

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Industri kimia memiliki potensi risiko bahaya (hazard) yang cukup serius, mulai dari kebakaran, paparan gas beracun, hingga kombinasi ledakan dan kebakaran yang berpotensi menimbulkan korban jiwa. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan fatal dan kerugian besar, perlu dilakukannya troubleshooting dan mencari solusi yang tepat. Dengan mengidentifikasi akar masalahnya, kita dapat meminimalkan risiko hingga kerugian yang ditimbulkan.

Troubleshooting merupakan prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengenali, memahami akar penyebab, dan memperbaiki isu atau malfungsi yang muncul pada suatu sistem, perangkat atau proses. Proses ini melibatkan langkah-langkah yang terstruktur untuk menemukan akar penyebab masalah dan kemudian menerapkan solusi yang tepat.

Studi Hazard and Operability (HAZOP) merupakan salah satu metode analisis risiko yang populer di industri kimia. HAZOP digunakan sebagai upaya preventif untuk memastikan keamanan dalam industri kimia. Metode ini memungkinkan kita untuk memprediksi dan mencegah kecelakaan dengan cara menganalisis dan mengevaluasi setiap aspek desain proses produksi dan mengidentifikasi potensi bahaya sebelum terjadi (Sabrina, 2019). Metode ini dipilih karena sifatnya yang terstruktur, identifikasi akar masalah secara sistematis dan menyeluruh, serta menghasilkan solusi yang komprehensif. Berikut adalah langkah-langkah penyusunan troubleshooting:

- a. Pengumpulan fakta
- b. Memahami fungsi sistem dan komponen yang dipengaruhi oleh system
- c. Mendefinisikan kondisi tidak normal
- d. Mendaftar kemungkinan penyebab
- e. Mengeliminasi penyebab
- f. Menentukan akar penyebab
- g. Mengembangkan rencana tindakan

6.1 Tangki Penyimpanan

Tabel 6.1 Analisa HAZOP Tangki Penyimpanan

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Tangki Penyimpanan Produk	Berfungsi untuk menyimpan produk asam akrilat pada suhu 50°C. dan tekanan 1 atm	No flow	Malfunctioned, serta pipa yang tersumbat karena adanya endapan	Tidak ada produk yang mengalir kedalam tangki	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Pemeriksaan dan pemeliharaan secara berkala pada valve dan pipa
			High flow	Malfunctioned	Efisiensi rendah	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Pemeriksaan dan pemeliharaan secara berkala pada valve
			High Flow	Malfunctioned, umpan dalam inlet terlalu banyak	Ketidaksesuaian dengan spesifikasi produk yang ditentukan pabrik	Level Control (LC) dan Flow Control (FC)	Pemasangan Flow Alarm dan monitor umpan dalam inlet

			<i>Low Pressure</i>	<i>Malfunctioned</i> dan tekanan umpan menurun	Efisiensi Rendah	<i>Pressure Control (PC)</i>	Pemasangan <i>pressure</i> alarm, dan <i>maintenance pressure control</i> secara berkala
			<i>High Pressure</i>	<i>Malfunctioned</i> dan tekanan umpan meningkat	Dapat menimbulkan kerusakan pada Tangki	<i>Pressure Control (PC)</i>	Pemasangan <i>pressure</i> alarm, dan <i>maintenance pressure control</i> secara berkala
			<i>Low Temperature</i>	<i>Malfunctioned</i> dan suhu umpan menurun	Efisiensi Rendah	<i>Temperature Control</i>	Pemasangan <i>temperature</i> alarm, dan <i>maintenance temperature control</i> secara berkala
			<i>High Temperature</i>	<i>Malfunctioned</i> dan suhu umpan menurun	Efisiensi Rendah	<i>Temperature Control</i>	Pemasangan <i>temperature</i> alarm, dan <i>maintenance temperature control</i> secara berkala

6.2 Unit Transportasi

Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Pompa Senrifugal dengan kapasitas aliran 315.324 gal/min ($\approx$ 1.193 m ³ /jam)	Untuk mengalirkan fluida dengan rentan suhu 10°C – 40°C	<i>No Flow</i>	- Kerusakan pada motor atau pompa, tidak ada arus listrik, <i>impeller</i> tersumbat - Terjadi penumpukkan padatan yang terbawa pada fluida di dinding pompa dan pipa pengalir bahan baku	- Pompa tidak bisa menyala dan bekerja sesuai fungsi - Proses pemindahan fluida terhambat	<i>Control Flow (FC)</i>	- Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa - Melakukan perbaikan pada motor dan pompa, pemeriksaan aliran listrik secara berkala, pembersihan <i>impeller</i>

							- Dilakukannya pembersihan pada pompa secara berkala
			<i>Low Flow</i>	- Kegagalan parsial pada pompa - <i>Shaft</i> bengkok - <i>bearing</i> rusak - Adanya sumbatan pada impeller	Minimnya fluida yang teralirkan ke proses selanjutnya	<i>Flow Control</i> (FC)	- Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa - Melakukan pergantian pada <i>shaft</i>, memperkuat pipa, pergantian <i>roller bearing</i> dan <i>underwater bearing</i>.

			<i>High Pressure</i>	- Tekanan <i>head</i> terlalu tinggi, terjadi penyumbatan pada pipa pengisapan dan saringan	- Tidak ada fluida pada <i>head</i> - Terjadi kavitasi	- <i>Flow Control</i> (FC) - <i>Pressure Control</i> (PC)	- Periksa pemasangan pipa pada jalur akhir, lakukan pembersihan pada pipa - Lakukan pembersihan impeller. - Dilakukannya <i>maintenance</i> untuk mengeluarkan gelembung udara pada pompa
			<i>High Temperature</i>	- Perlakuan bahan dengan suhu tinggi	- Terjadinya kavitasi	- <i>Flow Control</i> (FC)	- Dilakukannya <i>maintenance</i> untuk mengeluarkan

						- <i>Temperature Control</i> (TC)	gelembung udara pada pompa serta adanya - Penggantian pompa jika sudah tidak bisa digunakan kembali
--	--	--	--	--	--	---	--

6.3 Unit Reaktor

Tabel 6.3 Analisa HAZOP Reaktor

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Reaktor	Untuk mereaksikan bahan baku dengan suhu 322,42°C dan tekanan 1,76 atm	<i>No Flow</i>	– Penyumbatan pada pipa – <i>Control</i> valve untuk membuka, kegagalan dari <i>controller</i>; kegagalan pada pompa	– Tidak ada feed yang masuk ke reaktor – Tidak terjadi reaksi pada reaktor	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC)	Melakukan maintenance dan pemeliharaan untuk <i>Flow Control (FC)</i> pada reaktor. Peamasangan alarm High <i>Flow Control</i> Pemeriksaan <i>emergency shutdown system</i>

			<i>Low Flow</i>	- Penyumbatan parsial pada pipa <i>Control</i> valve untuk membuka, - Kegagalan dari <i>controller</i>, kegagalan pada pompa	- Jumlah aliran flow bahan yang tersuplai ke reaktor sedikit - <i>Incomplete reaction</i>	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC), <i>Pressure Control</i> (PC)	Pasang <i>low level alarm</i> pada reaktor untuk memperingatkan operator.
			<i>High Flow</i>	- <i>Control</i> valve untuk membuka, kegagalan dari <i>controller</i>, - Kegagalan pada pompa	- <i>Excess feed</i> aliran yang tersuplai ke reaktor	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC), <i>Pressure Control</i>	Pemasangan <i>back up pump</i> , pemasangan <i>pressure indicator</i> di Reaktor

				- Tekanan pada R-01 terlalu tinggi	- <i>Incomplete reaction</i> - <i>Ratio</i> antar bahan tidak sesuai - <i>Flooding</i> di Reaktor - Kemungkinan terjadi <i>back flow</i>		
			Aliran berbalik	Kegagalan pada Temperature control di Reaktor	Reaksi yang terjadi tidak sempurna	<i>Temperature Control (TC)</i>	Pemasangan <i>High Temperature Alarm</i>

			<i>High Temperature</i>	Suhu output dari <i>Heater</i> lebih besar dari desain	Temperature pada Reaktor terlalu tinggi dan kemungkinan terjadinya ledakan	<i>Temperature Control (TC)</i> dan <i>Flow Control (FC)</i>	Pasang pengontrol pada instrument penting
			<i>Low Temperature</i>	Kerusakan pada <i>Heater</i>	Suhu terlalu rendah menyebabkan efisiensi reaksi berkurang	<i>Temperature Control (TC)</i>	Periksa <i>emergency shutdown system</i>

6.4 Unit Pemisah

Tabel 6.4 Analisa HAZOP pada Kolom Destilasi

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Kolom Distilasi (D-01)	Berfungsi untuk memisahkan sisa reaktan dan produk berdasarkan perbedaan titik didih. T puncak kolom : 63,5°C Tekanan : 0,230 atm T dasar kolom 176,46°C	No Flow	– Kegagalan pompa – Control valve gagal untuk merespon	Tidak ada <i>feed</i> yang masuk ke D-01	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa yang bertugas mengalirkan <i>feed</i> ke D-01
			High Flow	– Overflow di aliran yang dilalui feed masuk menuju ke D-01 – Kegagalan pompa	– Terjadinya <i>flooding</i> – Pressure di D-01 menurun – Kerusakan pada alat	Flow Control (FC), Level Control (LC), Pressure Control (PC)	– Pasang alarm untuk suhu dan tekanan tidak sesuai design
			Low Flow	Kegagalan parsial pada pompa	– Feed ke kolom tidak sesuai design – Meningkatkan tekanan	Flow Control (FC), Level Control (LC), Pressure Control (PC)	– Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa yang bertugas

		Tekanan ; 0,395 atm			– Produk tidak sesuai dengan spesifikasi		mengalirkan feed ke D-01 – Pasang alarm system untuk monitoring leve
			<i>High Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Proses pemisahan berlangsung tidak optimal – Dapat menyebabkan kerusakan alat – Produk tidak sesuai dengan spesifikasi	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring <i>temperature</i>
			<i>Low Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses pemisahan berlangsung tidak optimal, sehingga	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>

					berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk		
			<i>High Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Terjadinya perubahan komposisi yang tidak sesuai dengan spesifikasi – Dapat menyebabkan kerusakan alat	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>
			<i>Low Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Terjadinya perubahan komposisi yang tidak sesuai dengan spesifikasi	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>

6.5 Unit Kompresor

Tabel 6.5 Analisa HAZOP pada Kompresor

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Kompresor (C-01)	C-01 berfungsi untuk menaikkan tekanan udara sebelum menuju furnace. Laju alir : 18760,57 lb/jam	<i>Low Flow</i>	Penyumbatan dalam kompresor	Ketersediaan fluida untuk proses terhambat sehingga proses terlanjutnya terhambat	<i>Flow control (FC)</i>	Membersihkan kompresor dan control secara berkala
			<i>High Flow</i>	Kinerja <i>impeller</i> berlebihan	Kompresor cepat rusak dan menambah pengeluaran pabrik		
			<i>Low Pressure</i>	Rusaknya seal pelindung disekeliling <i>impeller</i> sehingga gas dapat lewat ke bagian belakang <i>impeller</i>	Tidak dicapainya spesifikasi tekanan bahan baku yang menyebabkan	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan pergantian seal <i>impeller</i> untuk jangka waktu tertentu

					kualitas udara turun		
			<i>High Pressure</i>	Tersumbatnya valve keluaran kompresor	Dapat menyebabkan kerusakan alat		Membersihkan saluran dan valve keluaran kompresor

6.6 Unit Penukar Panas

Tabel 6.6 Analisa HAZOP pada Heat Exchanger

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1.	Heat exchanger	Memanaskan fluida sebelum masuk ke dalam reaktor. Aliran shell side; In : 325,67°C Out : 280°C Aliran tube side; In : 40°C Out : 70,6 °C	No flow dan Low Flow	Penyumbatan pada seluruh pipa	Operation fail	Flow control (FC)	Pemasangan Control Alarm dan Maintenance pada HE
			Low temperature	Debit pendingin terlalu besar	Kerusakan pada pipa	Flow control (FC) dan Temperature Control (TC)	Melakukan pemeriksaan pada peralatan secara berkala
			Fouling	Adanya pembentukan endapan yang tidak diinginkan pada permukaan HE yang menghambat perpindahan kalor dan meningkatkan hambatan terhadap aliran fluida	Dapat mempengaruhi keseluruhan proses operasional system, dan menurunkan efisiensi pada alat	Antifouling	Pembersihan secara berkala

			<i>Pressure drop</i>	Jarak antar <i>baffle</i> yang terlalu dekat	Aliran menjadi lambat sehingga perlu tenaga pompa yang besar	<i>Pressure Control (PC)</i>	Mengurangi jumlah <i>passes</i> , memperbesar ukuran pipa, dan memperpendek panjang pipa, serta <i>maintenance</i>
--	--	--	----------------------	--	--	------------------------------	--

6.7 Unit Furnance

Tabel 6.7 Analisa HAZOP pada Furnace

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1.	Furnace (F-01)	F-01 berfungsi untuk menaikkan suhu <i>feed</i> dengan kondisi operasi 330°C	<i>Low Temperature</i>	Kerusakan pada alat pembakaran	Reaktor bekerja lebih keras dan reaksi tidak terjadi secara sempurna	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada burner dan pengecekan bahan bakar

6.8 Unit Absorber

Tabel 6.8 Analisa HAZOP pada *Absorber*

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1.	Absorber (AB-01)	AB-01 berfungsi untuk menyerap asam akrilat dengan solvent. Kondisi operasi ; T : 30 K P : 1,1 atm	<i>Low Flow Liquid</i>	– Pompa tidak berfungsi dengan optimal – Terdapat penyumbat pada pipa	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Flow Control</i> (FC)	Melakukan maintenance secara berkala pada pompa dan control valve
			<i>Low Flow Gas</i>	Terjadi penyumbatan pada pipa	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Melakukan maintenance secara berkala pada pipa dan control valve
			<i>High Flow Gas</i>	Control yang tidak berfungsi secara optimal	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Maintenance pada control valve secara berkala
			<i>High Flow Liquid</i>	Control yang tidak berfungsi secara optimal	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Maintenance pada control valve secara berkala

			<i>High Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Proses pemisahan berlangsung tidak sempurna – Dapat menyebabkan kerusakan alat	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring <i>temperature</i>
			<i>Low Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses pemisahan berlangsung tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring <i>temperature</i>
			<i>High Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Proses penyerapan berlangsung tidak optimal	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>

					– Dapat menyebabkan kerusakan alat		
			<i>Low Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses penyerapan berlangsung tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk	<i>Pressure Control</i> (PC)	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>