendah	1 in 15.000	3
Sangat rendah	1 in 150.000	2
Remote	1 in 1.500.000	1

3. *Detection* (D)

Tingkat kesulitan deteksi atau *Detection* (D) merupakan paramter yang mengukur tingkat kesulitan dalam mendeteksi kejadian kegagalan dalam kejadian terjadi.[22]

Tabel 3. Tingkat deteksi kegagalan atau *Detection* (D) dengan parameter ukurnya

Tingkat Bahaya	Kriteria	Tingkat
Mustahil untuk terdeteksi	Tidak akan terkontrol dan /atau terdeteksi adanya penyebab potensi kegagalan selanjutnya	10
Sangat sulit untuk terdetekai	Sangat sulit untuk mengontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	9
Sulit untuk tedeteksi	Sulit untuk mengontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	8
Untuk terdeteksi sangat rendah	Sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	7
Untuk terdeteksi rendah	Rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis	6

	kegagalan selanjutnya	
Untuk terdeteksi sedang	Hampir tidak mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	5
Untuk terdeteksi menengah ke atas	Hampir mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	4
Mudah untuk mendeteksi	Mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	3
Sangat mudah untuk terdeteksi	Sangat mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	2
Deteksi dapat dilakukan dengan mudah/kasat mata	Dapat diduga akan seringnya terjadi mengakibatkan deteksi pada potensi penyebab dan kejadian	1

Kategori Level

Kategori Level Nilai RPN Metode FMEA memberikan metode perhitungan risiko dengan cara membuat nilai prioritas risiko, Risk Priority Number berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penentuan nilai RPN sangat berkaitan erat dengan parameter *Severity* (S), *Occurance* (O) dan *Detection* (D). Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut [15], [20], [24]:

$$RPN = S \times O \times D$$

Tabel 4. Level Penilaian Risiko

Level Risiko	Skala Nilai RPN
Very Low	RPN < 20
Low	20 < RPN < 80
Medium	80 < RPN < 120
High	120 < RPN < 200
Very High	RPN > 200

Mitigasi risiko

Mitigasi risiko adalah proses atau tindakan yang dilakukan oleh suatu organisasi untuk mengurangi atau meminimalkan dampak dari risiko yang mungkin dihadapi. Tujuannya adalah untuk mengurangi paparan organisasi terhadap berbagai risiko yang dapat menyebabkan gangguan atau kerugian finansial yang signifikan. Mitigasi risiko bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan dampaknya terhadap bisnis. Ada beberapa tujuan khusus dari mitigasi risiko dalam konteks bisnis yaitu meningkatkan keamanan, meningkatkan efisiensi, meningkatkan keandalan [4]

Hasil Dan Pembahasan

Potensi bahaya di Unit Produksi Area Indarung V PT. Semen Padang adakah sebagai berikut:

Tabel 5. Potensi bahaya, risiko dan konsekuensi di Unit Produksi

No	Jenis Kegiatan	Area	Potensi Bahaya	Risiko	Konsekuensi
1.	Kegiatan Pemeliharaan Compressor	Compressor Room EP Raw Mill & CF Silo	Mesin Compressor	Kebisingan	Gangguan Pendengaran
			Jalan Compressor Room EP Raw Mill & CF Silo	Terpeleset	Cidera
2.	Pemeliharaan Raw Mill	Raw 5R1 dan 5R2	Mesin Raw Mill	Kebisingan	Gangguan Pendengaran
			Materil dan alat	Tertimpa benda	Luka ringan
			Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian	Cidera
3.	Pengelasan	All area	Percikan Api Las	Kebakaran atau ledakan	Luka Bakar
4	Aktifitas	All Area	Bekerja di	Terjatuh	Patah

	pembersihan, pengecekan, perbaikan di area yang tinggi (CF Silo, Suspension Preheater, Dome Silo),			ketinggian			
				Cuaca	Sambaran petir	Luka Bakar	
5.	Perbaikan center tube di dalam Preheater	Cyclone Preheater		Bekerja ketinggian	di Terjatuh	Cidera	
				Material	Terkena Debu	Gangguan penglihatan	
6.	Pemeliharaan Coal Mill	Coal Mill 5K1		Ledakan batu bara jika terlalu panas	Kebakaran	Luka Bakar	
				Material batubara	Tertimpa benda	Luka ringan	
				Bekerja ketinggian	di Terjatuh dari ketinggian	Cidera	
7.	Pekerjaan pengecekan atau pembersihan material di inlet kiln	Inlet Kiln		Material	Debu panas	Luka bakar dan gangguan penglihatan	
8.	Pemeliharaan EP	EP Mill, Coal dan Cooler	Raw EP Mill	Bekerja ketinggian	di Terjatuh	Cidera	
				Material	Terkena Debu	Gangguan Penglihatan	
				Tenggangan listrik tinggi	Tersengat Listrik	Luka Bakar	
9.	Pengecekan dan pemeliharaan conveyor	belt	All Area	belt conveyor	Terjepit	Cidera	
10.	Kegiatan Maintenance, Basic Cleaning, Inspeksi, Lubrikasi	Raw Mill dan Kiln		Raw Mill dan Kiln	Panas radiasi	Luka bakar,	
				Jalan di area raw mill dan kiln	Terpeleset	Cidera	
11.	Bongkar pasang burner	Kiln		Mesin	Terjepit	Cidera	
				Burner	Terbakar	Luka Bakar	
12.	Pembuangan reject	Coal Mill		Material	Terkena debu	Gangguan pernapasan dan penglihatan	
				Material	Terkena material panas	Luka bakar	
13.	Pekerjaan transport material dan peralatan dengan hoist crane di preheater lantai 2, 3, 4, 5, 6, dan 7	Cyclone Preheater		Bekerja ketinggian	di Terjatuh	Cidera	
14.	Pemeriksaan fine coal feeder	Coal Mill		Material	Terkena Debu	Gangguan pernapasan dan penglihatan	
15.	Seluruh kegiatan didalam gedung CCR Indarung VI	CCR Indarung V		Bencana alam	Gempa bumi	Luka berat, luka ringan	
				Listrik	Kebakaran	Luka bakar	
16.	Pemeriksaan dan penggantian bucket/roller conveyor	Clinker transport		roller conveyor	apron Terjepit	Cidera	
17.	Operasional Lift	Cyclone Preheater		Lift bermasalah	Terjatuh, terjepit	Patah, luka berat	

18.	Lalu lintas kendaraan di jalan sekitar area pabrik	All Area	Kendaraan	Tertabrak	Cidera
19.	Pengangkatan dan pengangkutan material/ alat bantu menggunakan <i>hoist</i>	Seluruh area	Hoist	Tertimpa material / alat	Patah, Luka ringan, luka berat
20.	Pemasangan gas akumulator/nitrogen	Raw Mill	Gas Nitrogen	Kebakaran / Ledakan	Luka bakar
21.	Operational dan pemeliharaan Rotary Blower	Rotary Blower Coal Mill dan CF Silo	Suara mesin Metode kerja mesin	Kebisingan Terpuntir	Gangguan pendengaran Cidera
22.	Seluruh kegiatan operasional	All area	Bekerja diketinggian Bangunan tidak tahan gempa	Terjatuh tertimpa reruntuhan pada saat terjadinya gempa bumi	Luka, Cidera Patah

(Sumber: PT. Semen Padang, 2024)

Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko *Very Low* sampai *Very High* adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kategori Risiko

No	Jenis Kegiatan	Area	Risiko	Konsekuensi	Skor			RP	Kategori
					S	O	D	N	
1.	Kegiatan Pemeliharaan Compressor	Compressor Room EP Raw Mill & CF Silo	Kebisingan	Gangguan Pendengaran	3	4	2	24	L
			Terpeleset	Cidera	5	2	6	60	L
2.	Pemeliharaan Raw Mill	Raw 5R1 5R2 dan	Kebisingan	Gangguan Pendengaran	3	4	2	24	L
			Tertimpa benda	Luka ringan	4	2	8	64	L
			Terjatuh dari ketinggian	Cidera	5	2	6	60	L
3.	Pengelasan	All area	Kebakaran atau ledakan	Luka Bakar	6	2	8	96	M
			Terjatuh	Patah	6	2	6	72	M
4	Aktifitas pembersihan, pengecekan, perbaikan di area yang tinggi (CF Silo, Suspension Preheater, Dome Silo),	All Area	Sambaran petir	Luka Bakar	6	2	9	108	M
5.	Perbaikan tube di center dalam Preheater	Cyclone Preheater	Terjatuh	Cidera	5	2	6	60	L
			Terkena Debu	Gangguan penglihatan	3	4	4	48	L
			Kebakaran	Luka Bakar	6	2	8	96	M
6.	Pemeliharaan Coal Mill	Coal 5K1 Mill	Tertimpa benda	Luka ringan	4	2	6	48	L
			Terjatuh dari ketinggian	Cidera	4	2	6	48	L

7.	Pekerjaan pengecekan atau pembersihan material di inlet kiln		Inlet Kiln	Debu panas	Luka bakar dan gangguan penglihatan	6	2	4	48	L
8.	Pemeliharaan EP	EP Mill, Coal dan Cooler	Raw EP Mill dan EP	Terjatuh	Cidera	4	2	6	48	L
				Terkena Debu	Gangguan Penglihatan	3	2	4	24	L
				Tersengam Listrik	Luka Bakar	6	2	8	96	M
9.	Pengecekan dan pemeliharaan conveyor		All Area	Terjepit	Cidera	5	2	6	60	L
10.	Kegiatan Basic Maintenance, Cleaning, Inspeksi, Lubrikasi		Raw Mill dan Kiln	Panas radiasi	Luka bakar	6	2	8	96	M
				Terpeleset	Cidera	5	2	6	60	L
11.	Bongkar pasang burner		Kiln	Terjepit	Cidera	5	2	6	60	L
				Terbakar	Luka Bakar	6	2	8	96	M
12.	Pembuangan reject		Coal Mill	Terkena debu	Gangguan pernapasan dan penglihatan	6	2	4	48	L
				Terkena material panas	Luka bakar	6	2	6	72	L
13.	Pekerjaan transport material dan peralatan dengan hoist crane di preheater lantai 2, 3, 4, 5, 6, dan 7		Cyclone Preheater	Terjatuh	Cidera	5	2	6	60	L
14.	Pemeriksaan fine coal feeder		Coal Mill	Terkena Debu	Gangguan pernapasan dan penglihatan	6	4	4	96	M
15.	Seluruh kegiatan didalam gedung CCR Indarung V		CCR Indarung V	Gempa bumi	Luka berat, luka ringan	6	2	9	108	M
				Kebakaran	Luka bakar	6	2	8	96	M
16.	Pemeriksaan dan penggantian bucket/roller apron conveyor		Clinker transport	Terjepit	Cidera	5	3	6	90	M
17.	Operasional Lift		Cyclone Preheater	Terjatuh, terjepit	Patah, luka berat	6	2	6	72	L
18.	Lalu lintas kendaraan di jalan sekitar area pabrik		All Area	Tertabrak	Cidera	5	2	6	60	L
19.	Pengangkatan dan pengangkutan material/ alat bantu menggunakan hoist		Seluruh area	Tertimpa material / alat	Patah, Luka ringan, luka berat	6	2	7	84	M
20.	Pemasangan gas akumulator/nitrogen		Raw Mill	Kebakaran	Luka Bakar	6	3	6	108	M
21.	Operational pemeliharaan dan Rotary Blower		Rotary Blower Coal Mill dan CF Silo	Kebisingan	Gangguan pendengaran	3	2	4	24	L

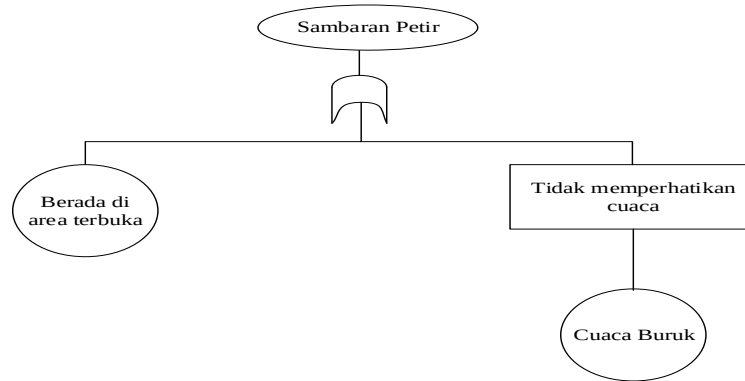
			Terpuntir	Cidera	5	2	6	60	L
			Terjatuh	Luka, Cidera	5	2	7	70	L
22.	Seluruh kegiatan operasional	All area	Tertimpa reruntuhan pada saat terjadinya gempa bumi	Luka, Cidera Patah	7	2	7	98	M

Diagram FTA

Diagram FTA dibuat berdasarkan data perhitungan nilai RPN yang tertinggi maka dibuatkan diagram FTA untuk mengetahui penyebab dari kecelakaan kerja tersebut terjadi. Berdasarkan perhitungan nilai RPN dalam pengolahan data sebelumnya terdapat 3 jenis potensi bahaya yang menyebabkan terjadinya Risiko terjadinya kecelakaan kerja adalah sebagai berikut:

1. Sambaran Petir

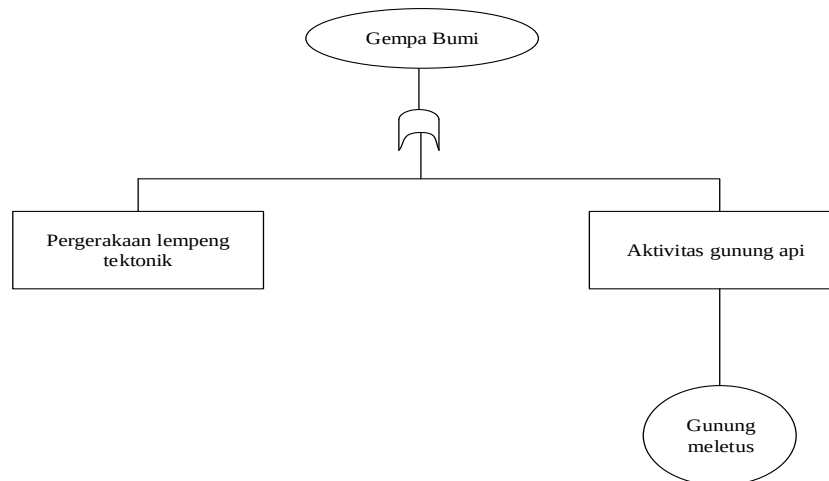
Risiko terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh tersambar petir memiliki kategori nilai RPN tertinggi yaitu 108 pada kegiatan aktifitas pembersihan, pengecekan, perbaikan di area yang tinggi (CF Silo, *Suspension Preheater*, *Dome Silo*) yang akan berakibat pekerja luka bakar.



Gambar 1. Sambaran Petir

2. Gempa Bumi

Risiko terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh gempa bumi memiliki kategori nilai RPN tertinggi yaitu 108 pada kegiatan Seluruh kegiatan didalam gedung CCR Indarung V yang akan berakibat pekerja luka ringan hingga mengalami luka berat

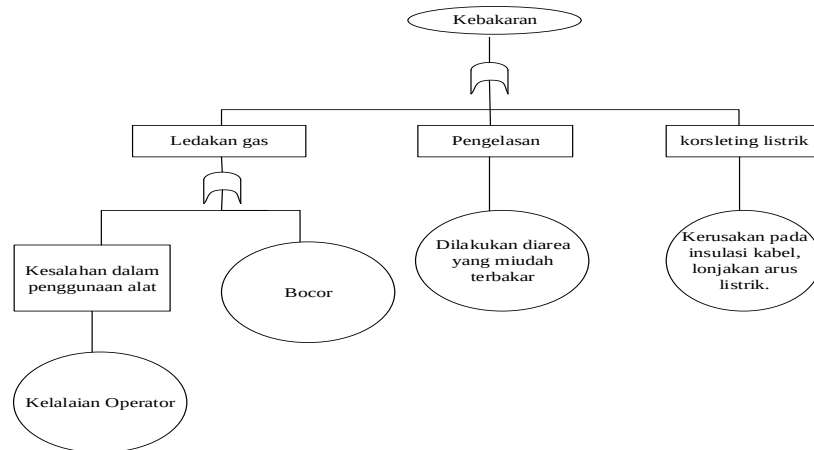


Gambar 2. Gempa Bumi

3. Kebakaran

Risiko terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kebakaran memiliki kategori nilai RPN

tertinggi yaitu 108 pada kegiatan pemsangan gas akumulator/nitrogen yang akan berakibat luka bakar yang dialami oleh pekerja tersebut.



Gambar 3. Kebakaran

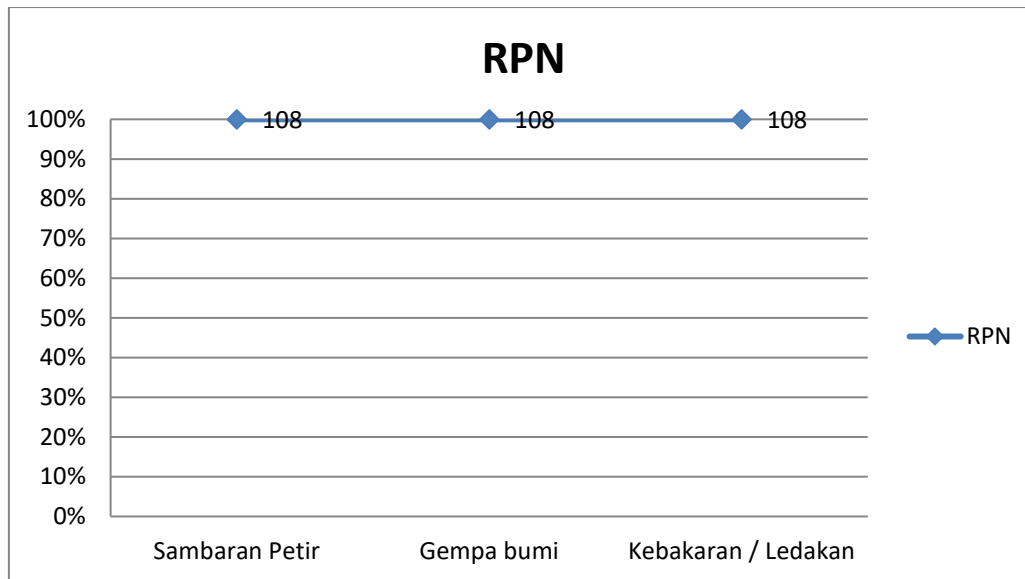
Mitigasi Risiko

Mitigasi Risiko adalah tindakan terencana dan berkelanjutan yang dilakukan oleh pekerja agar mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat dari potensi bahaya yang terdapat di area Indarung V pada PT. Semen Padang. Tujuan mitigasi risiko adalah untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengambil tindakan yang tepat guna mengurangi kemungkinan terjadinya risiko atau dampak negatif dari suatu risiko. Adapun mitigasi Risiko dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Mitigasi Risiko

No	Jenis Kegiatan	Risiko	RPN	Level	Mitigasi Risiko
1.	Aktifitas pembersihan, pengecekan, perbaikan di area yang tinggi (CF Silo, <i>Suspension Preheater</i> , <i>Dome Silo</i>)	Sambaran Petir	108	M	- Penggunaan APD - Full Body Harness untuk bekerja di ketinggian dan APD lainnya seperti sarung tangan, helm safety. - Tidak melakukan aktivitas apapun di area tinggi dan terbuka jika cuaca buruk - Bekerja sesuai dengan SOP yang sudah ditetapkan terutama bekerja di area ketinggian. - Meningkatkan pengawasan dan pemeriksaan lebih ketat oleh tim k3 terkait bekerja di area ketinggian.
2.	Seluruh kegiatan didalam gedung CCR Indarung VI	Gempa bumi	108	M	- Membuat bangunan tahan gempa sebagai tempat evakuasi - Terdapat tangga darurat atau jalur evakuasi - Penempatan APAR di all area
3.	Pemsangan gas akumulator/nitrogen	Kebakaran / Ledakan	108	M	- Menyiapkan slang air di lokasi kerja/alat pemadam api. - Pemasangan rambu-rambu K3. - Stand by DAMKAR

Grafik dari risiko kecelakaan kerja yang memiliki nilai tertinggi adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Risiko Kecelakaan Kerja Teringgi

Simpulan

Berdasarkan observasi lapangan dan data HIRADC di Unit Produksi Area Indarung V PT Semen Padang, ditemukan 22 jenis kegiatan dengan berbagai risiko kecelakaan kerja. Analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 108, yang dikategorikan sebagai risiko medium, sementara RPN terendah adalah 24 (low), dengan 12 risiko lainnya dikategorikan medium. Tiga risiko utama yang diidentifikasi adalah sambaran petir, gempa bumi, dan kebakaran, yang dapat disebabkan oleh kondisi cuaca, pergerakan lempeng tektonik, letusan gunung api, atau kegiatan seperti pengelasan dan konsleting listrik. Untuk mengatasi masalah tersebut, diusulkan mitigasi risiko melalui penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti full body harness, penerapan SOP ketat, pengawasan intensif oleh tim K3, pembangunan fasilitas tahan gempa, penempatan alat pemadam kebakaran, dan pemasangan rambu-rambu K3. Langkah ini bertujuan untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja, sekaligus meningkatkan keselamatan kerja di area produksi.

Saran yang dapat diberikan selama penulisan laporan kerja praktek di PT. Semen Padang adalah sebagai berikut. Pertama, mitigasi risiko yang telah dirancang berdasarkan analisis kecelakaan kerja menggunakan metode FMEA dan FTA di Unit Produksi Area Indarung V diharapkan dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko kecelakaan yang telah diidentifikasi. Kedua, disarankan agar data HIRADC perusahaan untuk Unit Produksi Area Indarung V dilengkapi dengan informasi potensi bahaya dari semua kegiatan produksi. Hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait situasi dan kondisi yang berisiko sehingga upaya pencegahan dapat dilakukan secara lebih efektif.

Daftar Pustaka

- [1] J.Nyberg, "Sociotechnical Approach to Self-reporting in PMM Systems for HSE and Digital Security," *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 689. pp. 84–96, 2023. doi: 10.1007/978-3-031-43662-8_7.
- [2] I. S.Puchtel, "Re-Os Isotope and HSE Abundance Systematics of the 2.9 Ga Komatiites and Basalts from the Sumozero-Kenozero Greenstone Belt, SE Fennoscandian Shield: Implications for the Mixing Rates of the Mantle," *Petrology*, vol. 30, no. 6, pp. 548–566, 2022, doi: 10.1134/S0869591122060054.
- [3] H.Li, "Isolation and identification of antagonistic *Bacillus amyloliquefaciens* HSE-12 and its effects on peanut growth and rhizosphere microbial community," *Front. Microbiol.*, vol. 14, 2023, doi: 10.3389/fmicb.2023.1274346.
- [4] V.Hajipour, "An integrated process-based HSE management system: A case study," *Saf. Sci.*,

- vol. 133, 2021, doi: 10.1016/j.ssci.2020.104993.
- [5] A.Kudrin, "Translation problems. The experience of reading one interpretation of religious life: A review of J. V. Kormina, palomniki: Etnograficheskie ocherki pravoslavnogo nomadizma [pilgrims: Ethnographic sketches of orthodox nomadism]. Moscow: Hse publishing hou," *Antropol. Forum*, vol. 2021, no. 50, pp. 236–247, 2021, doi: 10.31250/1815-8870-2021-17-50-236-247.
- [6] S. M.AlHammadi, "Human Factors in HSE Performance - Role of User-Friendly HSE Documentation," *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIP 2021*. 2021. doi: 10.2118/207594-MS.
- [7] A.Susanto, "Analysis of Work-Related Stress on HSE Department Employee in Concentrating Division of PT Freeport Indonesia," *E3S Web of Conferences*, vol. 448. 2023. doi: 10.1051/e3sconf/202344805019.
- [8] S.Ding, "Design of an FF HSE Protocol Fault Analyzer Based on Deep Network," *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. pp. 2061–2071, 2023. doi: 10.1007/978-981-19-9398-5_126.
- [9] N. S.Mullah, "Improving detection accuracy of politically motivated cyber-hate using heterogeneous stacked ensemble (HSE) approach," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 14, no. 9, pp. 12179–12190, 2023, doi: 10.1007/s12652-022-03763-7.
- [10] H.Sun, "Analysis of factors influencing HSE management and project performance in international construction projects," *Qinghua Daxue Xuebao/Journal Tsinghua Univ.*, vol. 62, no. 2, pp. 230–241, 2022, doi: 10.16511/j.cnki.qhdxxb.2022.22.002.
- [11] X.Chen, "Effects of Fluorination and Molybdenum Codoping on Monoclinic BiVO₄ Photocatalyst by HSE Calculations," *ACS Omega*, 2022, doi: 10.1021/acsomega.2c00382.
- [12] L.Kocurková, "Competence Oriented Education of Future HSE Professionals: Lessons Learned," *Chem. Eng. Trans.*, vol. 90, pp. 727–732, 2022, doi: 10.3303/CET2290122.
- [13] R. P.Dsouza, "Case Study of a Novel Autonomous Real-Time Monitoring, Control and Analysis System, to Maximize Production Uptime on Sustained Annulus Pressure Wells, While Improving HSE and Compliance with Double Barrier Well Integrity Policies," *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIP 2021*. 2021. doi: 10.2118/208114-MS.
- [14] C. A. G.Ulloa, "Design of a Preventive Maintenance Plan, ABC, Coding, Kanban System, FMEA and Forecasts to reduce costs in the metalworking company Ingenieros en Acción S.R.L.," *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, vol. 2021. 2021. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.154.
- [15] A. Y. K. S.Aladsani, "Integrated Approach to Maximize Production and Improve HSE," *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIP 2021*. 2021. doi: 10.2118/207911-MS.
- [16] N.Smaz, "Analysis of health safety environment (HSE) training to major risk prevention using structural equation model," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 794, no. 1. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/794/1/012101.
- [17] P.Chowdhury, "Partitioning of chalcophile and highly siderophile elements (HSEs) between sulfide and carbonated melts – Implications for HSE systematics of kimberlites, carbonatites, and melt metasomatized mantle domains," *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 305, pp. 130–147, 2021, doi: 10.1016/j.gca.2021.05.006.
- [18] N.Nakanishi, "Geochemical constraints on the formation of chondrules: Implication from Os and Fe isotopes and HSE abundances in metals from CR chondrites," *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 319, pp. 254–270, 2022, doi: 10.1016/j.gca.2021.11.009.
- [19] V.Thiruchelvam, "Wearable Technology for the Improvement of HSE Management," *International Conference on Edge Computing and Applications, ICECAA 2022 - Proceedings*. pp. 1641–1645, 2022. doi: 10.1109/ICECAA55415.2022.9936081.
- [20] Y.Wang, "The Influencing Factors and Methods of HSE Management in International General Contract Projects," *Springer Series in Geomechanics and Geoengineering*. pp. 7477–7485, 2023. doi: 10.1007/978-981-99-1964-2_637.
- [21] M.Xu, "Smart construction sites: A promising approach to improving on-site HSE management performance," *Journal of Building Engineering*, vol. 49. 2022. doi: 10.1016/j.jobe.2022.104007.
- [22] H. I.Madyantoro, A.Adib, R. I.Yaqin, andJ. P.Siahaan, "Penerapan Metode Fmea Dalam Perawatan Mesin Pendingin Kapal Penangkap Ikan (Studi Kasus: KM. Sinar Bayu Utama)," *Aurelia J.*, vol. 4, no. 1, pp. 97–106, 2022.

- [23] A.Lestari andN. A.Mahbubah, “Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA dan FTA di Home-Industri Songkok GSA Lamongan,” Universitas Muhammadiyah Gresik, 2021.
- [24] D. J. O.Driscoll, “HSE National Clinical Programme for Eating Disorders in Ireland: COVID-19 pandemic and eating disorder care in a new national eating disorder service,” *Int. J. Eat. Disord.*, vol. 56, no. 8, pp. 1637–1643, 2023, doi: 10.1002/eat.23966.