



Penilaian risiko penyimpanan produk bahan berbahaya dan beracun (B3) dengan pendekatan HIRA, FTA, dan 6S

Asep Ridwan^{a,1}, Fatah Sulaiman^b, Dyah Lintang Trenggonowati^a, Jessica Dewi Marbun^a

^aJurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman Km. 03, Cilegon 42435, Indonesia

^bJurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman Km. 03, Cilegon 42435, Indonesia

¹E-mail: asep.ridwan@untirta.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 13 Oktober 19

Direvisi pada 01 November 19

Disetujui pada 18 November 19

Tersedia daring pada 26 November 19

Kata kunci:

B3, FTA, HIRA, Penilaian Risiko, 6S.

Keywords:

FTA, Hazardous & Toxic Substances, HIRA, 6S, Risk Assessment.

ABSTRAK

Kota Cilegon merupakan pusat industri petrokimia terbesar di Indonesia. Produk akhir yang diproduksi oleh industri petrokimia tersebut tentu banyak mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Dalam penyimpanan produk jenis B3 disetiap industri, peluang terjadinya potensi bahaya seperti kebakaran, ledakan, keracunan, iritasi, dan sebagainya, dapat membahayakan para pekerja di industri tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko dalam penyimpanan produk B3 dengan pendekatan HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*), FTA (*Fault Tree Analysis*) dan 6S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain, Safety*). Studi kasus dilakukan pada industri kimia dan petrokimia yang memproduksi B3 di Kota Cilegon. Penelitian ini dilakukan dengan teknik penyebaran kuesioner, wawancara, dan observasi langsung di industri. Hasil penilaian risiko dengan pendekatan HIRA menunjukkan ada 5 industri dengan nilai risiko tinggi dengan sebaran: zona I terdapat 1 industri; zona II terdapat 3 industri; dan zona III terdapat 1 industri. Ada 4 industri dengan produk B3 berupa gas mendapat nilai risiko sebesar 60 dan 1 industri dengan produk B3 berupa *methanol* mendapat nilai risiko sebesar 50. Berdasarkan FTA, faktor penyebab kegagalan gas dan *methanol* berupa kebakaran dari ledakan tabungnya karena adanya korosi eksternal pada tabung, pekerja lalai, dan tabung terpapar panas yang tinggi. Strategi mitigasi risiko dengan 6S untuk penyimpanan produk B3 berupa gas *methanol* diantaranya: menjaga suhu dan kelembaban udara gudang penyimpanan gas dan *methanol*; membersihkan tabung gas dan *methanol* dan lantai gudang penyimpanan; pelatihan K3 bagi pekerja secara rutin dan intensif; dan sebagainya.

ABSTRACT

Cilegon City is the center of the largest petrochemical industry in Indonesia. The final products of the petrochemical industry naturally contain many hazardous and toxic substances (B3). In storing B3 products, the possibility of potential hazards such as fire, explosion, poisoning, irritation, and so on, can endanger workers in the industry. This study aims to conduct a risk assessment in B3 product storage using the HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) approach, FTA (*Fault Tree Analysis*) and 6S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain, Safety*). Case studies were carried out in the chemical and petrochemical industries producing B3 in Cilegon city. This research was conducted by distributing questionnaires, interviews, and direct observation in the industry. The results of the risk assessment with the HIRA approach show there are 5 industries with high risk values with distribution: zone I = 1 industry; zone II = 3 industries; and zone III = 1 industry. There are 4 industries with B3 products in the form of gases having a risk value of 60 and 1 industry with B3 products in the form of *methanol* having a risk value of 50. Based on the FTA, the factors causing gas and *methanol* failure in the form of fire from the explosion of the cylinder due to external corrosion on the tubes, negligent workers, and the tube is exposed to high heat. The risk mitigation strategy with 6S for B3 product storage in the form of *methanol* gas includes: maintaining temperature and humidity of the gas and *methanol* storage warehouse; cleaning gas cylinders and *methanol*, and warehouse storage floors; occupational health and safety training for workers regularly and intensively; and so on.

1. Pendahuluan

Keberadaan bahan berbahaya dan beracun (B3) pada dasarnya tidak dibatasi oleh lingkungan tertentu sehingga bisa berada di lingkungan mana saja, sesuai dengan tingkat kebutuhan dan kegiatan manusia (masyarakat). Dalam kehidupan sehari-hari, mungkin masyarakat tidak menyadari bahwa bahan yang mereka konsumsi atau alat yang mereka manfaatkan sebetulnya termasuk kelas bahaya B3, misalnya: bahan insektisida, bahan bakar (minyak/gas), makanan yang mengandung zat pewarna dan pengawet, dan lain-lain. Dengan demikian, B3 bukan selalu berarti limbah atau bahan cemaran lingkungan. Dampak yang diakibatkan oleh sifat fisik pada umumnya berupa perusakan fisik, seperti luka, sesak nafas, pingsan, bahkan sampai tak sadarkan diri. Adapun dampak dari sifat kimia antara lain: kebakaran, ledakan, keracunan, korosif terhadap benda (peralatan), dan lain-lain [1]. Banyak industri yang memanfaatkan B3 sebagai bahan baku untuk produksi atau memproduksi bahan yang bersifat bahaya dan beracun. Salah satunya di Kota Cilegon yang dikenal sebagai Kota Industri atau Kota Baja. Kota ini merupakan penghasil baja terbesar di Asia Tenggara, karena sekitar 6 juta ton baja dihasilkan setiap tahunnya di Kawasan Industri Krakatau Steel, Cilegon. Tidak hanya itu, banyak industri-industri kimia dan petrokimia di Kota Cilegon yang mana sebagian besar memproduksi B3. Berbagai industri kimia telah tumbuh dan berkembang di Indonesia antara lain industri petrokimia, oleokimia, agrokimia, dan sebagainya.

Dalam penyimpanan produk jenis B3, dapat diidentifikasi peluang terjadinya potensi bahaya seperti kebakaran, ledakan, keracunan, iritasi, dan sebagainya yang dapat membahayakan para pekerja di industri tersebut. Setiap produk B3 memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga perlu diperhatikan letak penyimpanannya, karena ada beberapa B3 yang jika terpapar atau bercampur dengan gas atau cairan tertentu dapat meledak atau terbakar. Maka dari itu diperlukan ketelitian khusus dalam penanganan B3 tersebut seperti dalam hal letak penyimpanan, alat pelindung diri yang digunakan, risiko bahaya apa saja yang akan terjadi, dan penanganannya dimana setiap pekerja wajib berhati-hati dalam melakukan suatu pekerjaan. Beberapa metode digunakan untuk menilai risiko termasuk risiko dalam penanganan B3. Salah satu metode itu adalah HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*). HIRA digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur dan mengevaluasi risiko dari suatu bahaya kemudian melakukan pengendalian atas risiko tersebut [2]. Setelah didapat nilai risiko tertinggi, dilakukan analisis penyebab risiko bahaya dengan pendekatan FTA (*Fault Tree Analysis*) yaitu suatu teknik yang dipakai untuk mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terhadap suatu kegagalan [3]. Industri yang baik biasanya dapat mengelola area kerja dengan baik dan dilakukan pemeliharaan secara berkesinambungan. Suatu metode yang dilaksanakan untuk memperbaiki tempat kerja tersebut adalah 6S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain, Safety*).

Berdasarkan PP No. 74 Tahun 2001 [4], Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat dengan B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Sedangkan definisi menurut OSHA (*Occupational Safety and Health of the United State Government*) adalah bahan yang karena sifat kimia maupun kondisi fisiknya sangat berpotensi menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia, kerusakan properti dan atau lingkungan. Dari kata sifat dan konsentrasinya sudah dapat kita simpulkan bahwa B3 merupakan bahan kimia, baik kimia organik, maupun anorganik [5]. *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) adalah suatu metode dalam mengidentifikasi kecelakaan kerja dengan melakukan penilaian risiko sebagai hal yang penting dalam menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) [3]. HIRA berfungsi untuk mengidentifikasi potensi bahaya di suatu industri dan menilai besarnya peluang terjadinya suatu kecelakaan. Metode lain adalah HIRARC yaitu terdiri dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko [6]. *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan salah satu teknik untuk mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terjadi suatu kegagalan [3]. FTA ini bersifat *top down* yang bermula dari suatu kejadian kegagalan kemudian dicari penyebabnya sampai ke akar-akarnya. Konsep 6S ini dikembangkan dari 5S dengan menambahkan S terakhir yaitu *Safety*. Berdasarkan konsep 6S, dapat diketahui bahwa pada *sort*/ringkas yang ingin ditampilkan berupa menghilangkan material yang tidak diinginkan atau tidak dibutuhkan dalam area kerja, pada *set in order* yang ingin ditampilkan berupa mengatur semuanya pada area kerja agar pengambilan dan penyimpanan dilakukan dengan cepat, dan sebagainya.

Penelitian yang berkaitan dengan penilaian risiko diantaranya Purnama [7], Salesman dan Farida [8]; Soputan dan Mandagi [9]; Ridwan [10]; dan Ambarani dan Tualeka [11]. Purnama [7] menganalisis risiko dengan Metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) dan HAZOPS (*Hazard and Operability Study*) dalam kegiatan proses unloading di PT. Toyota Astra Motor. Tingkat penerapan program HIRARC para proses unit *unloading* dengan truk *carrier* berada di tingkat aman. Berdasarkan Metode HAZOPS, bahaya yang mempunyai nilai risiko ekstrim adalah masalah ketinggian dan *sling*, terlepasnya tangga, dan terjepit oleh tangga. Salesman dan Farida [8] melakukan penilaian B3 pada Laboratorium Radiologi RSUD Bangil Kabupaten Pasuruan. Ada 15 potensi bahaya untuk limbah B3 cair Laboratorium Radiologi yaitu 3 bahaya pada penyimpanan, 6 bahaya pada pengumpulan; 3 bahaya pada pengangkutan, dan 3 bahaya pada penyimpanan sementara. Soputan dan Mandagi [9] mengukur penilaian risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada kegiatan proyek pembangunan infrastruktur gedung. Hasil penilaian menunjukkan nilai risiko yang tinggi adalah material terjatuh dari ketinggian dan menimpa pekerja. Ridwan [9] melakukan penilaian risiko limbah dari B3 dengan pendekatan HIRA di industri kimia dan petrokimia Kota Cilegon. Hasil analisis risiko menunjukkan limbah B3 dengan risiko tinggi adalah *slag*, *sludge* dan pelumas bekas. Mitigasi risiko yang diusulkan diantaranya pemilihan *scrap*, penggantian jenis oli, pembuatan jadwal *maintenance*, pelatihan operator dan pelapisan permukaan baja. Ambarani [11] melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A milik PT.Pertamina RUVI Balongan. Hasil penelitiannya menunjukkan ada 24 potensi bahaya dengan 24 risiko dari 6 aktifitas pekerjaan risiko.

Berdasarkan banyaknya potensi bahaya yang dapat terjadi di industri kimia atau petrokimia dan masih terbatasnya penelitian penilaian risiko pada penyimpanan produk B3, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko bahaya dalam penyimpanan produk B3 dengan pendekatan HIRA, FTA dan 6S. Studi kasus ini dilakukan pada industri kimia dan petrokimia yang memproduksi B3 di Kota Cilegon. Penelitian ini mempunyai kontribusi dalam penilaian risiko terhadap produk penyimpanan produk B3 dengan kombinasi pendekatan HIRA, FTA dan 6S. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan suatu keseragaman dalam penilaian risiko untuk penyimpanan produk B3 hasil produksi dari suatu industri kimia atau petrokimia. Setelah nilai risiko diketahui maka strategi mitigasi risiko yang sesuai sangat dibutuhkan oleh industri, sehingga risiko yang terjadi bisa diminimalisir atau diprediksi seminimal mungkin.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bersifat studi kasus dalam penilaian risiko penyimpanan produk Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Penelitian ini digunakan untuk menganalisis dan mengklarifikasi data melalui observasi, survey, literatur, dan sebagainya [12]. Metode yang digunakan adalah kombinasi HIRA (*Hazard*

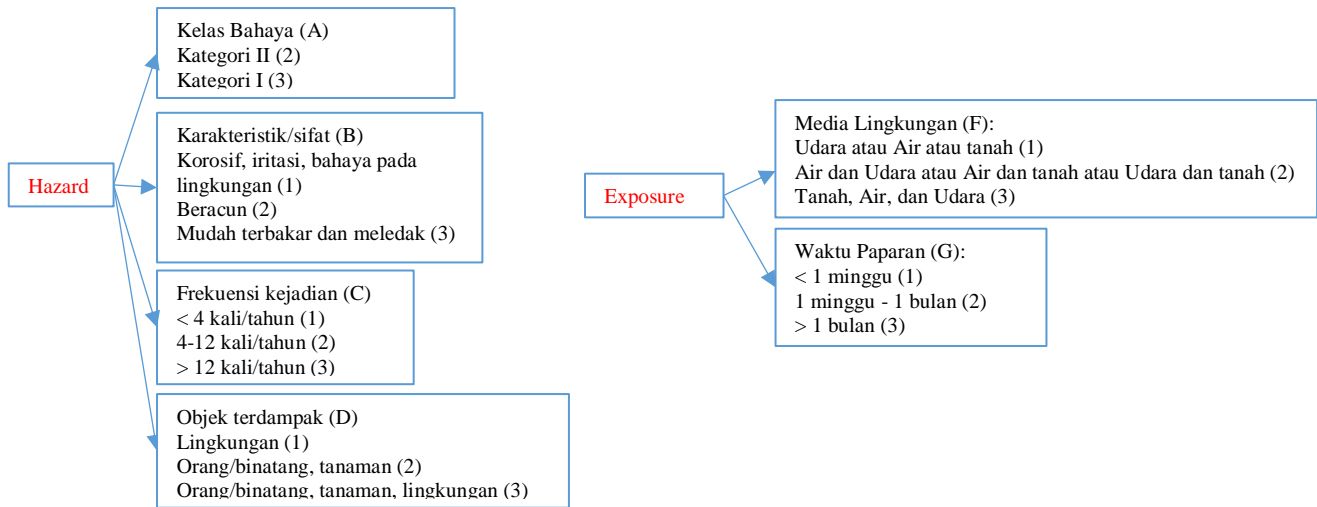
Identification and Risk Assessment), FTA (*Fault Tree Analyzis*) dan 6S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain, Safety*). Pengumpulan data secara langsung dilakukan dengan wawancara, *brainstorming*, pengisian formulir penilaian, dan observasi langsung di industri. Pengisian formulir penilaian risiko dengan Metode HIRA yang dimodifikasi, dilakukan oleh tim ahli *Center of Excellence* (CoE) Petrokimia Fakultas Teknik Untirta bekerjasama dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Cilegon. Beberapa data sekunder diperoleh dari Kementerian Perindustrian RI, Bappeda Kota Cilegon, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Cilegon. Data B3 yang diperoleh terbatas pada produk B3 yang dihasilkan oleh industri sebagai produk akhir. Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis potensi bahaya dengan metode HIRA, dilanjut dengan FTA untuk mencari penyebab yang mungkin, dan 6S untuk merancang mitigasi risiko yang diperlukan sebagai langkah dalam mengurangi risiko penyimpanan B3 di setiap industri. Hasil penilaian risiko ini menjadi acuan kebijakan bagi Dinas Lingkungan Hidup Kota Cilegon dalam menetapkan kebijakan tentang potensi risiko dalam penyimpanan B3 di industri-industri yang tersebar di Kota Cilegon.

Rumus dalam menghitung nilai risiko ini berdasarkan pengembangan metode HIRA, khususnya penilaian risiko bahan kimia sebagai berikut [13]:

$$\text{Nilai Risiko} = \text{Hazard} \times \text{Exposure}, \text{ atau} \tag{1}$$

$$\text{Nilai Risiko} = (\sum A + \sum B + \sum C + \sum D) (\sum F + \sum G), \tag{2}$$

Adapun penjelasan nilai *hazard* (A, B,C,D) dan *exposure* (F, G) ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Penjelasan nilai *hazard* dan *exposure*.

Adapun penilaian kriteria *hazard* berdasarkan kesepakatan peneliti dengan para ahli di Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria *hazard* dalam penyimpanan B3.

Kriteria Hazard	Kategori Hazard	Pejelasan
Kelas Berbahaya	Sedang	Jenis B3 Kategori II
	Tinggi	Jenis B3 Kategori I
Sifat	Rendah	Bersifat Korosif, iritasi, dan berbahaya pada lingkungan
	Sedang	Beracun
	Tinggi	Mudah meledak, mudah menyala, dan reaktif
Frekuensi Kejadian	Jarang Terjadi	Kurang dari 7 kali per bulan
	Sedang	Diantara 7 sampai 14 kali per bulan
	Sering	Diantara 15 sampai 30 kali per bulan
Tingkat Keparahan	Rendah	Berdampak terhadap lingkungan
	Sedang	Berdampak terhadap orang/hewan dan tanaman
	Tinggi	Berdampak terhadap orang/hewan, tanaman dan lingkungan
Tingkat Paparan pada Media	Rendah	Bahan terpapar ke satu media lingkungan
	Sedang	Bahan terpapar ke dua media lingkungan
	Tinggi	Bahan terpapar ke tiga media lingkungan
Waktu Paparan	Rendah	Lamanya paparan kurang dari satu minggu
	Sedang	Lamanya paparan 1 minggu hingga 1 bulan
	Tinggi	Lamanya paparan lebih dari satu bulan

Sedangkan klasifikasi nilai risiko berdasarkan kesepakatan peneliti dengan para ahli di Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi nilai risiko.

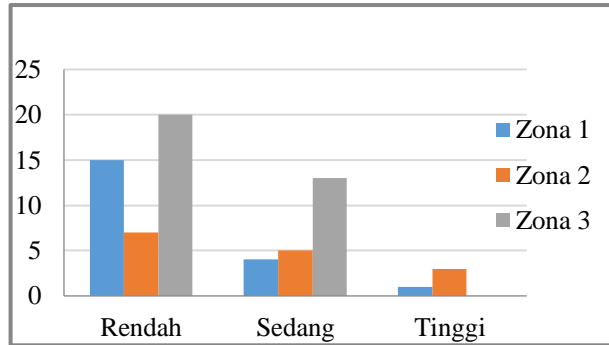
Nilai Risiko	Keterangan
Rendah	10 – 29
Sedang	30 – 59
Tinggi	60 - 90

3. Hasil dan Diskusi

Berdasarkan hasil wawancara, observasi lapangan, *brainstorming* dan pengisian formulir pada penyimpanan produk B3 di industri kimia dan petrokimia kota cilegon didapatkan data 69 industri yang terbagi menjadi 3 zona, yaitu Zona 1 Kecamatan Ciwandan, Zona II Kecamatan Citangkil, dan Zona III Kecamatan Grogol, Pulomerak, dan Cibeber.

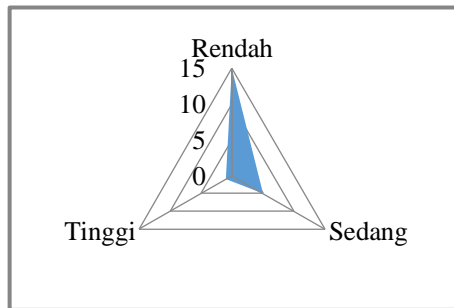
3.1. Hasil penilaian risiko

Dengan Moteode HIRA yang dimodifikasi, maka nilai risiko tiap industri dihitung. Berdasarkan Gambar 1, grafik *surface* kategori risiko pada industri kimia dan petrokimia di Kota Cilegon, dapat diketahui bahwa untuk Zona 1 terdiri dari 15 industri dengan kategori risiko rendah, 4 industri dengan kategori risiko sedang, dan 1 industri dengan kategori risiko tinggi. Pada Zona 2 terdiri dari 7 industri dengan kategori risiko rendah, 5 industri dengan kategori risiko sedang, dan 3 industri dengan kategori risiko tinggi. Serta pada Zona 3 terdiri dari 20 industri dengan kategori rendah, 13 industri dengan kategori sedang, dan 0 atau tidak ada industri dengan kategori tinggi.



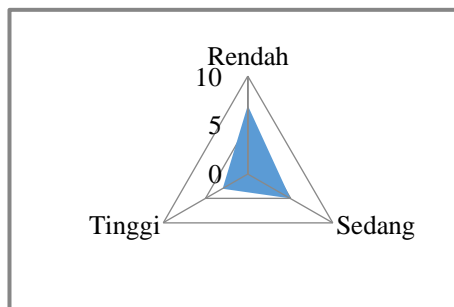
Gambar 2. Hasil penilaian risiko di 3 zona industri Kota Cilegon.

Secara detail, hasil penilaian risiko di setiap zona ditunjukkan dalam penjelasan Gambar 3, 4 dan 5. Pada Gambar 3, ditunjukkan hasil penilaian risiko jenis produk B3 industri yang ada di Zona 1 Kecamatan Ciwandan sebagai berikut.



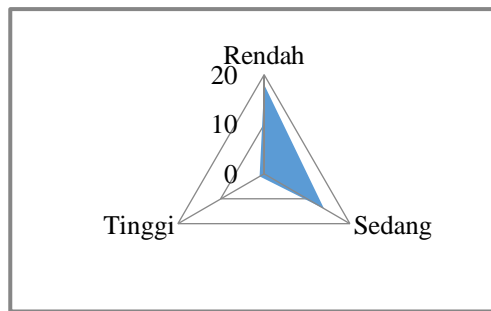
Gambar 3. Hasil penilaian risiko di zona I Kota Cilegon.

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa kategori risiko Zona 1 Kecamatan Ciwandan didominasi golongan rendah dengan jumlah 15 industri. Hanya ada 1 industri kimia yang memiliki kategori resiko tinggi yaitu PT. IL dengan jenis produk B3 berupa gas. Sedangkan untuk kategori risiko sedang terdapat 4 industri kimia. Pada Gambar 4 berikut ini ditunjukkan hasil penilaian risiko di Zona II Kecamatan Citangkil.



Gambar 4. Hasil penilaian risiko di zona II Kota Cilegon.

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa nilai kategori risiko pada Zona II Kecamatan Citangkil didominasi golongan rendah dengan jumlah 7 industri kimia. Sedangkan untuk kategori risiko tinggi dimiliki 3 industri yaitu PT. ILA, PT. IGA., dan PT. IGS. Kategori risiko sedang dimiliki 5 industri. Pada Gambar 5 berikut ini ditunjukkan hasil penilaian risiko di Zona III Kecamatan Grogol, Pulomerak dan Cibeber.

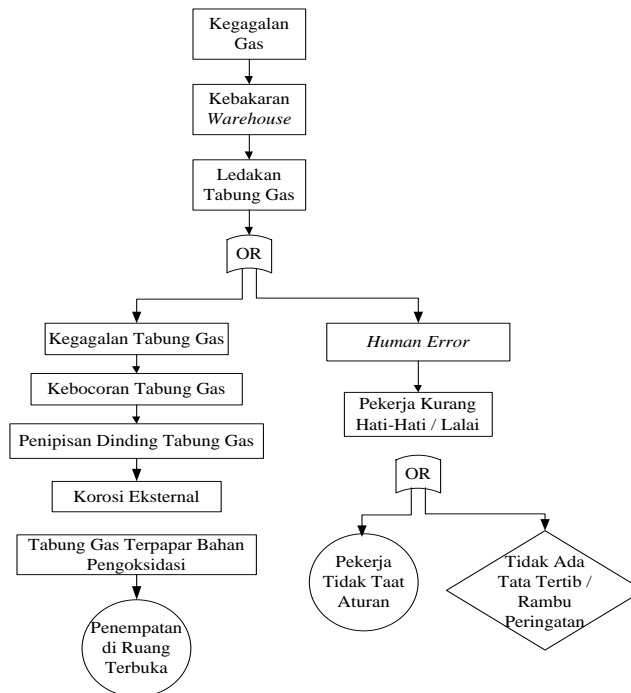


Gambar 5. Hasil penilaian risiko di zona III Kota Cilegon.

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa nilai kategori risiko pada Zona III Kecamatan Grogol, Pulomerak dan Cibeber didominasi golongan rendah dengan jumlah 18 industri kimia. Sedangkan untuk kategori risiko tinggi dimiliki 1 industri yaitu PT.CD dan untuk kategori risiko sedang dimiliki 14 industri.

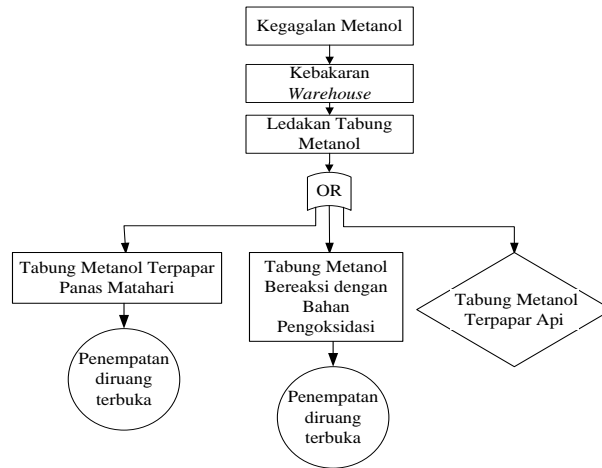
3.2. Hasil FTA

Berikut ini adalah diagram FTA dari jenis B3 yang memiliki nilai risiko tinggi.



Gambar 6. Diagram FTA kegagalan gas.

Berdasarkan Gambar 6 Diagram FTA di atas, dapat diketahui bahwa kegagalan gas disebabkan adanya kebakaran *warehouse*. Kebakaran *warehouse* ini disebabkan adanya ledakan pada tabung gas atau pipa gas di industri tersebut. Meledaknya tabung atau pipa gas ini disebabkan oleh adanya kegagalan tabung gas atau *human error*. Kegagalan komponen ini berupa kebocoran tabung gas yang disebabkan oleh adanya penipisan dinding tabung gas. Penyebab penipisan dinding tabung gas ini disebabkan adanya korosi eksternal pada tabung atau pipa gas. Korosi eksternal disebabkan oleh adanya tabung gas yang terpapar bahan pengoksidasi karena penempatan tabung gas di ruang terbuka. Sedangkan kegagalan *human error* ini disebabkan oleh pekerja yang kurang hati-hati/lalai. Pekerja yang kurang hati-hati/lalai ini disebabkan oleh adanya pekerja tidak taat aturan atau tidak adanya tata tertib atau rambu peringatan.



Gambar 7. Diagram FTA kegagalan *methanol*.

Berdasarkan Gambar 7 Diagram FTA di atas, dapat diketahui bahwa kegagalan *methanol* disebabkan adanya kebakaran *warehouse*, karena bahan *methanol* ini mudah terbakar. Penyebab kebakaran *methanol* ini karena adanya ledakan tabung *methanol*. Ledakan *methanol* ini disebabkan tabung *methanol* terpapar panas matahari atau bereaksi dengan bahan pengoksidasi, atau terpapar api. Tabung *methanol* terpapar panas matahari disebabkan oleh penempatan di ruang terbuka. Pada tabung *methanol* yang bereaksi dengan bahan pengoksidasi disebabkan oleh penempatan di ruang terbuka.

3.3. Pengendalian risiko

Berikut ini merupakan strategi mitigasi risiko untuk pencegahan atau solusi dalam meminimasi risiko bahaya dengan pendekatan 6S.

Tabel 3. Strategi mitigasi risiko.

No.	Strategi Mitigasi Risiko	Penerapan
1		Mengurangi atau menghilangkan penggunaan api dan listrik di area gudang penyimpanan produk.
2	Sort	Mengecek barang yang ada di area masing-masing.
3		Siapkan tempat untuk menyimpan / membuang / memusnahkan barang yang tidak digunakan.
4	Set in Order	Menyediakan alat pemadam api yang mudah dijangkau berupa APAR jenis <i>foam</i> dan <i>powder</i> .
5		Mengelompokkan barang-barang sesuai kebutuhannya dan jenisnya.
6		Beri label / identifikasi untuk memudahkan penggunaan maupun pengembaliannya.
7	Shine	Membersihkan suku cadang alat bantu kerja tertentu.
8		Membersihkan tabung / pipa produk jenis B3 dan lantai gudang penyimpanan.
9		Menjaga suhu dan kelembaban udara gudang penyimpanan sesuai dengan jenis B3.
10		Pada perusahaan penghasil gas dan <i>methanol</i> yang hasil produknya disimpan dalam tangki penyimpanan diharuskan memiliki ruang vakum pada tangki, serta tangki dilapisi dengan <i>pearlite</i> atau bahan isolator lainnya.
11		Membuat SOP.
12	Standardize	Memberikan jarak yang antar gedung untuk mencegah penjaralan api.
13		Penyediaan jalur evakuasi yang memadai.
14		Menyediakan alat <i>fire alarm</i> , pendeteksi asap, keran <i>hydrant</i> , pemercik (<i>sprinkler</i>), dsb.
15		Membuat <i>display</i> atau rambu-rambu sebagai papan peringatan.
16		Pemberian kode warna diterapkan di lingkungan kerja, terutama pada lantai dan dinding yang dicat dengan warna terang.
17		Pekerja menggunakan APD sesuai standar serta penggunaan yang benar.
18	Sustain	Pelatihan K3 minimal 1 bulan sekali.
19		Menyediakan petugas pemadam kebakaran (Damkar) dari perusahaan yang berjaga selama 24 jam.
20		Memberikan pelatihan tanggap darurat kebakaran dan ledakan bagi karyawan.

4. Kesimpulan

Besar nilai risiko potensi bahaya dan kategori potensi bahaya pada area penyimpanan produk B3 di industri-industri kimia dan petrokimia yang tergolong kategori *extreme* atau tinggi yaitu: Zona I - Kecamatan Ciwandan terdiri dari PT. IL pada jenis produk B3 berupa gas dengan nilai risiko 60; Zona II – Kecamatan Citangkil terdiri dari PT. ILA pada jenis produk B3 berupa gas dengan nilai risiko 60, PT. IGA pada jenis produk B3 berupa gas dengan nilai risiko 60, PT. IGS pada jenis produk B3 berupa gas dengan nilai risiko 60, dan Zona III – Kecamatan Grogol, Pulomerak, Cibeber terdiri dari PT. CD pada jenis produk B3 berupa *methanol* dengan nilai risiko 50.

Faktor penyebab terbesar terjadinya kecelakaan kerja akibat dari potensi-potensi bahaya pada kategori *extreme* atau tinggi pada area penyimpanan produk B3 di industri-industri kimia dan petrokimia pada kegagalan gas berupa kebakaran dari ledakan tabung gas yang disebabkan:

- a. Adanya korosi eksternal pada tabung gas akibat penempatan tabung gas diruang terbuka, dan
- b. Pekerja yang lalai atau kurang hati-hati karena adanya pekerja yang tidak taat aturan atau tidak adanya tata tertib / rambu peringatan di area *warehouse*.

Sedangkan pada kegagalan *methanol* berupa kebakaran dari ledakan tabung *methanol* yang disebabkan oleh adanya tabung *Methanol* yang terpapar matahari atau tabung *methanol* bereaksi dengan bahan pengoksidasi. Strategi mitigasi risiko dengan menggunakan prinsip 6S yaitu:

- a. Mengurangi atau menghilangkan penggunaan api dan listrik di area gudang penyimpanan produk, mengecek barang yang ada di area masing-masing, siapkan tempat untuk menyimpan / membuang / memusnahkan barang yang tidak digunakan,
- b. Mengelompokkan barang-barang sesuai kebutuhannya dan jenisnya, serta beri label / identifikasi untuk memudahkan pencarian barang,
- c. Membersihkan suku cadang alat bantu kerja tertentu, serta membersihkan tabung / pipa produk jenis B3 dan lantai gudang penyimpanan,
- d. Menjaga suhu dan kelembaban udara gudang penyimpanan sesuai dengan jenis B3, adanya ruang vakum pada tangki gas dan *methanol*, SOP, memberikan jarak yang antar gedung untuk mencegah penularan api, dan sebagainya,
- e. Melakukan audit secara berkala minimal 1 tahun sekali dan sosialisasi berkaitan materi 6S kepada karyawan,
- f. Pekerja menggunakan APD, pelatihan K3 minimal 1 bulan sekali, adanya petugas pemadam kebakaran (Damkar), dan alat pemadam api yang mudah dijangkau berupa APAR jenis foam dan powder.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) RI yang telah memfasilitasi penilaian risiko B3 bekerjasama dengan Tim Ahli *Center of Excellence* (CoE) Petrokimia Untirta. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon dan Bappeda Kota Cilegon yang telah mendukung data dalam penelitian ini. Kami juga menyampaikan terimakasih kepada para reviewer yang telah memberikan masukan yang berharga untuk makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Utomo, S. (2012). Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan Keberadaannya di dalam Limbah. *Jurnal Konversi*. 1(1):37-46.
- [2] Kurniawati, E., Sugiono, & Yuniarti, R. (2014). Analisis Potensi Kecelakaan Kerja pada Departemen Produksi Springbed dengan Metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. 2(1):11 - 23.
- [3] Roehan, K. R.A., Yuniar, dan Desrianty, A. (2014). Usulan Perbaikan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Menggunakan Metode *Hazard Identification and Risk Assesment* (HIRA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 2(2):311 - 321.
- [4] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- [5] Alamendah. (2014). *Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), Pengertian dan Jenis*. Retrieved November 10, 2018, from Alamendah's Blog: <https://alamendah.org/2014/10/05/bahan-berbahaya-dan-beracun-b3-pengertian-dan-jenis/>
- [6] Wijaya, A., Panjaitan, T.W.S., Palit, H.C. (2015). Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT. Charoen Pokphand Indonesia. *Jurnal Titra*. 3(1): 29-34.
- [7] Purnama, D.S. (2015). Analisa Penerapan Metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) dan HAZOPS (*Hazard and Operability Study*) dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko pada Proses Unloading Unit di PT. Toyota Astra Motor, *Jurnal PASTI*. IX (3), 311-319.
- [8] Salesman, F. dan Farida, U. (2018). Penilaian Bahan Berbahaya Beracun pada Laboratorium Radiologi RSUD Bangil Kabupaten Pasuruan. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 7(1): 122-129.
- [9] Sopotan, G. E., Sompie, B. F., & Mandagi, R. J. (2014). Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 4(4): 229 – 238.
- [10] Sulaiman, F., Ridwan, A., Ferdinant, P.F., Rofi, B. (2019). Rancangan Penilaian Risiko Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dengan Pendekatan *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA). *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*. V (2): 44-50.
- [11] Ambarani, A.Y. dan Tueleka, A.R. (2018). Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) pada Proses Fabrikasi Plate Tanki 42-T-501Ha Pt Pertamina (Persero RU V7 Balongan). *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 7(1): 5-7
- [12] https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/introduction_to_chemical_risk_assessment_overview_principles.html
- [13] Intari, D.E., Fathonal, W., dan Firanti, G. (2018). *Jurnal Teknika*. 12(1): 51-56.