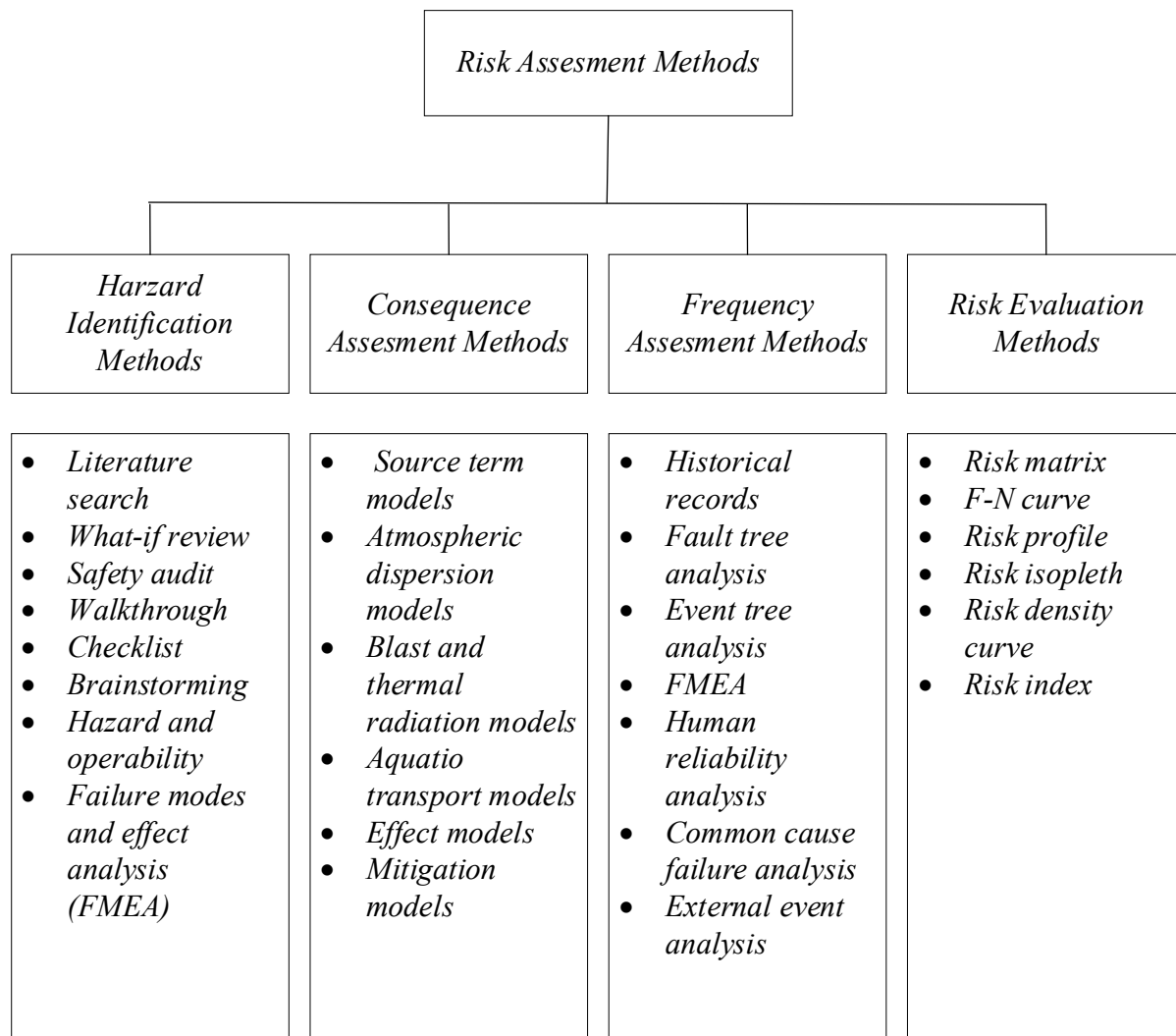


BAB VI

TROUBLESHOOTING

Industri kimia dikenal memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi, meliputi risiko kebakaran, ledakan, paparan gas beracun, hingga kombinasi dari berbagai bahaya tersebut yang dapat menyebabkan korban jiwa serta kerugian material yang besar. Selain itu, jarak yang berdekatan antara instalasi proses dan tangki penyimpanan dapat memicu terjadinya efek domino, yaitu suatu kejadian yang menimbulkan rangkaian kejadian berbahaya lainnya secara beruntun. Untuk meminimalkan dampak dari kondisi tersebut, dilakukan proses *troubleshooting*, yaitu upaya untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah sehingga risiko dan kerugian dapat ditekan semaksimal mungkin (Dewi and Nugroho W. P. 2019). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan analisis yang mampu membantu dalam menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan fatal di industri kimia (CCPS, 2000).

Troubleshooting merupakan bagian penting dalam perancangan pabrik karena digunakan untuk meninjau kemungkinan terjadinya penyimpangan operasi pada setiap unit proses. Melalui analisis ini, potensi masalah dapat diidentifikasi sejak tahap perancangan sehingga risiko operasional dapat diminimalkan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis keselamatan proses adalah Quantitative Risk Analysis atau QRA. QRA digunakan untuk mengidentifikasi skenario bahaya, memperkirakan frekuensi kejadian, menganalisis konsekuensi, serta mengevaluasi tingkat risiko terhadap manusia, lingkungan, maupun fasilitas proses. Secara umum, tahapan QRA terdiri atas hazard identification, consequence analysis, frequency analysis, dan risk evaluation (Arendt and Lorenzo 2000).



Gambar 6. 1 Overview Step Quantitative Risk Analysis Method (Arendt and Lorenzo 2000)

Metode yang banyak digunakan untuk menganalisis serta mengidentifikasi potensi bahaya pada suatu plant adalah *HAZOP (Hazard and Operability Analysis)*. *HAZOP* merupakan suatu pendekatan yang sistematis untuk mendeteksi kemungkinan bahaya (*hazard*) dan permasalahan operasional (*operability issues*) dalam proses industri, khususnya pada sektor kimia, minyak, gas, dan manufaktur. Tujuan utama penerapan metode ini adalah untuk mengevaluasi apakah penyimpangan yang terjadi dalam proses dapat memicu kejadian yang tidak diinginkan. Analisis bahaya dengan *HAZOP* dilakukan melalui pengkajian terhadap deviasi dari kondisi operasi normal. Selain berperan dalam mengidentifikasi dan mengendalikan potensi kecelakaan kerja yang berkaitan dengan sistem keselamatan pabrik, manajemen risiko juga diperlukan untuk meminimalkan dampak kerugian apabila bahaya yang diperkirakan benar-benar terjadi. Penerapan manajemen risiko memberikan berbagai manfaat, seperti menekan kerugian finansial, mencegah kegagalan proyek, meningkatkan efisiensi

operasional, memperbaiki citra perusahaan, serta memastikan kepatuhan terhadap hukum dan regulasi yang berlaku.

Dalam perancangan pabrik asam format, *troubleshooting* digunakan sebagai metode pemecahan masalah untuk mengidentifikasi berbagai gejala gangguan yang muncul pada peralatan maupun sistem proses. Tujuan dari kegiatan ini tidak hanya untuk mengatasi masalah yang terjadi, tetapi juga untuk memperpanjang umur peralatan, menekan biaya produksi, serta mengurangi potensi bahaya keselamatan selama proses berlangsung. Pemilihan metode HAZOP didasarkan pada karakteristiknya yang terstruktur dan sistematis, sehingga mampu menghasilkan analisis yang komprehensif. Tahapan umum dalam penyusunan HAZOP meliputi :

1. Mengumpulkan informasi proses secara menyeluruh dari plant
2. Membagi sistem menjadi beberapa subsistem yang lebih kecil tanpa aturan khusus
3. Menganalisis kemungkinan penyimpangan pada setiap subsistem menggunakan kata kunci (guide word) untuk memudahkan identifikasi.
4. Menentukan kemungkinan penyebab dari penyimpangan tersebut
5. Menilai dampak atau konsekuensi dari penyimpangan terhadap keselamatan dan efisiensi operasi normal
6. Menentukan tindakan proteksi yang tepat untuk menyimpang

6.1 Analisa HAZOP Pada Unit Penyimpanan

Bahan baku pembuatan asam formiat (HCOOH) dalam desain prarancangan pabrik ini adalah metil formiat ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$), Air (H_2O) dan Sulfolane ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2\text{S}$). Bahan baku metil formiat dan sulfolane disimpan dalam fase cair dalam tangki penyimpanan. Analisis HAZOP pada tahap unit penyimpanan bahan baku ditabulasikan dalam Tabel 6.1 berikut

Equipment/Unit: Tangki Penyimpanan/ Unit Penyimpanan Bahan Baku

Intention: Menyimpan Bahan Baku dalam Tangki Penyimpanan

Tabel 6. 1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemeriksaan	Perbaikan	
1	Kebocoran pada tangki penyimpanan.	Kualitas material tangki menurun, dikarenakan: treatment yang dilakukan pada	Melakukan pengecekan secara berkala	Melakukan uji material tangki dan maintenance	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
		tangki jarang dilakukan atau dilakukan namun tidak berkala sehingga dapat mejadikan tanki menjadi korosi serta kelelahan material dapat menyebabkan dinding tangki semakin menipis.	terhadap kondisi tangki	terhadap kerusakan.	
		Kebocoran pada sambungan pipa inlet dapat terjadi akibat perbedaan tekanan antara tangki dan aliran masuk, kesalahan pengaturan tekanan, atau kerusakan flow indikator.	Melakukan pengecekan terhadap pressure control indikator, level indicat or dan flow indicator.	Melakukan maintenance terhadap pressure control indikator, level indicator dan flow indicator.	Procedure Standard
		Over pressure tank, hal disebabkan oleh : pressure safety terhadap pressure safety valve tidak berfungsi dengan baik, tekanan melebihi desain telah dibuat, umur pemakaian, indikator tekanan tidak berfungsi yang dapat	Melakukan pengecekan terhadap pressure safety valve, pressure gate. Melakukan penilaian sisa umur tangki penyimpanan	Melakukan maintenance terhadap pressure safety valve, pressure indicator, pressure indicator dan pressure gate yang	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
		disebabkan oleh rusaknya pressure gate akibat jarangnya proses kalibrasi.		mengalami masalah	
		Low pressure pada tangki dapat terjadi akibat indikator tekanan tidak berfungsi, biasanya disebabkan oleh jarangnya kalibrasi pada pressure gauge.	Melakukan pengecekan terhadap pressure indicator	Melakukan maintenance terhadap pressure gauge yang mengalami masalah dan melakukan kalibrasi secara berkala	Procedure Standard

6.2. Analisa HAZOP Pada Unit Pemindahan

Bahan baku dari tangki penyimpanan dialirkan menuju unit proses menggunakan sistem pemindahan yang terdiri dari pompa, pipa, dan katup. Analisis HAZOP pada tahap unit pemindah ditabulasikan dalam Tabel 6.2 berikut

Tabel 6. 2 Analisa HAZOP pada Unit Pemindahan

Equipment/Unit: Pompa Transfer/Unit Pemindahan Bahan Baku

Intention: Memindahkan bahan baku dari tangki penyimpanan ke proses berikutnya

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
1	Bahan baku tidak dapat ditransfer	Pump fail to start (Pompa tidak mau menyala) hal ini dapat di sebabkan oleh: Motor rusak, pompa tidak bekerja dan impeller mengalami penyumbatan.	Melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi operasi dan pompa	Pump Fail to start dapat diantisipasi dengan cara: Pengecekan dan perbaikan motor pompa ; ➤ Memperbaiki pompa bila terjadi kerusakan ➤ Memastikan pasokan arus	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemeriksaan	Perbaikan	
				listrik yang mengalir menuju pompa ➤ Membersihkan bagian <i>impeller</i>	
		Motor mengalami beban berlebih sehingga aliran fluida tidak dapat berlangsung. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kerusakan shaft, casing terdistorsi, suplai arus listrik terlalu tinggi, serta nilai head yang rendah pada pompa.	Melakukan pengecekan dan perawatan terhadap motor pompa.	➤ Memperbaiki atau mengganti shaf dengan yang baru. ➤ Memeriksa kondisi pompa ➤ Mengurangi tekanan katup pompa	Procedur e Standard
		Kecepatan putaran pompa rendah hal ini dapat menyebabkan aliran fluida menjadi kecil dan tidak dapat dialirkan.	Melakukan pengecekan dan perawatan terhadap motor pompa	➤ Memastikan apakah motor pompa mengalami kerusakan atau tidak ➤ Memastikan kecukupan tegangan listrik pompa	Procedur e Standard
		➤ Kerusakan pada impeller pompa akibat overflow dan penyumbatan ➤ Kerusakan Impeller dapat terjadi karena beberapa faktor antara	Melakukan pengecekan terhadap impeller pompa dan kondisi operasi	➤ Melaksanakan tindakan perawatan pada pompa yang bermasalah/rusak. ➤ Mengganti impeller yang rusak dan membersihkan bagian yang tersumbat	Procedur e Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemeriksaan	Perbaikan	
		lain: kavitasi, erosi asam dan erosi bahan kimia			
2	Aliran fluida kecil	Aliran fluida kecil dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kebocoran pada sisi isap atau stuffing box. ➤ Kecepatan Putaran Pompa rendah ➤ Discharge head terlalu tinggi ➤ Saluran tersumbat atau katup tertutup ➤ Wear ring terluka 	Melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi operasi (Aliran feed) dan pompa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alirkan cairan bertekanan ke dalam pompa dan bagian isapnya. (Periksa gauge apakah tekanan turun ketika pasokan cairan dihentikan). ➤ Memastikan tegangan tercukupi serta mengevaluasi nilai head termasuk gesekan yang timbul. ➤ Mengecek strainer, katup, serta impeller. 	Procedures Standard

6.3 Analisa HAZOP Pada Unit Penukar Panas

Penukar panas difungsikan untuk memanaskan atau mendinginkan fluida yang dialiri oleh suatu media pemanas atau pendingin, pada pabrik asam format ini media yang digunakan untuk pemanas adalah steam sedangkan media pendingin yang digunakan adalah cooling water. Heater digunakan sebagai pemanas (E-112, E-122, E-132, E-222, dan E-232) dan cooler digunakan sebagai pendingin (E-212, E-416, dan E-616). Hasil analisa HAZOP pada unit penukar panas ditabulasikan pada Tabel. dibawah.

Equipment/Unit: Cooler (E-212) / Unit Penukar Panas

Intention: Mendinginkan asam format keluaran reaktor (R-210) dengan menggunakan cooling water sebelum masuk mixer

Tabel 6. 3 Analisa HAZOP pada Unit Penukar Panas

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemeriksaan	Perbaikan	
1	Terbentuknya kerak pada boiler	Pembentukan endapan kerak pada boiler dapat dipicu oleh air umpan yang tidak memenuhi standar. Jika kondisi ini terus dibiarkan, boiler dapat mengalami pengerosan bertahap.	Memeriksa kembali kualitas boiler feed water.	Melakukan perawatan internal maupun eksternal pada proses boiler water treatment	Procedur e Standard
2	Terjadinya korosi pada boiler	Pembentukan korosi pada boiler dapat disebabkan oleh adanya gas oksigen yang mudah larut dalam air. Kondisi tersebut apabila terus diabaikan dapat menyebabkan boiler mengalami korosi hingga akhirnya rapuh.	Memeriksa kembali kualitas boiler feed water	Terbentuknya kerak dalam boiler dapat disebabkan oleh kualitas air umpan yang tidak sesuai standar. Apabila keadaan tersebut dibiarkan berlanjut, boiler berpotensi mengalami kerusakan bertahap.	Procedur e Standard
3	Pembentukan deposit dan carry over pada boiler	Penggumpalan zat padat dalam air boiler, yang disebabkan oleh adanya zat padat tersuspensi. Selain itu	Memeriksa kembali kualitas boiler feed water dan boiler product.	➤ Meminimalisasi Masuknya mineral yang Dapat menyebabkan deposit, contohnya : oksida besi dan	Procedur e Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemertiksaan	Perbaikan	
		pembentukan deposit juga disebabkan dapat oleh kontaminasi uap produk hasil dari proses boiler. Jika deposit dibiarkan dapat menyebabkan carry over pada boiler.		oksida tembaga. ➤ Mencegah kontaminasi uap selanjutnya menggunakan bahan kimia untuk men dispersikan mineral-mineral penyebab deposit.	

6.4. Analisa HAZOP Pada Unit Reaksi

Unit reaksi pada pabrik asam format berupa continuous stirred tank reactor (CSTR) (R-210 dan R-230) yang difungsikan untuk mereaksikan air dan metil format. Hasil analisa HAZOP pada unit reaksi ditabulasikan pada Tabel. dibawah.

Equipment/Unit: Reaktor (R-210)/Unit Reaksi

Intention: Tempat untuk mereaksikan metil format dan air untuk mendapatkan konsentrasi rendah yang digunakan sebagai katalis untuk reaktor selanjutnya

Tabel 6. 4 Analisa HAZOP pada Unit Reaksi

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemertiksaan	Perbaikan	
1	Pressure Drop	Umpan tangki mempunyai viskositas yang lebih tinggi sehingga presure drop filter meningkat.	Memeriksa kualitas umpan	Mengurangi umpan dari tangki dan memaksimalkan straight run feed.	Procedure Standard
		Tangki umpan tidak di cleaning dengan benar sebelum digunakan sehingga scale dapat menyebabkan atau partikel didalam	Melakukan pengecekan pada tangki umpan feed	Menarik umpan dari tangki lain dan lakukan cleaning pada tangki lain dan lakukan pada tangki yang bermasalah.	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
		tangki terikut dengan umpan			
		Perubahan pressure drop yang cukup besar di sepanjang reaktor akan menyebabkan terbentuknya hotspot dimana terjadi perbedaan peningkatan suhu reaktor sehingga dapat memengaruhi kinerja reaktor	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Melakukan pengecekan feed stick properties	Procedure Standard
2	Kenaikan Temperatur Reaktor	Kenaikan temperature pada reaktor dapat terjadi karena beberapa hal antara lain : Perubahan Hot Feed, Feed mengandung banyak kotoran, Operasi heater yang tidak stabil menyebabkan temperatur keluarannya sebagai temperatur umpan masuk reaktor mengalami peningkatan.	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Melakukan tindakan pencegahan seperti penggunaan temperature sensor. alarm Set ketika melebihi point. Pemeriksaan sistem pengaturan dan parameter operasi serta pencocokan data antara ruang kontrol dengan keadaan operasional di lapangan.	Procedure Standard
3	Temperature Reaktor Menurun	Temperatur reaktor menurun mengakibatkan pembentukan coke menghambat dan berjalannya proses	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Segera melakukan tindakan analisa bottom tangki feed. Jika water content tinggi stop supplay feed dari tangki yang bermasalah.	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
		Penurunan Temperature pada reaktor dapat disebabkan karena komposisi feed berubah menjadi lebih berat atau komponen feed yang berkurang	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi	Pengecekan kondisi operasi upstream proses, melakukan pengecekan komposisi umpan dan jika temperatur reaktor tidak terkendali maka perlu dilakukan pengurangan feed.	Procedure Standard
4	Flowrate Berlebihan	Pengendali indikator laju alir tidak bekerja optimal sehingga mengakibatkan peningkatan debit aliran dan tekanan.	Melakukan pengecekan flow control	Melakukan pengecekan kondisi flow control pada unit proses sebelumnya	Procedure Standard

6.5. Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah

Pemurnian produk asam format setelah keluar dari reaktor (R-230) dilakukan dengan menggunakan kolom distilasi 1 (D-310), kolom distilasi 2 (D-410), kolom distilasi ekstraktif (D-510), kolom distilasi regenerasi (D-610). Hasil analisa HAZOP pada unit pemisah ditabulasikan pada Tabel. dibawah.

Equipment/Unit: Kolom Distilasi/ Unit Pemisah

Intention: Memisahkan campuran metil format, air, asam format, dan metanol

Tabel 6. 5 Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemetiksaan	Perbaikan	
1	Terjadinya foaming, entrainment, weeping maupun flooding	Foaming adalah pengembangan cairan akibat kontak dengan uap. Entrainment terjadi saat cairan terbawa ke tray atas karena laju uap tinggi,	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisa masalah yang ada pada kolom destilasi dan menganalisa penyebab dari masalah 	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan penambahan zat antifoaming. Melakukan maintenance pada 	Procedure Standard

No	Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Tindakan		Rujukan
			Pemeriksaan	Perbaikan	
		sedangkan weeping/dumping disebabkan laju uap terlalu rendah. Flooding terjadi ketika aliran uap berlebihan menghambat aliran cairan dan memenuhi kolom.	yang ada pada kolom destilasi. <ul style="list-style-type: none"> Melakukan pemeriksaan terhadap tray yang mungkin mengalami sumbatan. 	kolom destilasi	

Melalui rancangan troubleshooting pada kelima unit proses, risiko kerugian serta kecelakaan kerja diharapkan dapat ditekan berdasarkan solusi yang telah dirancang untuk setiap gangguan yang muncul. Apabila risiko kerugian dan kecelakaan kerja berhasil diminimalkan, lingkungan kerja akan menjadi semakin aman dan produktif sehingga mampu meningkatkan antusiasme serta semangat kerja seluruh elemen pabrik.