

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Analisis Troubleshooting pada tahap pra-rancangan pabrik etilen oksida dilakukan dengan cara mengevaluasi risiko umum di setiap bagian unit. Proses ini penting untuk mengantisipasi atau meminimalkan potensi gangguan, sehingga penyebab masalah dapat ditemukan dan solusi yang sesuai dapat diterapkan.

6.1. Troubleshooting Pada Unit Penyimpanan

Tabel 6. 1 Troubleshooting Unit Penyimpanan

Unit Penyimpanan	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Analisis Resiko Akibat Resiko	Troubleshooting
Tangki Penyimpanan	Tidak akuratnya pembacaan level	Level indicator control tidak berfungsi baik	Pengisian berlebih (<i>overfilling</i>) yang dapat menyebabkan tumpahan atau kebocoran dan Pengosongan berlebih (<i>underfilling</i>) yang dapat menyebabkan gangguan proses produksi.	Verifikasi dan kalibrasi ulang parameter pengukuran, Inspeksi fisik dan perawatan sensor, dan Penggunaan sensor cadangan atau sistem pengganti sementara
	Korosi pada dinding tangki	Material tidak tahan terhadap bahan kimia, kelembaban tinggi, kurangnya protective coating	Terjadinya kebocoran, pencemaran lingkungan, kehilangan bahan baku	Melakukan inspeksi rutin dan penggantian bagian yang terkorosi serta pelapisan ulang (<i>coating</i>)

6.2.Troubleshooting Pada Unit Penukar Panas

Tabel 6. 2 Troubleshooting Unit Penukar Panas

Unit Penukar Panas	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Analisis Resiko Akibat Resiko	Troubleshooting
Vaporizer	Fouling pada sisi fluida panas/dingin	Endapan bahan kimia atau biofouling	Penurunan efisiensi perpindahan panas	Melakukan pembersihan kimia (chemical cleaning) secara berkala
	Kebocoran antar fluida	Retak pada pipa dalam atau sambungan	Kontaminasi produk, potensi bahaya jika fluida berbahaya	Pemeriksaan NDT, pengelasan ulang atau penggantian pipa

6.3.Troubleshooting Pada Unit Pemindahan

Tabel 6. 3 Troubleshooting Unit Pemindahan

Unit Pemindahan	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Analisis Resiko Akibat Resiko	Troubleshooting
Kompresor	Penurunan tekanan output	Seal aus, valve bocor, adanya kebocoran di sistem pipa	Gangguan suplai tekanan untuk unit reaktor	Penggantian seal, pengecekan kebocoran pipa, dan perawatan valve
	Suhu kompresor terlalu tinggi	Pendinginan tidak efektif, pelumasan kurang, atau beban berlebih	Kerusakan unit kompresor, shutdown darurat	Pemeriksaan sistem pendingin, penggantian oli pelumas, dan pengaturan ulang beban operasi

6.4.Troubleshooting Pada Unit Reaktor

Tabel 6. 4 Troubleshooting Unit Reaktor

Unit Reaktor	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Analisis Resiko Akibat Resiko	Troubleshooting
Reaktor Fixed Bed Multitube	Hot spot pada katalis	Distribusi aliran tidak merata, katalis mulai deaktif	Penurunan selektivitas dan yield produk	Pemeriksaan distribusi aliran, regenerasi atau penggantian katalis
	Tekanan reaktor menurun drastis	Kebocoran internal, katalis tertumpuk tidak merata	Gangguan pada efisiensi reaksi dan operasi downstream	Shutdown unit, pengecekan kebocoran, penataan ulang katalis

6.5.Troubleshooting Pada Unit Pemisah

Tabel 6. 5 Troubleshooting Unit Pemisah

Unit Reaktor	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Analisis Resiko Akibat Resiko	Troubleshooting
Flash Drum	Cairan tidak terpisah sempurna	Temperatur dan tekanan tidak sesuai desain	Fasa gas mengandung cairan, menurunkan efisiensi proses lanjutan	Penyesuaian tekanan dan suhu operasi, inspeksi nozzle inlet
	Terjadi foaming	Komposisi cairan tidak sesuai	Carry over ke fasa gas, pencemaran produk	Dosing antifoam agent, evaluasi bahan baku masuk
Menara Destilasi	Tray flooding	Laju alir naik terlalu tinggi, penumpukan cairan	Efisiensi pemisahan menurun, tekanan naik	Penyesuaian laju alir, pemantauan distribusi cairan di tray

Bottom product overheat	Steam terlalu tinggi, kontrol suhu tidak stabil	Degradasi produk, fouling pada reboiler	Kalibrasi kontrol suhu, pemeriksaan steam trap dan reboiler
-------------------------------	--	--	--

6.6.Troubleshooting Emergency Shutdown (EDS)

Dalam perancangan pabrik Isopropanol dari proses hidrogenasi aseton, penerapan sistem keselamatan yang efektif sangat penting untuk mencegah kecelakaan besar, menjaga integritas peralatan, dan melindungi tenaga kerja serta lingkungan. Salah satu sistem keselamatan yang esensial adalah Emergency Shutdown System (ESD), yaitu sistem otomatis yang dirancang untuk menghentikan operasi proses secara cepat dan terkontrol saat terjadi kondisi berbahaya atau abnormal yang telah ditentukan.

ESD bertujuan untuk mengisolasi bagian proses yang mengalami gangguan, menghentikan aliran bahan berbahaya, mengaktifkan sistem pengaman (seperti pressure relief, pendingin darurat, atau pemadam api), dan menjaga kestabilan operasi sistem kontrol dan mencegah kerusakan lanjutan.

Beberapa kondisi yang dirancang untuk memicu sistem ESD secara otomatis pada pabrik ini meliputi:

- Kebocoran gas hidrogen pada reaktor
- Overpressure pada reaktor multitube
- Kebakaran di area kompresor atau tangki
- Kegagalan sistem pendingin reaktor
- Kebocoran besar pada tangki penyimpanan isopropanol
- Pemadaman listrik total (total blackout)
- Kerusakan pada sistem kontrol utama (DCS/PLC)

Setiap skenario tersebut dapat mendatangkan konsekuensi serius seperti kebakaran, ledakan, degradasi produk, pencemaran lingkungan, dan kerugian ekonomi. Oleh karena itu, pabrik ini dilengkapi dengan sensor tekanan, suhu, detektor kebocoran gas, dan pengendali interlock digital yang terkoneksi dengan sistem ESD.

Sistem kontrol otomatis untuk ESD menggunakan programmable logic controller (PLC) yang terhubung dengan instrumen sensor kritis di seluruh unit proses. Ketika sensor mendeteksi deviasi parameter (seperti tekanan yang melebihi ambang batas atau adanya

deteksi gas beracun), sistem akan secara otomatis mengaktifkan ESD dan menjalankan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pemutusan Umpan Bahan Baku

Katup otomatis menutup aliran aseton dan hidrogen menuju reaktor untuk mencegah reaksi berlanjut tanpa kendali.

2. Penghentian Kompresor dan Pompa

Motor listrik pada kompresor hidrogen, pompa transfer, dan pompa pendingin dimatikan untuk mencegah kerusakan atau sumber api.

3. Pelepasan Tekanan Berlebih

Jika overpressure terdeteksi, katup pelepas tekanan (*Pressure Relief Valve*) akan terbuka otomatis untuk menjaga integritas sistem.

4. Inertisasi Sistem

Untuk mencegah eksplosi akibat uap isopropanol atau gas hidrogen, nitrogen akan secara otomatis diinjeksi ke dalam reaktor dan pipa reaksi sebagai gas inert.

5. Aktivasi Sistem Pemadam Api

Jika terdeteksi adanya api di area kompresor atau tangki, sistem pemadam otomatis seperti CO₂ atau FM200 akan bekerja.

6. Alarm dan Evakuasi Otomatis

Seluruh personel akan menerima peringatan melalui alarm suara dan visual untuk segera melakukan evakuasi sesuai jalur darurat.

7. Pengalihan ke Genset Darurat

Jika listrik padam, kontrol otomatis akan mengalihkan daya ke generator cadangan untuk menjaga fungsi sistem pengaman tetap berjalan.

Setelah sistem ESD aktif, tim keselamatan pabrik akan melakukan investigasi terhadap penyebab aktivasi ESD. *Prosedur root cause analysis* dilakukan untuk mengetahui kegagalan teknis atau operasional yang terjadi. Sistem tidak akan diaktifkan kembali hingga seluruh komponen dinyatakan aman dan telah melalui tahapan uji coba (re-commissioning) sesuai dengan standar prosedur operasional (SOP).