

HAZARD OPERABILITY STUDY (HAZOP): SALAH SATU METODE UNTUK MENDENTIFIKASI BAHAYA DALAM MANAJEMEN RISIKO

M Sri Prasetyo Budi, Sri Rahayu Gusmarwani

Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRINDYogyakarta

prasetyobudi@itny.ac.id, gusmarwani@akprind.ac.id

ABSTRAK

Pasal 27 Undang Undang Dasar 1945 yang menyatakan bahwa tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan, menjadi salah satu latar belakang ditetapkannya Undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja dan Undang-undang nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Salah satu tujuan pembangunan ketenagakerjaan adalah memberikan perlindungan kepada tenaga kerja dalam mewujudkan kesejahteraannya. Perlindungan kepada tenaga kerja mencakup kesejahteraan, keselamatan dan kesehatan, fisik maupun mental. Kewajiban pengusaha tidak hanya melindungi tenaga kerja saja, tetapi orang lain yang berada di tempat kerja juga harus dijamin keselamatannya. Terkait dengan jaminan keselamatan untuk tenaga kerja maupun orang lain di tempat kerja serta sumber-sumber produksi yang digunakan, maka diperlukan suatu aktifitas manajemen risiko. Manajemen risiko adalah suatu proses untuk mengidentifikasi sumber-sumber bahaya, menilai risikonya, serta pengambilan tindakan yang diperlukan untuk menghilangkan atau mengurangi risiko yang ada secara terus menerus. Risiko adalah suatu ukuran kemungkinan kerugian yang timbul dari sumber bahaya yang terjadi.

Risiko adalah suatu ukuran, yang berarti risiko merupakan suatu nilai yang dapat diukur. Risiko didefinisikan sebagai fungsi konsekuensi (C) dan keseringterjadian atau peluang (P). Elemen-elemen yang ada di dalam risiko adalah bahaya (hazard), konsekuensi, dan peluang. Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan. Salah satu metode yang dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya adalah HAZOP (Hazard Operability Study).

Hazop sebagai salah satu metode indentifikasi bahaya dapat dilakukan saat suatu proses sedang berlangsung, sehingga potensi bahaya dapat diidentifikasi sejak dini dan dievaluasi saat proses masih berlangsung, dengan demikian perbaikan dapat segera dilakukan tanpa menghentikan proses.

Kata kunci : manajemen risiko, pengendalian risiko, hazop

PENDAHULUAN

Setiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan. Kalimat tersebut tercantum dalam Undang Undang Dasar Republik Indonesia tahun 1945 (UUD 1945) pasal 27 ayat 2. Pasal 27 ayat 2 UUD 1945 menjadi salah satu latar belakang ditetapkannya Undang-Undang nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan Undang Undang nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.

Menurut UU 13 tahun 2003 pasal 2, pembangunan ketenagakerjaan di Republik Indonesia berdasarkan Pancasila dan UUD 1945. Dengan demikian, setiap peraturan yang terkait ketenagakerjaan yang ditetapkan oleh pemerintah harus mengacu pada Pancasila dan UUD 1945. Begitu pula UU 13 tahun 2003 yang mengatur mengenai Ketenagakerjaan, tidak terlepas dari

Pancasila dan UUD 1945. Pasal 4 UU 13 tahun 2003 menyebutkan salah satu tujuan pembangunan ketenagakerjaan adalah memberikan perlindungan kepada tenaga kerja dalam mewujudkan kesejahteraan tenaga kerja. Dilanjutkan dalam pasal 86 UU 13 tahun 2003 ayat 1 yang menyatakan bahwa setiap pekerja/buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja. Kewajiban perlindungan untuk tenaga kerja diberikan oleh pemberi kerja. Sanksi pidana akan diberikan kepada pemberi kerja apabila tidak melakukan kewajibannya. Sejalan dengan UU 13 tahun 2003, Undang-Undang nomor 1 tahun 1970 (UU 1/1970) yang mengatur tentang keselamatan kerja, menyatakan bahwa setiap tenaga kerja dan orang lain yang berada di tempat kerja harus dijamin keselamatannya. Begitu pula

sumber-sumber produksi harus dapat dipergunakan secara aman dan efisien.

Menurut UU 1/1970, salah satu unsur yang terdapat ditempat kerja adalah sumber bahaya atau potensi bahaya. Ada 5 faktor bahaya di tempat kerja, yaitu faktor bahaya fisika, kimia, biologi, ergonomi, dan psikologi (Permenaker 5/2018).

Keselamatan atau *safety* pada zaman lampau digunakan untuk mendefinisikan strategi pencegahan kecelakaan dengan menggunakan *hard hat*, *safety shoes*, dan bermacam peraturan atau regulasi. Tujuan utamanya adalah keselamatan pekerja. *Safety* didefinisikan sebagai pencegahan dari kerugian atau *losses*(Crowl dan Lovar, 2002). Mahjun, 2018, mendefinisikan keselamatan sebagai kemampuan untuk mengidentifikasi atau menghilangkan (mengendalikan) risiko yang tidak dapat diterima. Termasuk di dalam istilah *safety* ini adalah indentifikasi *hazard*, evaluasi teknis, dan disain teknik baru untuk perlindungan kerugian atau *loss prevention* (Crowl dan Lovar, 2002).

Menurut Styles, 2013, bahaya atau *hazard* didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berpotensi mengakibatkan bahaya (*harm*). *Hazard* adalah kondisi fisika atau kimia yang berpotensi mengakibatkan kerusakan personal, properti, atau lingkungan (Crowl dan Lovar, 2002).

Risiko adalah ukuran keparahan personal, kerusakan lingkungan, atau kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh konsekuensi dan peluang terjadinya kecelakaan (Crowl dan Lovar, 2002). Styles, 2013, berpendapat bahwa risiko merupakan fungsi dari peluang dan tingkat keparahan atau *severity*, sehingga besarnya risiko bergantung pada kondisinya. Menurut Mahjun, 2018, risiko adalah ukuran kemungkinan terjadinya kerugian yang akan timbul dari sumber bahaya tertentu. Penentuan risiko membutuhkan perhitungan antara konsekuensi yang mungkin timbul dan peluang. Upaya untuk mengidentifikasi sumber-sumber bahaya, penilaian risiko, dan tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi risiko secara terus menerus disebut manajemen risiko.

MANAJEMEN RISIKO DAN PENGENDALIAN RISIKO

Penerapan manajemen risiko di tempat kerja ditujukan untuk mengidentifikasi sumber bahaya potensial yang berhubungan dengan proses

pelaksanaan kerja dan peralatan, mengidentifikasi pola pengendalian yang efektif, serta mengimplementasikan metode yang sesuai yang dapat diketahui dan dikomunikasikan dengan para pekerja. Metode sistematis dalam manajemen risiko dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metode sistematis manajemen risiko

Gambar 1 menjelaskan mengenai metode sistematis dalam manajemen risiko. Identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya *what-if methode*, *checlist methode*, *Task analysis methode*, *Index methode*, HAZOP, dan metode lainnya. Setelah dapat mengidentifikasi dan mengenali bahaya yang ada, proses berikutnya adalah melakukan penilaian dan mengevaluasi risiko, Risiko merupakan fungsi dari konsekuensi dan frekuensi. Konsekuensi disebut juga dampak atau tingkat keparahan atau *severity*. Frekuensi disebut juga dengan kesering terjadinya atau peluang atau *probability* atau *likelihood*. Setelah dilakukan penilaian risiko. Maka langkah berikutnya dalam manajemen risiko adalah melakukan tindakan pengendalian dan pencegahan yang tepat. Hirarki pengendalian di dalam manajemen risiko berdasarkan hirarkinya dikelompokkan menjadi tindakan eliminasi, substitusi, pengendalian secara teknis, pengendalian secara administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Gambar 2 menunjukkan hirarki pengendalian sesuai hirarkinya.

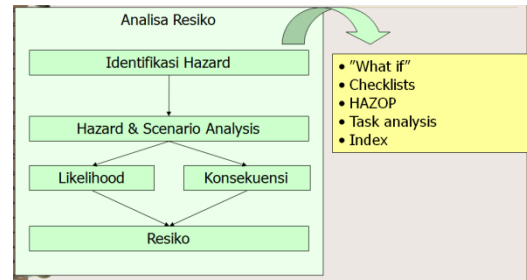


Gambar 2. Hirarki Peendalian Risiko

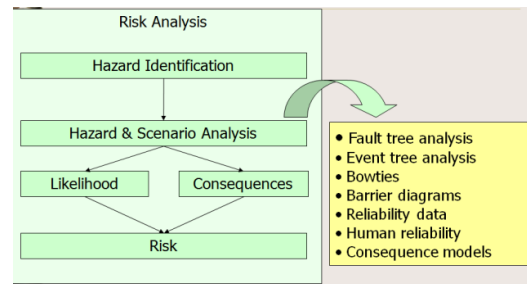
Beberapa contoh dalam pengendalian risikosecara eliminasi yaitu; menghilangkan sumber bahaya kaki tersangkut kabel di atas lantai, memusnahkan bahan kimia yang tidak diperlukan lagi, memperbaiki peralatan yang rusak. Tindakan substitusi dilakukan dengan mengganti bahan atau alat atau prosedur yang memiliki potensi bahaya lebih tinggi dengan bahan atau alat atau prosedur yang tingkat bahayanya lebih rendah, seperti: mengganti pasir silika dengan copper slag pada pekerjaan abrasive blasting, mengganti benzena dengan siklo heksana, dan lain sebagainya. Pengendalian secara teknis atau engineering control dapat dilakukan dengan menambahkan peralatan untuk mengurangi potensi bahaya, seperti: memasang pull and push ventilator di area kerja, memasang pagar pengaman mesin pada bagian-bagian mesin yang bergerak, dan lain sebagainya. Beberapa tindakan pengendalian risiko secara administratif adalah membuat Prosedur Operasional Baku (POB) yang sesuai dengan proses atau cara kerja dari peralatan, penyediaan Lembar Data Keselamatan Bahan untuk semua bahan kimia berbahaya yang digunakan, mendisain ulang cara kerja, membatasi paparan bahaya terhadap pekerja, pemberian pelatihan, dan sebagainya. Hirarki terakhir dalam pengendalian risiko adalah penggunaan APD yang sesuai dengan sumber potensi yang ada.

HAZARD OPERABILITY STUDY (HAZOP)

Salah satu metode identifikasi bahaya yang dapat digunakan adalah HAZOP. Gambar 3 dan gambar 4 menjelaskan mengenai keterkaitan HAZOP dan metode-metode lain dalam identifikasi bahaya.



Gambar 3. Beberapa metode dalam identifikasi bahaya atau hazard



Gambar 4. Analisis dan skenario hazard

Berdasarkan gambar 3 dan gambar 4, ada perbedaan antara metode untuk mengidentifikasi bahaya dengan metode untuk menganalisis bahaya. Metode identifikasi bahaya digunakan untuk mengenali bahaya secara kualitatif, sedangkan metode untuk analisis dan skenario bahaya dilakukan secara kuantitatif dengan tujuan untuk dapat menentukan kesering terjadinya dan tingkat keparahan dari hazard, sehingga dapat ditentukan tingkat risikonya.

HAZOP adalah salah satu metode identifikasi bahaya yang dilakukan berdasarkan alur proses produksi (Haslindah, dkk., 2020). HAZOP merupakan suatu teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem untuk keberadaan potensi bahaya (Sabrina dan Widarto, 2019). HAZOP adalah sebuah teknik kualitatif untuk mengidentifikasi kemungkinan potensi bahaya yang akan terjadi menggunakan serangkaian kata-kata panduan atau guide words (Crowl dan Louvar, 2002).

HAZOP dapatdigunakansecara praktis untuk berbagai tahapan proses. Selain itu, dapat pula digunakan untuk peralatan baru maupun peralatan yang telah terpasang sebelumnya serta dapat digunakan untuk semua waktu. Penggunaannya juga lebih luas, selain identifikasi dilakukan terhadap mesin dan atau komponen yang akan dianalisis,

metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan prosedur dan instruksi suatu operasi, sehingga kegagalan dapat diidentifikasi.

Tujuan dari adanya metode HAZOP adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, dan untuk mengetahui apakah kemungkinan-kemungkinan adanya penyimpangan dapat mendorong sistem menuju kecelakaan yang tidak diinginkan atau tidak. Dalam melakukan HAZOP pada suatu industri lama, terdapat dokumen-dokumen yang diperlukan, antara lain: *Process Flow Diagram (PFD)*, *Process & Instrumentation Diagram (P&ID)*, *Data Maintenance*, *Operating Instructions*, *Procedure documents/Description of operatio*, dan lain sebagainya (Vimalasari, 2016).

HAZOP adalah suatu prosedur uji yang ditujukan untuk mengidentifikasi semua deviasi dari desain yang diharapkan dari suatu pekerjaan dan untuk mengidentifikasi semua hazard yang berhubungan dengan deviasi ini. Ketika deviasi muncul dan menghasilkan hazard, ada tindakan yang perlu dilakukan untuk mereview dan memberikan solusi untuk menghilangkan hazard atau mengurangi risiko sampai pada tingkat yang dapat diterima. HAZOP mengidentifikasi risiko melalui proses yang kreatif dan kolaboratif, berdasarkan *collective knowledge* dari *multidisciplinary team* dengan seorang fasilitator yang mengarahkan team untuk mencapai keputusan berkualitas tinggi (Budi, 2021).

HAZOP merupakan suatu siklus yang dapat di-breakdown menjadi 6 (enam) langkah, yaitu:

Langkah 1: Identifikasi risiko dengan menanyakan apa yang dapat menyebabkan kejadian berbahaya? Identifikasi risiko ini dilakukan dengan memikirkan deviasi proses yang spesifik, misal: suhu tinggi, tekanan tinggi, level rendah, aliran yang salah arah (*misdirect flow*), tidak ada aliran atau aliran terlalu kecil (*no/low flow*), dan lain sebagainya.

Langkah 2: Gambarkan konsekuensi dan tentukan tingkat keparahannya. Contoh beberapa konsekuensi: apakah dapat menyebabkan fatality? Apakah dapat menyebabkan kerugian ribuan dolar untuk perbaikan peralatan? Dan lain sebagainya.

Langkah 3: Takar *probability* atau kemungkinan penyebabnya. Apakah 10%

per tahun? Apakah 1% per tahun? Dan seterusnya.

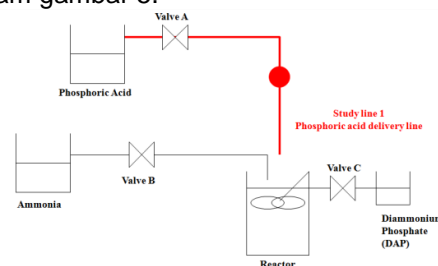
Langkah 4: Evaluasi risiko berbasis *severity* dan *probability* tanpa *safe guard*. Apakah skenario yang kita buat memiliki kemungkinan yang tinggi saat terjadi kegagalan dan konsekuensi yang tinggi karena dapat mengakibatkan fatality? Jawaban pertanyaan ini dapat dipenuhi dengan membuat/melihat matriks risiko.

Langkah 5: Takar risiko dengan menggunakan *safe guard*. Contoh *safe guard*: adakah sistem alarm yang menggunakan intervensi operator? Adakah sistem *pressure safety valve* pada *vessel*? Adakah sistem *shutdown* otomatis?

Langkah 6: Buatlah keputusan untuk menerima risiko atau membuat rekomendasi untuk mengurangi risiko lebih lanjut. Berdasarkan matriks risiko yang telah dibuat sebelumnya, dapat ditentukan kriteria risiko yang dapat diterima. Buat rekomendasi apabila risiko tidak dapat diterima.

PEMBAHASAN(STUDI KASUS)

Studi kasus yang akan dibahas pada makalah ini adalah penerapan HAZOP dalam produksi Diammonium Phosphate (DAP). Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut: Asam fosfat dan amonia dicampur, dihasilkan produk tidak berbahaya yaitu diammonium phosphate (DAP), jika direaksikan secara sempurna. Jika asam fosfat yang direaksikan terlalu kecil, reaksi tidak sempurna, dan dihasilkan amonia. Meskipun amonia tidak membahayakan reaktor, tetapi amonia adalah hasil yang tidak diinginkan. Kedua bahan kimia digunakan dalam jumlah dan konsentrasi yang besar. Keduanya mempunyai sifat korosif, sehingga tim harus memperkirakan bahaya yang menerpa staf dari hasil reaksi sebagai study line 1 (phosphoric acid delivery line). Gambaran prosesnya tersaji dalam gambar 5.



Gambar 5. Produksi Diamonium Phosphate

Studi HAZOP pada line 1 tersaji dalam daftar berikut:

HAZOP STUDY RECORD SHEET		PROJECT / JADWAL PLAN		TANGGAL:		
SISTEM PRODUKSI DAP PARAMETER PROSES: FLOW (ALIRAN) (SKALA KUNCI PRIMER) LAMP STUDY LINE F		DAFTAR ANGGOTA TIM HAZOP: KETUA: SEKRETARIS:		HEM 1 DUL. H.M. 1		
NO	DEVIASI WORD	KONSEKUENSI	KEMUNGKINAN PENYEBAB	TINDAKAN YANG DIBUTUHKAN	HRG	YTD
1	No NO FLOW (Tidak ada aliran)	Kelebihan amonia di dalam reaktor dan dapat terlepas ke area kerja	<ul style="list-style-type: none"> Kran A gagal menutup Suplai asam fosfat berlebih Pipa pecah 	Sistem otomatis untuk penutupan kran B saat kelebihan suplai aliran asam fosfat		
2	Less LESS FLOW (aliran kecil)	Kelebihan amonia di dalam reaktor dan dapat terlepas ke area kerja. Jumlah amonia yang dilepaskan berkaitan dengan berkurangnya jumlah dalam suplai. Anggota tim HAZOP harus menghitung tingkat keracunan berdasarkan pengurangan aliran	<ul style="list-style-type: none"> Kran A menutup sebagian Adanya sebagian kebocoran atau lubang bocor dalam pipa 	Anggota tim HAZOP harus menghitung tingkat keracunan berdasarkan pengurangan aliran. Setiap kali ditemukan berdasarkan hitungan tingkat keracunan dan pengurangan aliran. Sistem otomatis untuk penutupan kran untuk mengurangi aliran suplai asam fosfat		
3	More MORE FLOW (aliran yang berlebihan)	Kelebihan asam fosfat menurunkan kualitas produk. Tidak ada hazard di area kerja				
4	Part of Aliran normal menurunkan konsentrasi asam fosfat	Kelebihan amonia di dalam reaktor dan dapat terlepas ke area kerja. Jumlah amonia yang dilepaskan berkaitan dengan berkurangnya jumlah dalam suplai.	<ul style="list-style-type: none"> Vendor salah mengirimkan bahan atau konsentrasi yang tidak sesuai Kebocoran dalam charging tangki suplai asam fosfat 	Cek konsentrasi dalam tangki suplai asam fosfat sesuai charging		
5	Other than Adanya aliran selain asam fosfat dalam line A	Berpotensi pada substansi. Anggota tim harus melakukan uji adanya material lain dalam asam fosfat	<ul style="list-style-type: none"> Ketidaktepatan pengiriman dari vendor Kebocoran dalam memilih material 	Periksa ada prosedur baku dalam melakukan pemilihan material sebelum melakukan pengisian (charging) ke dalam tangki suplai asam fosfat		

Baris pertama dan kedua pada daftar di atas menunjukkan identitas dari produksi DAP. Baris ketiga berisi nomor, guide word, deviasi, konsekuensi, kemungkinan penyebabnya, tindakan yang dibutuhkan, dan tanda tangan penanggung jawab setelah tindakan dilakukan. Baris keempat adalah pengisian dari form HAZOP.

Pencermatan yang dilakukan terhadap aliran, kemungkinan yang pertama adalah tidak ada aliran (NO FLOW). Pengisian dalam HAZOP form, diawali dengan pemilihan sign word NO. Setelah dipilih satu sign word, dilanjutkan dengan deviasi NO FLOW. Konsekuensi tidak adanya aliran akan menyebabkan amonia yang berlebihan di dalam reaktor dan berpotensi terjadinya kebocoran amonia di area kerja. Kemungkinan penyebabnya adalah valve gagal menutup, asam fosfat terlalu kecil, terjadi korosi pada pipa sehingga pipa pecah. Tindakan yang dibutuhkan adalah sistem penutupan valve B secara otomatis apabila tidak ada aliran dari asam fosfat.

Guide word berikutnya adalah Less (LESS FLOW). Aliran asam fosfat yang kecil akan mengakibatkan kelebihan amonia di dalam reaktor dan dapat terlepas ke area kerja. Jumlah amonia yang dilepaskan berkaitan dengan berkurangnya jumlah dalam suplai. Anggota tim HAZOP harus menghitung tingkat keracunan berdasarkan pengurangan aliran. Kemungkinan penyebabnya adalah Kran A menutup sebagian Adanya sebagian sumbatan atau kebocoran dalam pipa. Dibutuhkan tindakan penghitungan tingkat keracunan berdasarkan pengurangan aliran oleh tim HAZOP. Set point ditentukan berdasarkan hitungan tingkat keracunan dan pengurangan aliran. Sistem otomatis untuk

penutupan kran untuk mengurangi aliran suplai asam fosfat.

Guide word berikutnya adalah more. Deviasi yang terjadi adalah kelebihan aliran asam fosfat (MORE FLOW). Kelebihan asam fosfat ini hanya menurunkan kualitas produk tetapi tidak berpotensi menimbulkan hazard, oleh karena itu tidak diperlukan tindakan perbaikan.

Guide word yang keempat untuk studi di dalam produksi DAP ini adalah part of. Part of yang ada di dalam studi ini menggambarkan aliran normal dari asam fosfat yang menurun konsentrasinya. Penurunan konsentrasi asam fosfat mengakibatkan kelebihan amonia di dalam reaktor dan dapat terlepas ke area kerja. Jumlah amonia yang dilepaskan berkaitan dengan berkurangnya jumlah asam fosfat dalam suplai. Penurunan konsentrasi asam fosfat dapat terjadi karena adanya kesalahan pengiriman dari vendor atau konsentrasi asam fosfat yang dikirim oleh vendor tidak sesuai dengan spesifikasi bahan yang ditentukan. Kemungkinan berikutnya adalah kesalahan saat charging atau pengisian ke dalam tangki suplai asam fosfat. Diperlukan tindakan perbaikan dengan selalu memeriksa konsentrasi asam fosfat di dalam tangki suplai setiap kali selesai melakukan pengisian.

Guide word yang kelima dalam studi ini adalah other than yang berarti adanya senyawa lain selain asam fosfat dalam aliran suplainya. Konsekuensi yang muncul karena adanya material ini adalah melakukan substitusi atau mengganti bahan yang ada di dalam aliran suplai. Kemungkinan penyebab adanya material selain asam fosfat di dalam aliran suplai ini adalah kesalahan pengiriman dari vendor atau kesalahan dalam memilih material. Tindakan perbaikan yang dibutuhkan adalah memastikan ketersediaan prosedur operasional baku atau POB untuk pemilihan material yang akan digunakan serta prosedur untuk melakukan pengecekan sebelum mengisi asam fosfat ke dalam tangki suplai.

Lima guide word yang digunakan dalam studi mengenai aliran ini sangat membantu didalam mengenali adanya potensi bahaya yang mungkin akan muncul saat proses pembuatan DAP berdasarkan uraian proses yang terkait dengan aliran dalam *line A*. Masih banyak guide word yang dapat digunakan untuk melakukan studi dari suatu proses, diantaranya studi mengenai suhu dalam alat penukar panas, studi aliran dalam pompa atau kompresor, dan lain sebagainya. Fungsi penggunaan guide word ini untuk mengenali potensi bahaya yang dilakukan secara terstruktur, sehingga potensi bahaya dapat dikendalikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan studi kasus, dapat disimpulkan

- a. HAZOP merupakan salah satu metode untuk melakukan identifikasi bahaya, perlu dilengkapi matriks risiko untuk menetapkan risiko awal tanpa *safe guard*
- b. Siklus HAZOP akan memberi keuntungan selama disain atau instalasi pabrik atau proses baru, atau modifikasi besar dari hal-hal yang sudah ada, ketika hazard khusus seperti *environmental hazard* dan kualitas atau biaya yang muncul berkaitan dengan operasi, ketika adanya insiden mayor seperti kebakaran, ledakan, terlepasnya bahan kimia beracun, dsb
- c. HAZOP dapat digunakan untuk memberikan kode praktis, petunjuk, atau kode industri yang harus diikuti.

2. Saran

- a. HAZOP saja tidak mengubah risiko kecuali ada *effective action* yang berkelanjutan untuk operasi.
- b. Tidak ada artinya suatu rekomendasi yang dibuat apabila tidak disertai dengan komitmen untuk bertindak.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, M.S.P., 2021, Hazard Operability Study (HAZOP), modul pelatihan HAZOP Petro Okso Nusantara
- Crowl, D.A. dan Louvar, J.F., 2002, *Chemical Process Safety: Fundamentals With Application*, 2nded, Prentice Hall International

Series in the Physical and Chemical Engineering Science, USA

- Haslindah, A., Aryani, A.S., Nurhidayat F., 2020, *Penerapan Metode HAZOP Untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Bagian Produksi Air Minum Dalam Kemasan Cup pada P.T. Tirta Sukses Perkasa (CLUB)*, *Journal Industrial Engineering dan Manajemen (JUST-ME)*, Vol. 1, No.1, Juni 2020, PISSN 2723-0341., hlm.20-24

- Mahjun, R, 2018, *Dasar-dasar Keselamatan Kerja*, materi *Competency Based Training* sertifikasi Ahli K3 Muda BNSP, LSP OSHE Nusantara, Jakarta

- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan nomor 5 tahun 2018 tentang Lingkungan Kerja

- Sabrina, M.R.W., dan Widarto, Y., 2019, *Analisis Potensi Bahaya dengan Metode Hazard and Operability Study Melalui Perangkingan Risk Asesment Studi Kasus: Divisi Spinning Unit 4Ring Yarn PT Apac Inti Corpora*, *Undip-ejournal*, <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/viewFile/23057/21071>

- Style, L., 2013, *Chemical Risk Management for Chemical Engineers*, materi pelatihan manajemen risiko untuk Teknik Kimia, Sandia Laboratories, New Mexico

- Undang Undang Dasar 1945

- Undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

- Undang-undang nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

- Vimalasari, 2016, *Hazard and Operability Study (HAZOP) dan Penentuan Safety Integrity Level (SIL) pada Boiler SB-02 PT SMART Tbk Surabaya*, Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh November