

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. Troubleshooting pada Unit Penyimpanan

Troubleshooting pada unit penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Troubleshooting Unit Penyimpanan

No	Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Tangki Benzyl Chloride	Kebocoran	Korosi akibat sifat korosif <i>benzyl chloride</i> terhadap baja karbon	Tumpahan bahan kimia berbahaya, risiko paparan operator, potensi pencemaran tanah/air	Material tahan korosi, detektor kebocoran	Gunakan stainless steel/lining khusus, inspeksi NDT berkala
2	Tangki Benzyl Chloride	Overpressure	Gas HCl hasil dekomposisi terakumulasi karena <i>vent</i> tersumbat	Tekanan berlebih mengakibatkan rupture tank, ledakan	<i>Relief valve, vent ke scrubber</i>	Inspeksi <i>venting & relief system</i> rutin
3	Tangki Air	Kontaminasi	Air tercemar mikroorganisme, Kondensasi air akibat ventilasi terbuka	mempengaruhi reaksi hidrolisis menurunkan kemurnian <i>benzyl alcohol</i>	Filter udara, tutup kedap	Nitrogen blanketing, sanitasi berkala
4	Tangki Produk	Fluktuasi level	Sensor level gagal membaca	Tangki overfill tumpahan, atau <i>underfill supply</i>	Redundant level transmitter	Kalibrasi sensor level

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
5	Tangki Produk	Kontaminasi silang	<i>Line transfer</i> tidak dipisahkan	ke filling terganggu Produk tercampur dengan bahan lain gagal memenuhi standar pelanggan	Label pipeline, SOP transfer	Pemasangan <i>double block & bleed</i>

6.2.Troubleshooting pada Unit Pemindahan

Troubleshooting pada unit pemindahan dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6. 2 *Troubleshooting* Unit Pemindahan

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
1	Pompa <i>feed benzyl chloride</i>	<i>No-flow</i>	Kavitasi akibat NPSH rendah	Reaktor tidak mendapat <i>feed</i> proses berhenti, tidak ada produksi.	<i>Flow alarm, low-pressure trip</i>	Pasang booster pump, cek suction line
2	Pompa air	<i>Low discharge pressure</i>	<i>Impeller</i> aus karena abrasi	Debit air turun rasio mol hidrolisis salah, menurunkan <i>yield benzyl alcohol</i>	<i>Pressure gauge</i>	Inspeksi <i>impeller</i> , spare <i>impeller</i>
3	Pompa produk	<i>High vibration</i>	<i>Misalignment</i> poros pompa	Bearing rusak, pompa cepat jebol downtime produksi	<i>Vibration sensor</i>	<i>Laser alignment, preventive maintenance</i>
4	Pompa <i>feed</i>	<i>Seal leak</i>	<i>Mechanical seal</i> aus akibat HCl korosif	Kebocoran paparan operator, potensi korosi peralatan	<i>Double mechanical seal, leak detector</i>	<i>Replacement seal</i> terjadwal

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
5	Pompa <i>cooling water</i>	<i>Overheating</i>	Pendingin pelumas gagal	Pompa trip <i>suplay cooling water</i> berhenti <i>overheating heat exchanger</i>	<i>Temp sensor</i>	Cek sistem <i>cooling</i> pompa, <i>spare pump</i>

6.3 Troubleshooting Heat Exchanger / Cooling / Reboiler

Troubleshooting pada *Heat Exchanger / Cooling / Reboiler* dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Troubleshooting *Heat Exchanger / Cooling / Reboiler*

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
1	Heat Exchanger	<i>Low heat transfer</i>	<i>Fouling</i> di tube	Suhu proses tidak tercapai, konversi turun	<i>Temp indicator</i>	CIP, <i>chemical cleaning</i>
2	Heat Exchanger	<i>Tube leak</i>	Korosi karena HCl	Kontaminasi silang <i>benzyl alcohol & cooling water</i>	<i>Leak detector</i>	Gunakan SS-316, inspeksi NDT
3	Condenser	<i>Inefficient cooling</i>	<i>Cooling water flow</i> rendah	Uap tidak terkondensasi tekanan kolom naik	<i>Cooling flow control</i>	Tambah pompa cadangan
4	Reboiler	<i>Low duty</i>	<i>Steam supply drop</i>	Tidak terbentuk uap distilasi gagal	<i>Pressure alarm</i>	Tambah kapasitas boiler

6.4 Troubleshooting Reaktor

Troubleshooting Reaktor dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6. 4 *Troubleshooting* Reaktor

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
1	Reaktor	<i>Low temperature</i>	Steam jacket gagal suplai panas	Reaksi hidrolisis lambat konversi turun <90%	<i>Temp control, alarm low-temp</i>	Perbaiki supply steam, spare heater
2	Reaktor	<i>High temperature</i>	Cooling water terhenti akibat pompa gagal	Reaksi eksoterm runaway degradasi produk, risiko kebakaran	Alarm high-temp, ESD	Trip feed, aktifkan emergency quench
3	Reaktor	<i>Overpressure</i>	Gas HCl menumpuk akibat vent tersumbat	Tekanan > desain dinding reaktor rupture	Relief valve ke absorber	Inspeksi venting system
4	Reaktor	<i>Poor mixing</i>	Agitator motor rusak	Reaksi tidak homogen selectivity rendah, impurity tinggi	RPM indicator, alarm agitator	Spare motor agitator
5	Reaktor	Rasio mol tidak sesuai	Flow meter air error, dosing berlebih	Produk out of spec tidak diterima konsumen	Flow control loop	Kalibrasi flowmeter reguler

6.5 *Troubleshooting* Menara Distilasi

Troubleshooting pada menara distilasi dapat dilihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6. 5 *Troubleshooting* Menara Distilasi

<i>No</i>	<i>Component</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
1	Distilasi	Flooding	Beban cair berlebih, <i>reflux</i> terlalu tinggi	Produk <i>benzyl alcohol</i> turun kemurniannya	<i>Level alarm</i>	Kurangi <i>reflux</i> , atur <i>feed</i>
2	Distilasi	Weeping	Uap terlalu rendah karena reboiler gagal	<i>Tray</i> tidak bekerja efektif separasi buruk	<i>Flow alarm</i>	Perbaiki reboiler
3	Distilasi	Entrainment	Kecepatan uap terlalu tinggi	<i>Droplet</i> terbawa ke <i>overhead impurity</i>	Demister	Tambah demister
4	Distilasi	Low purity	<i>Tray</i> rusak, suhu tidak stabil	Produk tidak memenuhi spesifikasi pelanggan	<i>Analyzer online</i>	Ganti <i>tray</i> rusak, stabilkan operasi
5	Distilasi	High ΔP	<i>Fouling tray/packing</i>	Energi reboiler boros, <i>throughput</i> turun	ΔP monitor	<i>Cleaning</i> rutin