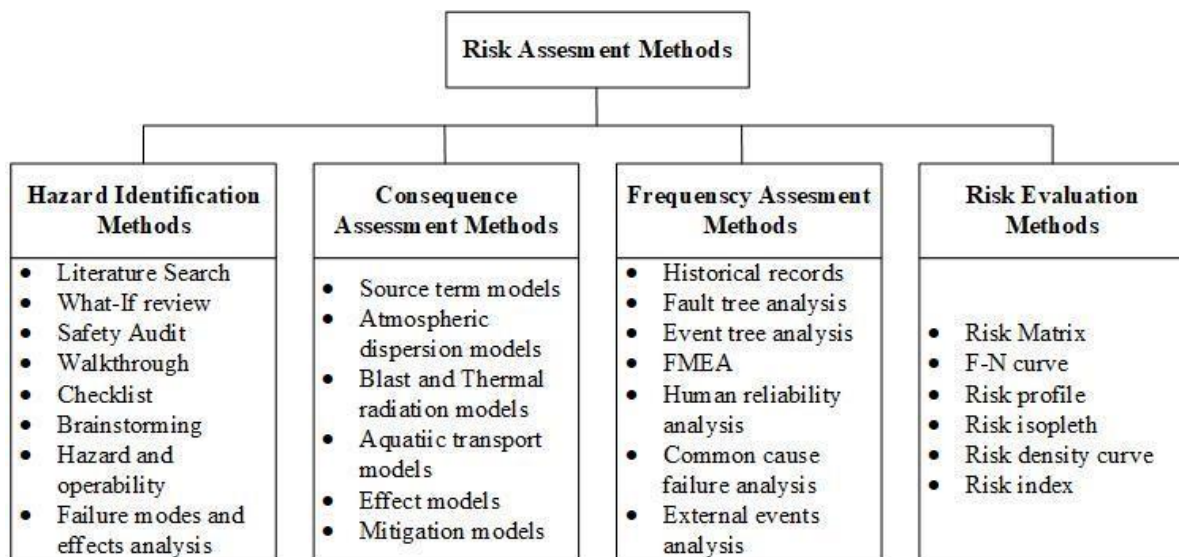


BAB VI

TROUBLESHOOTING

Industri kimia menyimpan bahaya yang signifikan, seperti kebakaran, ledakan, emisi gas beracun, serta kombinasi kebakaran dan ledakan, yang dapat menelan korban jiwa dan menyebabkan kerugian material. (Hartono et al., 2019). *Troubleshooting* merupakan upaya untuk mengidentifikasi sumber atau akar permasalahan agar risiko serta potensi kerugian yang ditimbulkan dapat dikurangi semaksimal mungkin. (Dewi & Nugroho, 2019). Guna mengurangi risiko korban jiwa dan kerugian yang dapat timbul akibat potensi bahaya dalam industri kimia yang dikenal memiliki tingkat risiko tinggi, diperlukan langkah-langkah penanganan serta analisis permasalahan guna menemukan solusi yang efektif.

Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi solusi dalam upaya menekan risiko tersebut yakni *Quantitative Risk Analysis (QRA)*. QRA merupakan metode yang bertujuan untuk mengembangkan serta memahami estimasi tingkat risiko yang berkaitan dengan suatu fasilitas atau proses operasional (Arendt & Lorenzo, 2010). QRA menurut (Hartono et al., 2019) merupakan metode ini efektif digunakan untuk menganalisis karakteristik desain proses yang telah ditentukan, seperti P&ID atau PFD yang telah tersedia, reaksi kimia yang terjadi, serta unit operasi lainnya yang telah diketahui beserta strategi pengendalian proses seperti Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Overview Step Quantitative Risk Analysis Method

Salah satu metode yang sering diterapkan dalam menganalisis risiko serta menekan potensi bahaya di industri kimia adalah *Hazard and Operability (HAZOP) Study*. Metode ini digunakan untuk mengkaji potensi bahaya dalam suatu sistem dengan cara meninjau setiap bagian dari proses, guna mengidentifikasi penyimpangan dari desain yang telah dirancang serta mengetahui penyebab dan dampak yang mungkin timbul dari penyimpangan tersebut (Prakoso, 2016). Alasan pemilihan metode HAZOP sebagai pendekatan dalam Bab 6 mengenai *Troubleshooting* karena HAZOP merupakan teknik yang terstruktur dan sistematis, sehingga mampu memberikan hasil analisis yang menyeluruh. Selain itu, HAZOP bersifat multidisipliner, memungkinkan proses evaluasi dilakukan dari berbagai sudut pandang keilmuan dan keahlian, yang menghasilkan kajian yang lebih mendalam dan detail. Prosedur pembuatan HAZOP secara garis besar sebagai berikut (Prakoso, 2016):

- a. Mengumpulkan gambaran atau deskripsi proses selengkap-lengkapannya pada sebuah plant.
- b. Membagi sistem menjadi beberapa subsistem yang lebih kecil. Pada tahap ini tidak ada ketentuan khusus untuk pembagiannya.
- c. Menginvestigasi adanya kemungkinan penyimpangan pada subsistem menggunakan kata kunci (*guide words*) untuk mempermudah proses analisa.
- d. Mengidentifikasi kemungkinan penyebab penyimpangan yang terjadi lalu menentukan tindakan proteksi yang sesuai untuk tiap penyimpangan yang terjadi pada tiap elemen.

6.1 P&ID Alat Utama dan HAZOP

Dalam industri kimia, umumnya terdapat skema desain proses secara menyeluruh yang dikenal sebagai *Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)*. P&ID berperan dalam menyajikan detail tambahan yang mungkin kurang signifikan dalam aspek perancangan proses, namun sangat penting untuk keperluan simulasi, konstruksi, serta operasional sistem di tahap selanjutnya. Diagram ini mencakup gambaran sistem perpipaan, katup (*valve*), dan berbagai komponen instrumentasi seperti saluran udara pneumatik dan katup kontrol. (Timmerhaus, 2003). Sementara itu, HAZOP merupakan metode yang terstruktur dan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta masalah operasional yang mungkin terjadi pada seluruh fasilitas pabrik maupun peralatannya. Berikut merupakan P&ID dan HAZOP pabrik *Phthalic Anhydride* pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Analisa *Hazard and Operability* Pada Unit Penyimpanan Bahan Baku

Unit: Tahap Penyimpanan Bahan Baku					
Tujuan: Menyimpan bahan baku dalam tangki penyimpanan dan mengalirkan bahan baku serta produk					
Komponen	Penyimpanan	Penyebab	Konsekuensi	Perlindungan	Rekomendasi
Tangki penyimpanan bahan baku dan produk (T-101) (T-201)	Kebocoran pada tangki penyimpanan	Tangki penyimpanan jarang dilakuka <i>treatment</i> atau dilakukan namun tidak secara berkala sehingga material tangki mengalami penipisan maupun korosi	Bahan baku akan menguap dan keluar dari tangki sehingga produk tidak sesuai dengan spesifikasi dan menyebabkan kebakaran	Melapisi tangki dengan <i>seal</i> Nitrogen (N ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan dan pemeliharaan secara berkala atau rutin pada tangki - Memeriksa pipa-pipa yang tersambung pada tangki
	<i>Low pressure tank</i>	<i>Low pressure tank</i> dapat terjadi apabila indikator tekanan tidak berfungsi sehingga kualitas	Indikator tekanan tidak berfungsi	Melakukan pengecekan terhadap <i>pressure indicator</i>	Melakukan kalibrasi secara berkala terhadap <i>pressure gauge</i> dan melakukan <i>maintenance</i>

		bahan baku/produk menurun			
	<i>Over pressure tank</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pressure safety tidak berfungsi dengan baik - Tekanan melebihi rancangan desain yang telah dibuat - Umur pemakaian yang tidak sesuai - Indikator tekanan tidak berfungsi dengan baik 	<p>Rusaknya <i>pressure gate</i> sehingga menyebabkan <i>over pressure</i> akibat jarang di kalibrasi</p>	<p>Melakukan pengecekan terhadap:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pressure safety valve</i> - <i>Pressure indicator</i> - <i>Pressure gate</i> 	<p>Melakukan <i>maintenance</i> terhadap:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pressure safety valve</i> - <i>Pressure indicator</i> - <i>Pressure gate</i>

6.2 Unit Pemindahan

Tabel 6. 2 Analisa *Hazard and Operability* Pada Unit Pemindahan

Unit: Tahap Pemindahan					
Tujuan: Mengalirkan bahan baku serta produk					
Komponen	Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Perlindungan	Rekomendasi
Pompa (P-01) (P-02) (P-03) (P-04) (P-05) (P-06)	- Motor lepas atau menimbulkan suara keras - Pompa tidak bekerja - Impeller mengalami penyumbatan	- Aliran fluida tidak stabil sehingga menyebabkan tekanan pada zat cair menurun dan menyebabkan kavitasi - Adanya udara yang masuk pada impeller sehingga terjadi <i>backflow</i> dan fluida sulit terpompa	Bahan baku tidak dapat ditransfer	Melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi operasi dan pompa	<i>Pump Fail to start</i> dapat diantisipasi dengan cara: Pengecekan dan perbaikan motor pompa Memperbaiki pompa bila terjadi kerusakan Memeriksa sumber arus listrik yang masuk ke pompa Melakukan pembersihan impeller
	Motor kelebihan beban	- <i>Shaft Sleeve</i> terkikis	Fluida tidak dapat dialirkan	Melakukan pengecekan dan	Melakukan kalibrasi secara berkala terhadap <i>pressure</i>

		akibat terlalu lama digunakan - Pengantaran arus terlalu tinggi akibat <i>shaft</i> terkikis		perawatan terhadap motor pompa dan mengganti <i>shaft</i> saat sudah tipis	<i>gauge</i> dan melakukan <i>maintenance</i>
	Kerusakan impeller pompa	- Kavitasi disebabkan aliran fluida tidak stabil sehingga menyebabkan tekanan pada zat cair menurun - Terdapat kotoran pada fluida - Erosi bahan kimia -	- <i>Overflow</i> - Terjadi penyumbatan disebabkan adanya kotoran yang masuk ke dalam pompa dari fluida (<i>stainer</i> tidak maksimal) - Impeller <i>overheating</i> diakibatkan <i>wearing ring</i> casing bergesekan terlalu keras	Melakukan pengecekan terhadap impeller pompa dan kondisi operasi	Melakukan <i>maintenance</i> terhadap: - Melakukan <i>maintenance</i> pada pompa yang bermasalah/rusak - Mengganti impeller yang rusak dan membersihkan bagian yang tersumbat
	Aliran fluida kecil	- Kebocoran pada sisi isap atau <i>surfing box</i> - Kecepatan putaran pompa	Bahan baku tidak dapat ditransfer	Melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi operasi (Aliran <i>feed</i>) dan kondisi komponen pompa	Jika terjadi masalah aliran fluida menjadi kecil, dapat diantisipasi dengan cara: - Masukkan cairan dengan tekanan kedalam pompa dan sisi isapnya - Memeriksa <i>Standard</i>

		<p>rendah</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Leaking Seal</i> menyebabkan fluida bocor kesekitar <i>shaft</i> - <i>Shaft</i> tidak berputar akibat kurangnya pelumas 			<p><i>Operational Procedure (SOP) stainer katup, dan impeller</i></p>
--	--	---	--	--	---

6.3 Unit Penukar Panas

Tabel 6. 3 Analisa *Hazard and Operability* Pada Unit Penukar Panas

Unit: Tahap Penukar Panas					
Tujuan: Menurunkan atau menaikkan panas pada bahan baku					
Komponen	Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Perlindungan	Rekomendasi
Heat exchanger (HE-01) (HE-02)	Naiknya <i>Pressure drop</i> dalam <i>Plate Heat Exchanger</i> (PHE)	Terdapat kotoran dalam PHE akibat terbawanya kotoran dari BFW	PHE tersumbat sehingga pemanasan tidak maksimal	Melakukan pengecekan pada <i>plate</i> dan pipa	Melakukan <i>maintenance</i> dan pembersihan pada pipa-pipa sebelum <i>start up</i> Pembersihan <i>plate</i> secara berkala Penambahan filter pada media masuk PHE
	<i>Menurunnya output pada HE</i>	Terdapat kotoran dalam PHE akibat terbawanya kotoran dari BFW	Menurunnya kapasitas HE	Melakukan pengecekan berkala untuk memastikan PHE yang terkotori oleh serpihan dan plastik	Melakukan pembersihan pada <i>plate</i> dan media input pada <i>plate</i> HE diberi filter
	Kebocoran pada Heat Exchanger	Tekanan yang melebihi <i>design</i> akibat <i>Pressure Control</i> belum terkalibrasi	Panas yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan proses	Melakukan pengecekan pada <i>set point</i> HE	Melakukan pengecekan atau pengurangan pada setting tekanan sesuai dengan <i>set point</i>

	Aliran pada HE Tersumbat	Plate tersumbat akibat adanya kotoran yang terbawa masuk pada <i>plate</i>	Aliran pada HE tidak lancar	Melakukan <i>maintenance</i> pada <i>plate</i> HE dan pemeriksaan berkala	Pemeriksaan dan pembersihan berkala pada <i>plate</i> HE dan memberi filter untuk meminimalisir tersumbatnya kotoran
	<i>Refrigerant</i> tidak berfungsi maksimal	Pengisian <i>refrigerant</i> tidak tepat sehingga tidak sesuai standar operasi	Pendingin tidak merata diseluruh bagian HE	Pemeriksaan berkala pada <i>refrigerant</i>	Melakukan pengisian <i>refrigerant</i> dilakukan dengan membalik tabung <i>refrigerant</i> sebelum itu HE divakum terlebih dahulu

6.4 Unit Reaksi

Tabel 6. 4 Analisa Hazard and Operability Pada Unit Reaksi

Unit: Tahap Proses					
Tujuan: Proses pembuatan propilen glikol					
Komponen	Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Perlindungan	Rekomendasi
Reaktor <i>Fixedbed multitube</i>	<i>Pressure drop</i> reaktor meningkat tajam	Differensial <i>Pressure Instrument</i> plugging rusak akibat jarang	Terdapat scale pada reaktor	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan <i>standar operasional</i>	Jika terjadi masalah Diffrensial <i>pressure</i> instrumen dapat diantisipasi dengan purge gas dan mengecek kondisi operasi <i>feed filter</i>

		dikalibrasi.		<i>procedure (SOP)</i>	
	<i>Excessive Pressure drop</i>	<i>Pressure drop</i> Filter meningkat	Umpan tangki mempunyai viskositas yang lebih tinggi	Memeriksa kualitas umpan	Mengurangi umpan dari tangki dan memaksimalkan <i>straight run feed</i>
	Kenaikan <i>Temperature</i> Reaktor	- Temperatur e outlet merupakan inlet temperature reaktor naik	Kenaikan temperatur pada reaktor dapat terjadi karena beberapa hal antara lain: - Perubahan hot <i>feed</i> - <i>Feed</i> mengandung banyak kotoran - Operasi <i>fired heater</i> yang tidak stabil	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Melakukan pencegahan seperti penggunaan: - Temperature sensor - Set alarm Ketika melebihi <i>set point</i> - Memastikan saluran udara berjalan baik sehingga tidak menimbulkan risiko
	Temperatur reaktor menurun	- Katalis di dalamnya menjadi <i>coke</i> - Komponen <i>feed</i> berkurang	Konversi tidak berjalan maksimal	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Segera melakukan tindakan analisa <i>bottom</i> tangki <i>feed</i> jika water content tinggi, <i>stop supply feed</i> dari tangki yang bermasalah. <i>Water carry over</i> dalam <i>feed</i> dapat menyebabkan katalis menjadi rusak

6.5 Unit Pemisahan

Tabel 6. 5 Analisa *Hazard and Operability* Pada Unit Pemisahan

Unit: Tahap Pemisahan					
Tujuan: Memisahkan campuran metanol dan acetol dari propilen glikol (produk utama)					
Komponen	Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Perlindungan	Rekomendasi
Distilasi	Laju alir tidak tercukupi akibat tersumbat	<ul style="list-style-type: none"> - Penyumbatan saluran - Peningkatan suhu distilasi - Terdapat korosi 	<ul style="list-style-type: none"> - Overheating pada tabung pemanas menyebabkan kebocoran tabung dan memicu ledakan - Korosi menyebabkan keretakan pada pipa 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Flow Control Safety Valve</i> - <i>Control Valve</i> - Temperatur Indikator 	<p>Mempertimbangkan pemasangan <i>flow meter</i> sebelum <i>valve</i></p> <p>Pemeriksaan jalur transfer secara teratur dan perawatan <i>maintenance</i> yang rutin</p> <p>Memasang <i>detector</i> gas untuk mengetahui kebocoran dan pemeriksaan secara berkala</p>
	<i>Foaming and Flooding</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Foaming</i> disebabkan oleh cairan yang terekspansi dikarenakan adanya laju alir yang tidak kontak fasa - <i>Flooding</i> 	Hasil distilasi tidak sesuai dengan harapan	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Flow Control Safety Valve</i> perlu dicek secara berkala - <i>Control valve</i> perlu dicek secara berkala 	<ul style="list-style-type: none"> - Mempertimbangkan pemasangan <i>flow meter</i> sebelum <i>valve</i> - Pemeriksaan jalur transfer secara teratur dan perawatan <i>maintenance</i> yang rutin

		disebabkan oleh laju alir berlebih sehingga kontak fasa tidak maksimal			
--	--	--	--	--	--

Rancangan *troubleshooting* pada lima unit proses dan unit pendukung bertujuan untuk mencegah serta mengantisipasi risiko kerugian dan kecelakaan kerja. Melalui rancangan ini, potensi masalah dapat diidentifikasi dan ditangani sejak dini sehingga risiko dapat diminimalkan. Selain itu, rancangan ini juga memberikan solusi atas permasalahan separasi sehingga operasi dapat berlangsung lebih produktif, efisien, dan aman.