

Pencegahan Keadaan Darurat Industri Kimia Studi Kasus PT.XYZ

Anggoro Daru Mukti¹, M.M Lanny W. Panjaitan², Lukas³

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

²Program Studi Teknik Electro Pascasarjana, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

³*Cognitive Engineering Research Group (CERG)*, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

* Email korespondensi: anggara.mgg@gmail.com

Abstrak

Di dalam kegiatannya proses produksinya di Industri kimia disertai dampak positif dan negatif. Dampak positif dari industri kimia ini adalah dapat meningkatkan nilai ekonomi nasional serta menambah lapangan kerja bagi masyarakat sekitar. Dan dampak negatifnya adalah dampak keselamatan dan kesehatan kerja bagi pekerja dan lingkungan dan bahaya lainnya dari proses produksinya. Sebagai contoh risiko-risiko seperti ledakan, kebakaran dan risiko bahaya lainnya. Untuk mencegah keadaan darurat tersebut sesuai regulasi Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2019 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Keadaan Darurat Bahan Kimia Dalam Kegiatan Industri Kimia. Maka PT. XYZ perlu dilakukan penilaian risiko dan kajian pencegahan dan penanggulangan keadaan darurat bahan kimia di PT. XYZ. Menggunakan Metode *event tree analysis* (ETA) pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas kejadian kebakaran dari initiating Event. Hasil dari ETA kemudian dilanjutkan dengan perhitungan penilaian risiko untuk menghitung besaran risiko yang akan timbul. kriteria penilaian risiko menggunakan kriteria *probability* (kemungkinan) dan *severity* (keparahan) untuk matrik risiko yang digunakan oleh PT. XYZ menggunakan matrik 4x4 untuk *worst case scenario* 1 dengan nilai 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6} . Dan untuk *worst case scenario* 2 dengan nilai : 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6} . perlu secara rutin dilakukan *preventive maintenance* terhadap peralatan tanggap darurat yang ada dan selalu melakukan simulasi tanggap darurat untuk scenario terburuk yang kemungkinan terjadi di PT.XYZ.

Kata kunci: *Event Tree Analysis*, Industri Kimia, *Risk Assessment*, Tanggap Darurat

Abstract

In its production process activities in the chemical industry are accompanied by positive and negative impacts. The positive impact of this chemical industry is that it can increase the value of the national economy and increase employment for the surrounding community. The negative impact is the impact on occupational safety and health for workers and the environment and other hazards from the production process. To prevent these emergencies following the regulation of the Minister of Industry of the Republic of Indonesia Number 19 of 2019 concerning the Prevention and Management of Chemical Emergencies in Chemical Industry Activities. So PT XYZ needs to do a risk assessment and study of prevention and control of chemical emergencies at PT XYZ. Using the event tree analysis (ETA) method in this study aims to analyze the probability of fire occurrence from the initiating event. The results of ETA are then continued with a risk assessment calculation to calculate the amount of risk that will arise. risk assessment criteria using probability and severity criteria for the risk matrix used by PT XYZ using a 4x4 matrix for worst-case scenario 1 with a value of 2.5×10^{-1} to 5×10^{-6} . And for worst case scenario 2 with a value of: 2.5×10^{-1} to 5×10^{-6} . It is necessary to routinely carry out preventive maintenance on existing emergency response equipment and always carry out emergency response simulations for the worst scenario that might occur at PT.XYZ.

Keywords: *Chemical Industry, Emergency Response, Event Tree Analysis, Risk Assessment*



1. Pendahuluan

Industri kimia sebagai jenis industri yang strategis dan berperan penting dalam pembangunan nasional (Darwin 2023). Industri kimia di dalam negeri menjadi pemasok kebutuhan bahan baku bagi industri manufaktur seperti industri plastik dan tekstil (Jeshika 2019). Selama ini industri kimia memberi kontribusi nasional terhadap devisa negara sebagai contoh periode Januari – Agustus 2019 kelompok industri bahan kimia dan barang dari bahan kimia telah menyumbang hampir USD 9 Milliar (Indonesia 2019). Industri kimia juga diharapkan dapat menjadi *prime over* pembangunan industri nasional dalam mendukung visi Indonesia 2045 pembangunan berkelanjutan (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) 2022). Di dalam kegiatannya proses produksinya di Industri kimia disertai dampak positif dan negatif (Dahruji, Wilianarti, and Totok Hendarto 2016). Dampak positif dari industri kimia ini adalah dapat meningkatkan nilai ekonomi nasional serta menambah lapangan kerja bagi masyarakat sekitar (Maghfiroh 2018). Dan dampak negatifnya adalah dampak keselamatan dan kesehatan kerja bagi pekerja dan lingkungan dan bahaya lainnya dari proses produksinya (Zanuar Ashary, Kurniawan, and Widjasena 2017). Sebagai contoh risiko-risiko seperti ledakan, kebakaran dan risiko bahaya lainnya.

Permasalahan seperti kebakaran dan ledakan di industri kimia kerap terjadi di dalam proses produksi termasuk tingkat kebakaran dan ledakan tinggi (Apriono and Nasri 2024). Kebakaran dan ledakan di industri ini menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi aset perusahaan, menghambat proses produksi sehingga hasil produksi tidak mencapai target dan juga menimbulkan kerugian bagi pekerja yang menjadi korban serta lingkungan yang rusak akibat pencemaran industri (Arjuna and Hasibuan 2020). Sebagai contoh beberapa kasus kebakaran dan ledakan yang terjadi di Indonesia dari 2020 – 2024.

Tabel 1. Kasus Kebakaran, Ledakan dan Kebocoran di Industri Kimia

No	Tanggal Kejadian	Kasus	Jenis Industri	Lokasi
1	30 Juni 2023	Ledakan PT. Indorama Petrochemical	Industri Kimia	Cilegon , Banten
2	23 Februari 2022	Ledakan PT. Mitsubishi Chemical Indonesia (MCCI)	Industri Kimia	Cilegon , Banten
3	23 Agustus 2022	Ledakan PT. Justus Sakti Raya	Industri Kimia	Cilincing, Jakarta Utara
4	22 Desember 2022	Ledakan PT. Dover Chemical	Industri Kimia	Cilegon , Banten
5	24 Januari 2024	Kebocoran gas PT. Chandra Asri	Industri Kimia	Cilegon , Banten
6	02 September 2022	Kebakaran PT. Eon Chemicals Putra	Industri Kimia	Kab. Bekasi, Jawa Barat
7	23 Juli 2020	Ledakan PT. South Pacific Viscose	Industri Kimia	Kab. Purwakarta , Jawa Barat

Data diolah peneliti, 2024

Dari data kasus di atas dapat dilihat dari tahun 2020 – 2024 5 kasus ledakan di industri kimia dan paling banyak terjadi di kota Cilegon, Banten yang sebagian besar sebagai kawasan industri kimia hilir (Harsono and Suflani 2018). Kejadian kebakaran, ledakan dan kebocoran dikategorikan sebagai keadaan darurat (Putri Anggitasari 2015). Kegiatan industri kimia merupakan jenis kegiatan usaha industri yang rentan menimbulkan keadaan darurat bahan kimia yang berbahaya terhadap keselamatan dan keamanan maka perlu upaya pencegahan dan penanggulangan untuk mendukung kelancaran produktivitas dan keselamatan bagi pekerja serta perlindungan lingkungan (Zanuar Ashary, Kurniawan, and Widjasena 2017).

PT.XYZ salah perusahaan yang memproduksi bahan kimia di kota Cilegon, Banten dalam operasional produksinya pasti akan ada dampak ledakan, kebakaran dan kebocoran dari penyimpanan dan proses produksinya. Untuk mencegah keadaan darurat tersebut sesuai regulasi Peraturan Menteri Perindustrian

Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2019 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Keadaan Darurat Bahan Kimia Dalam Kegiatan Industri Kimia(Kemenperin 2019). Maka PT. XYZ perlu dilakukan penilaian risiko dan kajian pencegahan dan penanggulangan keadaan darurat bahan kimia.

2. Metodologi

Metode *event tree analysis* (ETA) pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas kejadian kebakaran dari *initiating Event*(Hajar, Anindita, and Ashari n.d.) yang timbul dari aktivitas produksi dan penyimpanan bahan kimia di dalam tangki dan proses *transferring* bahan kimia. Kemudian mengevaluasi kemungkinan hasil diperoleh dengan *output* berupa konsekuensi dari *initiating event* tersebut dapat digunakan untuk penentuan pemodelan konsekuensi kebakaran(et al. 2018). Hasil dari ETA kemudian dilanjutkan dengan perhitungan penilaian risiko untuk menghitung besaran risiko yang akan timbul.kriteria penilaian risiko menggunakan kriteria *probability* (kemungkinan) dan *severity* (keparahan) untuk matrik risiko yang (Ifan Riswanto 2024)digunakan oleh PT. XYZ menggunakan matrik 4x4. Kriteria *probability* terkecil adalah kejadian yang tidak pernah terjadi dalam kurun waktu 5 tahun sedangkan kriteria terbesar adalah kejadian yang terjadi dalam kurun waktu kurang dari 1 bulan. *Severity* juga diklasifikasikan dalam 4 kriteria yaitu terhadap keselamatan dan kesehatan karyawan, terhadap asset dan *severity* terhadap lingkungan(Muhamad Aqila 2023).

Tabel 2. Kemungkinan (*Probability-P*)

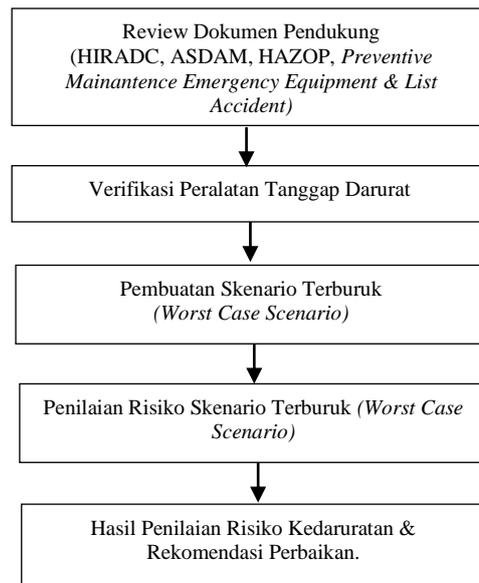
Level	KEMUNGKINAN (<i>Probability - P</i>)
1	Hampir tidak mungkin terjadi atau tidak pernah terjadi dalam kurun waktu di atas 5 Tahun
2	Mungkin terjadi pada kondisi non rutin atau terjadi dalam kurun waktu 1 - 5 Tahun
3	Mungkin terjadi pada kondisi darurat atau terjadi dalam kurun waktu 1 Bulan -< 12 Bulan
4	Mungkin terjadi pada kondisi rutin atau terjadi dalam kurun waktu < 1 Bulan

Tabel 3. Keseriusan (*Severity – S*)

Level	KESERIUASAN (<i>Severity - S</i>)	
1	K3	Risiko tidak mempengaruhi keselamatan & kesehatan kerja karyawan, perlu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali
	Asset	Kerusakan aset di bawah Rp.1.000.000
	Lingkungan	Dampak tidak mempengaruhi lingkungan atau kecil sekali
2	K3	Risiko menyebabkan sakit dan perlu istirahat sesaat
	Asset	Kerusakan aset Rp. 1.000.000 s/d Rp. 10.000.000
	Lingkungan	Dampak mempengaruhi lokasi kerja
3	K3	Risiko menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker),
	Asset	Kerusakan aset Rp. 10.000.000 s/d Rp. 100.000.000
	Lingkungan	Dampak mempengaruhi seluruh lokasi di perusahaan
4	K3	Risiko menyebabkan kematian
	Asset	Kerusakan aset > Rp. 100.000.000,
	Lingkungan	Dampak mempengaruhi sampai ke luar perusahaan

Tabel 4. Matrik Risiko

		Matrik Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja ($R = P \times S$)			
		Probability			
Severity terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja		1	2	3	4
Severity	Risikp tidak mempengaruhi keselamatan & keseahtan kerja karyawan, perlu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali	1	2	3	4
	Risiko Menyebabkan sakit dan perlu istrihat sesaat	2	4	6	8
	Risiko Menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker)	3	6	9	12
	Risiko menyebabkan kematian	4	8	12	16



Gambar 1. Kerangka Penyelesaian Masalah

3. Analisis Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Hasil

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Kementerian Perindustrian No.19 tahun 2019, Bab 2.4 Uraian mengenai identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko yang sekurang-kurangnya meliputi: (a) Bahaya dalam proses (b) Bahaya paparan bahan kimia (c) Bahaya kebakaran (d) Bahaya terhadap pekerja dan lingkungan. Maka penulis membuat skenario terburuk (*worst case scenario*) dari hasil *review* dokumen HIRADC PT.XYZ dengan metode *event tree analysis* (ETA) dan kemudian dilakukan dengan penilaian risiko. dan berikut untuk zona risiko Keselamatan dan Kerja PT.XYZ.

Tabel 5. Zona Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Zona Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Keterangan
1-4	Pekerjaan dapat dilakukan dengan pengendalian yang ada saat ini
5-8	Pekerjaan dapat terus dilakukan dengan APD dan pengawasan
9-12	Pekerjaan dapat dilakukan dengan penambahan rencana tindakan baru, misal substitusi, rekayasa engineering, rambu-rambu K3, pembuatan IK dan Pelatihan
13-16	pekerjaan atau penggunaan alat/Energi/material perlu dihentikan, dilakukan evaluasi dan pekerjaan dilakukan jika setelah tindakan perbaikan dilakukan.

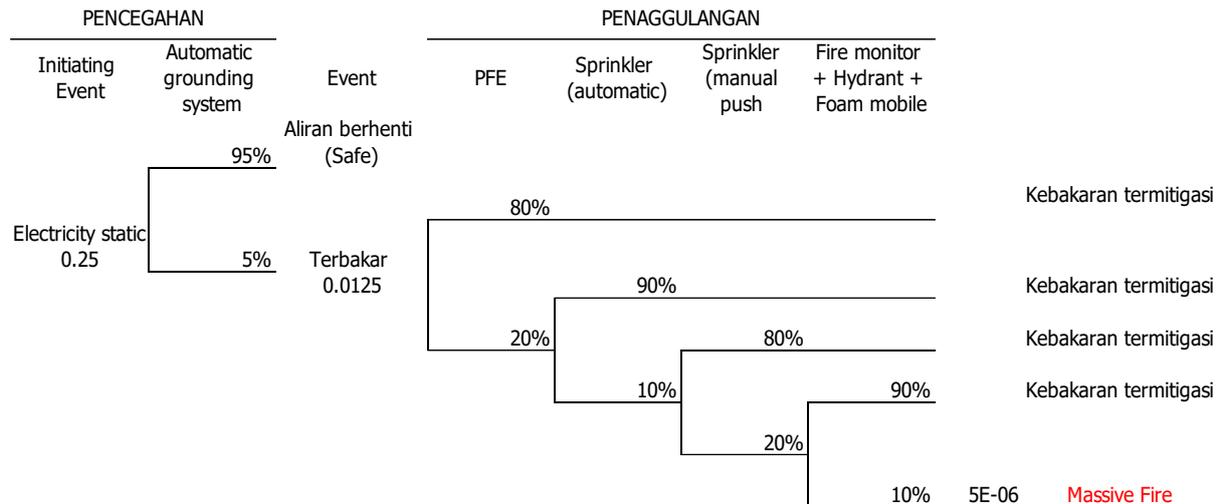
Skenario Terburuk 1 (*Worst Case Scenario 1*)

Kebakaran pada *Loading Station*

Terjadi kebakaran saat aktifitas pengisian bahan kimia mudah terbakar dari storage tank ke truk/ISO tank. Hal ini dapat terjadi karena timbulnya **elektrostatik atau listrik statis**. Rekomendasi pencegahan adalah memasang instalasi grounding dan bonding pada pemipaan, memasang alat ukur auto grounding system, dan mengurangi flowrate pompa saat pengisian. Peralatan proteksi kebakaran seperti sprinkler, foam system, hydrant, APAR sudah dipasang pada setiap area yang memiliki potensi bahaya kebakaran.

Pencegahan : *Grounding system* (akan menutup aliran jika mencapai setting parameter)

Penanggulangan : (1) Portable Fire Extinguisher, (2) Sprinkler (automatic), (3) Sprinkler (manual push), (4) Fire monitor + Hydrant + Foam mobile



Frekuensi dari initiating event = 0.25 (pernah terjadi tahun 2016)

Penurunan tingkat frekuensi kejadian dengan adanya system proteksi : 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6}

Tabel 6. Frekuensi Kemungkinan Kejadian

Level	Kemungkinan (<i>Probability-P</i>)	Quantitative (<i>Frequency/year</i>)	
		min	max
1	Hampir tidak mungkin terjadi atau tidak pernah terjadi dalam kurun waktu diatas 5 Tahun	<	0.2
2	Mungkin terjadi pada kondisi non rutin atau rejadi dalam kurun waktu 1 -5 Tahun Mungkin terjadi pada kondisi darurat atau terjadi dalam kurun waktu 1 Bulan - < 12 Bulan	0.2	1
3	Mungkin terjadi pada kondisi rutin atau terjadi dalam kurun waktu < 1 Bulan	>	1
4	Mungkin terjadi pada kondisi rutin atau terjadi dalam kurun waktu < 1 Bulan	>	12

Tabel 7. Tingkat Keparahan

Level	Severity Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja
1	Risiko tidak mempengaruhi keselamatan & kesehatan kerja karyawan, perlu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali
2	Risiko menyebabkan sakit perlu istirahat sesaat
3	Risiko menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker)
4	Risiko menyebabkan kematian

Tabel 8. Penentuan Pengendalian Risiko

Severity terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Severity	Probability			
		1	2	3	4
Risikp tidak mempengaruhi keselamatan & keseahtan kerja karyawan, perlu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali	1	1	2	3	4
Risiko Menyebabkan sakit dan perlu istrihat sesaat	2	2	4	6	8
Risiko Menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker)	3	3	6	9	12
Risiko menyebabkan kematian	4	4	8	12	16

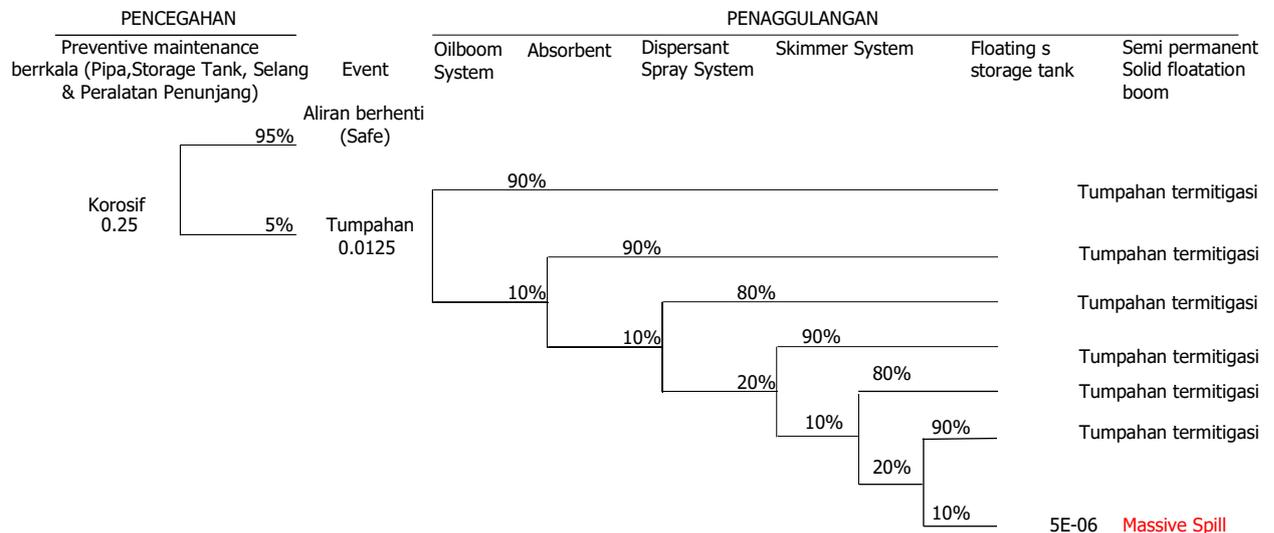
Skenario Terburuk 2 (Worst Case Scenario 2)

Terjadi Tumpahan Saat Transfer Bahan Kimia dari Kapal ke Storage Tank

Terjadi tumpahan saat transfer dari kapal ke storage tank. Disebabkan karena pipa korosif, storage tank korosif, selang robek. Rekomendasi pencegahan adalah melakukan preventive maintenance berkala untuk pemeriksaan pipa, storage tank, peralatan penunjang dan selang. Jika terjadi tumpah dari area storage tank sudah diproteksi dengan bundwall yang mengelilingi storage tank dan jika terjadi tumpah di jetty/laut sudah dilengkapi dengan peralatan oil boom.

Pencegahan : Melakukan preventive maintenance berkala untuk pemeriksaan pipa,storage tank, peralatan penunjang dan selang.

Penanggulangan : (1) Oil boom +Oil Spill Boat+Oil Spill Dispersant (2) Absorbent Pad+ Absorbent boom (3) Dispersant Spray system (5) Weir skimmer + Vacuum skimmer for shallow water + interchangeable disc and brush skimmer (6) Temporary floating storage+ temporary onland storage tank (7) Semi permanent solid floatation boom



Frekuensi dari initiating event = 0.25

Penurunan tingkat frekuensi kejadian dengan adanya system proteksi : 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6}

Tabel 9. Frekuensi Kemungkinan Kejadian

Level	Kemungkinan (Probability-P)	Quantitative (Frequency/year)	
		min	max
1	Hampir tidak mungkin terjadi atau tidak pernah terjadi dalam kurun waktu diatas 5 Tahun	<	0.2
2	Mungkin terjadi pada kondisi non rutin atau rejadi dalam kurun waktu 1 -5 Tahun	0.2	1
3	Mungkin terjadi pada kondisi darurat atau terjadi dalam kurun waktu 1 Bulan - < 12 Bulan	>	1
4	Mungkin terjadi pada kondisi rutin atau terjadi dalam kurun waktu < 1 Bulan	>	12

Penentuan Risiko setelah pengendalian

Tabel 10. Tingkat Keparahan

Level	Severity Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja
1	Risiko tidak mempengaruhi keselamatan & kesehatan kerja karyawan, pelu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali
2	Risiko menyebabkan sakit perlu istirahat sesaat
3	Risiko menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker)
4	Risiko menyebabkan kematian

Tabel.13 Penentuan Pengendalian Risiko

Severity terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Severity	Probability			
		1	2	3	4
Risikp tidak mempengaruhi keselamatan & keseahatan kerja karyawan, perlu tindakan P3K kemudian dapat bekerja kembali	1	1	2	3	4
Risiko Menyebabkan sakit dan perlu istrihat sesaat	2	2	4	6	8
Risiko Menyebabkan cacat tubuh, kehilangan fungsi organ tubuh atau sakit permanen (kanker)	3	3	6	9	12
Risiko menyebabkan kematian	4	4	8	12	16

3.2. Diskusi

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada PT.XYZ yaitu salah satu industri kimia mempunyai risiko yang tinggi yaitu risiko yang menyebabkan kematian apabila tidak dilakukan pengendalian risiko. Dari hasil pengambilan data dari kurun waktu 5 tahun terakhir risiko yang menyebabkan *fatality* tidak terulang kembali. Dan hasil penelitian di lokasi industri kimia PT. XYZ dapat bekerja dengan kondisi yang ada saat ini dengan sistem pengendalian dan peralatan yang ada saat ini dengan dilakukan *preventif maintenance* serta karyawan yang terlatih tanggap darurat.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pembuatan skenario terburuk 1 dan 2 dari hasil assesment di lapangan untuk *worst case scenario* 1 dengan nilai 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6} dari kasus yang dilakukan assesment pernah terjadi di tahun 2016 untuk initiating event 0.25 dengan penurunan tingkat frekuensi kejadian dengan adanya sistem proteksi : 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6} . Kemudian dilakukan penilaian risiko dengan nilai zona risiko kesehatan dan keselamatan kerja 1-4 (Pekerjaan dapat dilakukan dengan pengendalian saat ini). Dan untuk *worst case scenario* 2 aktivitas saat transfer bahan kimia dari kapal ke *storage* tank dari aktivitas ini untuk frekuensi initiating event 0.25 dengan penurunan tingkat frekuensi kejadian dengan adanya system proteksi : 2.5×10^{-1} menjadi 5×10^{-6} . Kemudian dilakukan penilaian risiko dengan nilai zona risiko kesehatan dan keselamatan kerja 1-4 (Pekerjaan dapat dilakukan dengan pengendalian saat ini). Dari kedua skenario terburuk (*worst case scenario*) yang mungkin terjadi di PT.XYZ dengan penilaian risiko kemungkinan dapat dikendalikan dari peralatan yang ada dan tergolong tingkat bahaya TINGKAT 1. Maka perlu secara rutin dilakukan preventive maintenance terhadap peralatan tanggap darurat yang ada dan selalu melakukan simulasi tanggap darurat untuk scenario terburuk yang kemungkinan terjadi di PT.XYZ.

Daftar Pustaka

- Apriono, Mahendra D., and Sjahrul M. Nasri. 2024. "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Proses Pada Industri Kimia: Tinjauan Berdasarkan Laporan Investigass CSB." *Citizen-Based Marine Debris Collection Training: Study case in Pangandaran* 5(1): 1200–1209.
- Arjuna, Arief Bagus, and Sawarni Hasibuan. 2020. "Fire Risk Analysis in the Chemical Industry Using the Hazard Identification and Risk Assessment Method." *ACM International Conference Proceeding Series*: 225–29.
- Dahruji, Dahruji, Pipit Festy Wilianarti, and Totok Totok Hendarto. 2016. "Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga Dan Dampak Bagi Kesehatan Di Wilayah Kenjeran, Surabaya." *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1(1): 36.
- Darwin, Feliks Arfid Gusmpe; 2023. "Pembangunan Industri." *Hdc Global* (February): 1–6.
- Hajar, Anisah, Galih Anindita, and Luqman Ashari. "ANALISIS RISIKO KEBAKARAN DENGAN METODE ETA (EVENT TREE ANALYSIS) PADA TANGKI TIMBUN PREMIUM (T-51)." (2581): 735–38.
- Harsono, Pramudi, and Suflani Suflani. 2018. "Identifikasi Potensi Dan Manajemen Pencegahan Bencana Industri Di Kota Cilegon Provinsi Banten." *Jurnal Administrasi Publik* 9(2): 153–80.
- Ifan Riswanto, Andung Jati Nugroho. 2024. "ANALISIS KESELAMATAN KERJA PADA CV.GEMILANG KENCANA METODEHAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT DAN FAULT TREE ANAYLISIS." *Kohesi : Jurnal Multidisplin* Volume 02,: 12.
- Indonesia, Kementerian Perindustrian Republik. 2019. "Pemerintah Pacu Industri Kimia Jadi Penggerak Ekonomi Nasional." *Kementerian Perindustrian Republik Indonesia*: 1. <https://kemenperin.go.id/artikel/21103/Pemerintah-Pacu-Industri-Kimia-Jadi-Penggerak-Ekonomi-Nasional>.
- Jeshika. 2019. "Perkembangan Industri Nasional Menuju Industri Tangguh 2035." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa* 8(1): 1766–75.

- Kemenperin. 2019. "Berita Negara." *Peraturan Perindustrian Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2019* 151(2): 10–17.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). 2022. "Susun Peta Jalan Pengembangan Industri Kimia Nasional." *bappenas*: 1. <https://www.bappenas.go.id/id/berita/susun-peta-jalan-pengembangan-industri-kimia-nasional-bappenas-dengarkan-masukan-itb-JCKqW>.
- Maghfiroh, Nurul. 2018. "Dampak Industri PT Petrokimia Gresik Terhadap Kehidupan Sosiokultural Masyarakat Sekitar Tahun 1980-2000." *Avatara* 6(1): 102–13.
- Megahapsari Martaningtyas, and Herto Dwi Ariesyady. 2018. "Identifikasi Bahaya Dan Analisis Risiko Pada Jaringan Pipa Transmisi Crude Oil Di Perusahaan Migas." *Jurnal Teknik Lingkungan* 24(2): 1–14.
- Muhamad Aqila, Bethoven. 2023. "Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Jalan Tol Solo-Jogja-Nyia Kulon Progo Dengan Metode Risk Assesment Berdasarkan As/Nzs 4360:2004." *Journal*: 1–91. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/45192/Laporan_TA_Muhamad_Aqila_Bethoven_19522340.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Putri Anggitasari, M. Sulaksmo. 2015. "PENILAIAN EMERGENCY RESPONSE PREPAREDNESS UNTUK PROTEKSI LEDAKAN PADA AREA PELEBURAN BESI PADA PT . ' X ' (Berdasarkan Internasional Sefety Rating System) Putri Anggitasari , M . Sulaksmo Departemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan M." *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, Vol. 3, No. 1 Jan-Jun 2014:71-81* 3: 71–81.
- Zanuar Ashary, Ifan, Bina Kurniawan, and Baju Widjasena. 2017. "Analisis Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Di Area Produksi Industri Kimia PT. X Tahun 2015." *Jurnal kesehatan Masyarakat* 3(3): 437–46. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>.