

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Troubleshooting adalah suatu proses mengidentifikasi, merencanakan dan menyelesaikan masalah, kesalahan atau resiko bahaya kerusakan pada suatu sistem. Tujuan dari troubleshooting ini adalah untuk menjaga sistem dalam kondisi yang diinginkan, khususnya ketika menemui atau menunjukkan masalah, biasanya langkah awal yaitu melibatkan pengidentifikasian masalah yang diikuti dengan mencari solusi untuk mengatasi masalah dan kemudian mengimplementasikan solusi itu. Dan ada beberapa langkah dalam menyelesaikan *troubleshooting* ini sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan informasi tentang masalah yang ada dan kemungkinan masalah
- b. Mengeliminasi atau menghilangkan komponen yang tidak perlu pada sistem dan memverifikasi bahwa masalah dapat berlanjut atau tidak, untuk mengesampingkan ketidakcocokan dan penyebab lain yang dapat muncul
- c. Memeriksa penyebab umumnya
- d. Setelah menemukan penyebab masalah selanjutnya mencari solusi atau metode untuk mengatasi atau berjaga-jaga jika suatu masalah terjadi.

Didalam pabrik styrene monomer ini terdapat beberapa alat yang digunakan untuk produksi dan dimana terdapat beberapa kemungkinan bahaya atau troubleshooting yang akan terjadi sebagai berikut:

1. Tangki Penyimpanan *Ethylbenzene*

Tangki penyimpanan *ethylbenzene* merupakan salah satu unit kritis dalam pabrik *styrene monomer* karena *ethylbenzene* merupakan bahan baku utama yang mudah terbakar (*flammable*) dan mudah menguap. *Ethylbenzene* memiliki titik nyala (*flash point*) sekitar 15°C dengan batas mudah terbakar (LEL-UEL) di kisaran 0,8–6,7% di udara, sehingga uap EB yang terakumulasi di sekitar tangki berpotensi membentuk campuran mudah terbakar dan meledak. Identifikasi bahaya pada tangki perlu dilakukan secara menyeluruh untuk mencegah kerugian material dan menjaga keselamatan pekerja. Peralatan instrumentasi keselamatan yang wajib terpasang pada tangki penyimpanan *ethylbenzene* meliputi *Level Indicator* (LI), *Level Transmitter* (LT), *Pressure Indicator* (PI), serta sistem *grounding* dan *bonding* untuk mencegah akumulasi muatan statis. Tabel 6.1 menyajikan analisis *troubleshooting* pada tangki penyimpanan *ethylbenzene*.

Tabel 6. 1 *Troubleshooting* Tangki Penyimpanan *Ethylbenzene*

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
1	Kebocoran tangki	- Korosi pada dinding tangki akibat kontak dengan <i>ethylbenzene</i> yang bersifat mudah menguap (volatil) dan sedikit korosif pada logam dalam jangka panjang - Pengelasan buruk - Retak akibat <i>fatigue material</i>	- Tumpahan EB ke lingkungan sekitar tangki - Risiko kebakaran dan paparan uap beracun bagi pekerja - Kerugian material	- Inspeksi rutin menggunakan <i>ultrasonic thickness gauge</i> - Menambal atau mengelas ulang bagian yang bocor - Aplikasi <i>coating</i> anti korosi pada dinding dalam tangki - Pasang <i>secondary containment (dike)</i> sebagai pengaman
2	<i>Overfilling</i> tangki	- Kegagalan <i>level indicator</i> (LI) atau <i>level transmitter</i> (LT) dalam memberikan sinyal akurat - Operator tidak memantau level secara berkala	- Luapan EB ke luar tangki - Risiko kebakaran dan pencemaran lingkungan	- Memasang <i>High-High Level Switch</i> (LSHH) yang terhubung ke <i>solenoid valve</i> untuk menutup aliran <i>inlet</i> secara otomatis - Kalibrasi LI secara berkala

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
				- Memasang alarm level tinggi (LAH)
3	Uap EB terakumulasi di area tangki	- <i>Ethylbenzene</i> memiliki titik nyala (<i>flash point</i>) sekitar 15°C dan tekanan uap yang cukup tinggi sehingga mudah menguap pada suhu operasi normal - Ventilasi area tangki tidak memadai	- Pembentukan campuran uap-udara yang mudah terbakar - Risiko ledakan dan kebakaran - Paparan inhalasi bagi pekerja	- Pasang <i>vapor recovery unit</i> (VRU) pada tangki - Gunakan tangki bertipe <i>fixed-roof</i> dengan <i>nitrogen blanket</i> untuk menekan pembentukan uap - Pasang gas detektor (LEL detector) di sekitar tangki yang terhubung ke alarm - Pastikan <i>grounding</i> dan <i>bonding</i> untuk mencegah percikan api statis
4	Kegagalan <i>handle valve/control valve</i>	- Keausan mekanis - Korosi pada <i>stem valve</i>	- Aliran EB tidak terkontrol	- Penggantian komponen <i>valve</i> yang aus secara terjadwal

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Aktuator <i>valve</i> mengalami kegagalan sinyal pneumatik atau elektrik	- <i>Overfilling</i> atau kekurangan pasokan ke proses	- Memasang <i>valve</i> dengan <i>fail-safe position</i> (<i>fail-close</i> pada <i>inlet</i>) - Lakukan <i>preventive maintenance</i> sesuai jadwal
5	Kenaikan suhu isi tangki	- Paparan panas matahari langsung pada siang hari - Kegagalan sistem insulasi tangki	- Peningkatan tekanan uap EB - Potensi pembentukan tekanan berlebih di dalam tangki	- Pasang <i>water sprinkler</i> di atas tangki untuk pendinginan saat suhu tinggi - Gunakan cat pemantul panas (<i>reflective coating</i>) pada permukaan tangki - Pasang <i>pressure relief valve</i> (PRV) dan <i>pressure indicator</i> (PI) sebagai <i>safety device</i>

2. Pompa Sentrifugasi

Pompa sentrifugal digunakan untuk mengalirkan *ethylbenzene* dari tangki penyimpanan menuju unit proses serta untuk sirkulasi fluida antar unit operasi. Gangguan pada pompa dapat menyebabkan terganggunya pasokan bahan baku atau produk sehingga menurunkan efisiensi

produksi. Beberapa masalah kritis pada pompa yang perlu mendapat perhatian antara lain kavitasi, penurunan *flowrate*, serta kebocoran pada *mechanical seal*. Kavitasi terjadi ketika tekanan lokal di dalam pompa turun di bawah tekanan uap fluida sehingga terbentuk gelembung uap yang runtuh secara tiba-tiba dan menyebabkan erosi pada impeler. Pemasangan *vibration monitor*, *flow indicator*, dan sistem *shut-down* otomatis sangat dianjurkan untuk melindungi pompa dari kerusakan prematur. Tabel 6.2 menyajikan analisis *troubleshooting* pompa sentrifugal.

Tabel 6. 2 *Troubleshooting* Pompa Sentrifugal

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
1	Kavitasi	- NPSH tersedia (NPSHa) lebih rendah dari NPSH yang diperlukan pompa (NPSHr) - Suhu fluida mendekati titik didihnya - Tekanan di sisi <i>suction</i> terlalu rendah akibat <i>head loss</i> pipa <i>suction</i> yang besar	- Kebisingan dan getaran berlebih - Erosi impeler dan casing - Penurunan efisiensi dan kapasitas aliran yang terbaca pada FIC di <i>discharge</i> pompa	- Periksa dan perbesar diameter pipa <i>suction</i> untuk mengurangi pressure drop - Naikkan <i>liquid level</i> di tangki <i>suction</i> (pantau melalui LIC di T-101) - Pasang pompa lebih dekat ke sumber fluida - Pastikan <i>suction valve</i> terbuka penuh sebelum pompa dijalankan

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
2	Penurunan <i>flowrate</i> /kapasitas pompa	- Penyumbatan pada <i>suction strainer</i> - <i>Impeler</i> aus atau terkorosi - <i>Clearance impeler-casing</i> terlalu besar akibat keausan - Kecepatan motor turun	- Pasokan fluida ke proses berkurang - FIC di <i>discharge</i> pompa menunjukkan nilai di bawah <i>set point</i> - Gangguan pada unit <i>downstream</i>	- Bersihkan <i>suction strainer</i> secara rutin - Periksa dan ganti <i>impeler</i> yang aus - Cek putaran motor dan tegangan listrik - Sesuaikan bukaan FC (<i>Flow Controller</i>) untuk menjaga <i>flowrate</i> sesuai desain - Jika tidak teratasi - Alihkan ke pompa cadangan
3	Kebocoran pada <i>seal</i> pompa	- Kerusakan <i>mechanical seal</i> akibat <i>dry-running</i> (pompa beroperasi tanpa fluida) - <i>Overpressure</i>	- Cairan bocor ke lingkungan - Risiko kebakaran karena fluida yang dipompa	- Pastikan pompa tidak beroperasi dalam kondisi <i>dry-run</i> - Cek kondisi <i>seal</i> secara berkala dan ganti sesuai

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Umur pakai <i>seal</i> sudah habis - Vibrasi berlebih	- bersifat mudah terbakar (EB) - Penurunan efisiensi pompa	- jadwal <i>preventive maintenance</i> - Monitor FIC <i>discharge</i> untuk mendeteksi penurunan <i>flowrate</i> akibat kebocoran internal
4	Vibrasi dan kebisingan berlebih	- Unbalance massa rotor - <i>Misalignment</i> poros pompa dengan motor - Kerusakan <i>bearing</i> - Kavitasi	- Kerusakan <i>bearing</i> dan <i>seal</i> secara progresif - Umur pompa berkurang - Potensi kebocoran <i>seal</i> akibat vibrasi berlebih	- Lakukan <i>dynamic balancing</i> pada rotor secara berkala - <i>Alignment</i> poros pompa-motor menggunakan <i>dial indicator</i> - Ganti bearing sesuai jadwal PM - Selesaikan masalah kavitasi terlebih dahulu jika vibrasi disebabkan oleh kavitasi

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
5	Pompa tidak dapat <i>start/trip</i> saat operasi	- Motor <i>overload</i> akibat fluida terlalu kental - Gangguan pada sistem kontrol - <i>Suction valve</i> dalam posisi tertutup; tegangan listrik tidak stabil	- Proses terhenti - Pasokan fluida ke unit <i>downstream</i> terputus - <i>Downtime</i> produksi	- Cek posisi <i>suction</i> dan <i>discharge valve</i> sebelum <i>start</i> - Periksa panel kontrol motor dan <i>setting overload relay</i> - Pastikan FIC dalam kondisi siap sebelum pompa dijalankan - Sediakan pompa cadangan yang dapat dioperasikan secara manual

3. *Heat Exchanger*

Alat penukar panas atau *heat exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua fluida yang berbeda suhu melalui sebuah penghantar media panas dengan mengkondisikan alatnya sebaik mungkin, agar tidak mengalami kesalahan dalam proses pemindahan suhu, karena jika terjadi kesalahan dalam pemindahan akan berakibat pada hasil akhir pemanasan. *Heat exchanger* juga bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). *Heat Exchanger* dapat berfungsi sebagai *heater, cooler, condenser, reboiler*, maupun *chiller*. Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*). Beberapa masalah pada *heat exchanger* adalah

naiknya *pressure drop* didalam HE, Menurunnya *output* HE (menurunnya kapasitas), kebocoran, tercampurnya media, pendinginan tidak merata diseluruh bagian HE. Tabel 6.3 menyajikan analisis *troubleshooting heat exchanger*.

Tabel 6. 3 *Troubleshooting Heat Exchanger*

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
1	Kenaikan <i>pressure drop</i> di dalam HE	- <i>Fouling</i> atau penyumbatan pada sisi <i>shell</i> atau <i>tube</i> akibat endapan deposit, <i>scale</i>, atau kotoran - Viskositas fluida terlalu tinggi - Laju aliran melebihi desain	- Energi pompa meningkat - Efisiensi perpindahan panas menurun - <i>TIC outlet</i> menunjukkan suhu yang tidak tercapai sesuai <i>set point</i>	- Lakukan <i>chemical cleaning</i> atau <i>back-flushing</i> secara berkala - Pasang <i>strainer</i> pada inlet HE - Verifikasi laju aliran sesuai desain - Cek viskositas fluida dan sesuaikan suhu operasi melalui <i>TIC</i>
2	Penurunan kapasitas perpindahan panas (<i>output</i> HE menurun)	- <i>Fouling</i> pada permukaan <i>tube/plate (thermal fouling)</i> - Akumulasi <i>non-condensable gas</i> di sisi <i>shell</i>	- Suhu outlet fluida proses tidak mencapai <i>set point</i> <i>TIC</i> - Kualitas produk terganggu - Umpan reaktor tidak	- Bersihkan <i>tube</i> atau <i>plate</i> secara mekanis atau kimiawi - Pasang <i>vent valve</i> di titik tertinggi HE untuk membuang gas terlaru - Sesuaikan <i>flowrate</i> melalui FC

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Laju aliran fluida terlalu rendah - Penurunan luas permukaan transfer panas akibat korosi	- mencapai suhu yang diperlukan	- Monitor TIC <i>outlet</i> secara kontinu sebagai indikator kinerja HE
3	Kebocoran pada HE (<i>tube leak</i> atau <i>gasket</i> bocor)	- Korosi pada <i>tube</i> - Kerusakan <i>gasket</i> akibat <i>thermal cycling</i> - Tekanan operasi melebihi rating desain - <i>Water hammer</i>	- Pencampuran dua fluida yang seharusnya terpisah - Kontaminasi umpan proses - Kehilangan tekanan yang terdeteksi dari perubahan TIC dan FIC	- Monitor TIC <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> secara berkala untuk mendeteksi anomali suhu - Ganti <i>tube</i> atau <i>gasket</i> yang rusak saat <i>shutdown</i> - Hindari <i>water hammer</i> dengan membuka atau menutup <i>valve</i> secara perlahan - Lakukan <i>hydraulic pressure test</i> secara berkala
4	Distribusi fluida tidak merata (<i>maldistribution</i>)	- Penyumbatan parsial pada beberapa <i>tube</i> - Desain distributor	- <i>Hot spot</i> pada bagian tertentu HE - Perpindahan panas tidak efisien	- Inspeksi <i>tube</i> secara menyeluruh saat <i>planned shutdown</i>

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		yang tidak optimal	- TIC <i>outlet</i> menunjukkan fluktuasi suhu yang tidak stabil	- Lakukan <i>bundle cleaning</i> menyeluruh - Monitor TIC <i>outlet</i> untuk mendeteksi fluktuasi suhu yang mengindikasikan <i>maldistribution</i>
5	Tercampurnya media (<i>cross-contamination</i>)	- Retak atau pecahnya <i>tube</i> akibat korosi atau <i>thermal fatigue</i> - <i>Plate</i> tidak terpasang dengan benar	- Kontaminasi produk - Kegagalan proses - Potensi reaksi kimia yang tidak diinginkan	- Kalibrasi sensor TIC secara berkala - Sesuaikan laju aliran fluida pemanas atau pendingin melalui FC - Lakukan pembersihan HE jika penyebabnya adalah <i>fouling</i>

4. Menara Distilasi

Alat industri proses yang digunakan untuk memisahkan suatu campuran *liquid* atau *vapour* yang mengandung dua atau lebih komponen zat menjadi beberapa komponen berdasarkan perbedaan volatilitas (kemudahan menguap) dari masing-masing komponen tersebut. Risiko utama untuk unit distilasi adalah pelepasan atau campuran produk. Risikonya meningkat jika produk itu panas (pada titik didihnya), uap panas beracun, tetapi ancaman yang jauh lebih besar adalah pengapian, yang bisa menyebabkan ledakan tipe *deflagration* dan api. Resiko potensial tambahan di pabrik adalah tekanan berlebih, yang dapat menyebabkan ledakan pecahnya kolom. Ancaman utama dari pabrik adalah kerugian modal dan produksi jika terjadi kebakaran.

Unit produksi yang berdekatan dapat rusak. Ada kemungkinan merugikan operator pabrik, jika kebakaran berikutnya, harus terjadi saat operator berada dilapangan. Resiko bahaya yang paling mungkin untuk terjadi ini adalah pada saat operator dekat dengan kolom distilasi ketika operator berada tepat di bawah unit distilasi, ada risiko bahwa operator dapat terciprat produk panas. Tabel 6.4 menyajikan analisis *troubleshooting* menara distilasi.

Tabel 6. 4 *Troubleshooting* Menara Distilasi

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
1	<i>Flooding</i>	- Laju uap atau laju cairan melebihi kapasitas desain <i>tray</i> - <i>Downcomer backup</i> akibat <i>pressure drop</i> berlebih yang terdeteksi oleh TIC - <i>Foaming</i> pada cairan di <i>tray</i>	- Cairan terbawa bersama uap ke atas kolom (<i>liquid entrainment</i>) - Kemurnian produk atas menurun - PIC menunjukkan kenaikan tekanan yang signifikan	- Turunkan <i>reboiler duty</i> secara bertahap - Kurangi <i>feed rate</i> yang dikontrol melalui FIC - Monitor PIC kolom untuk mendeteksi kenaikan tekanan sebagai indikasi awal <i>flooding</i> - Tambahkan <i>antifoam agent</i> jika penyebabnya adalah <i>foaming</i>
2	<i>Weeping/dumping</i> (fluida jatuh)	- Laju uap terlalu rendah sehingga tidak mampu	- Efisiensi <i>tray</i> menurun	- Naikkan laju uap (naikkan <i>reboiler duty</i>)

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
	melalui lubang tray)	menahan cairan di atas tray	- Cairan <i>bypass tray</i>	secara bertahap
		- <i>Reboiler duty</i> terlalu rendah	- tanpa kontak yang cukup dengan uap	- Pastikan LIC sump kolom terjaga pada level yang memadai
			- Kemurnian produk bawah menurun	- Review kondisi operasi jika masalah berulang
3	Penurunan kemurnian produk (<i>off-spec product</i>)	- <i>Reflux ratio</i> terlalu rendah	- Produk <i>styrene</i> tidak memenuhi spesifikasi kemurnian yang ditetapkan	- Naikkan <i>reflux ratio</i> secara bertahap
		- Ketidakseimbangan neraca massa (<i>material balance</i>)	- memenuhi spesifikasi kemurnian yang ditetapkan	- Cek dan sesuaikan komposisi <i>feed</i>
		- <i>Flooding</i> atau <i>weeping</i>	- Kerugian ekonomi	- Lakukan inspeksi tray pada saat <i>shutdown</i>
		- Perubahan komposisi umpan	- Produk harus di-recycle	- Pasang <i>online analyzer</i> (kromatografi atau NIR) pada aliran produk untuk monitoring kemurnian secara <i>real-time</i>
		- <i>Fouling</i> pada tray		

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
				- Hubungkan ke sistem kontrol untuk <i>adjustment</i> otomatis
4	Lonjakan tekanan (<i>pressure surge</i>) dalam kolom	- Masuknya fluida dingin secara tiba-tiba ke kolom yang panas (<i>thermal shock</i>) - Kegagalan sistem kondenser - Penutupan <i>valve discharge</i> secara mendadak	- Risiko keretakan <i>nozzle</i> atau <i>manhole</i> kolom - Aktivasi <i>pressure safety valve</i> (PSV) - <i>Downtime</i> tidak terencana	- Hindari perubahan operasi yang mendadak - Gunakan <i>slow-opening valve</i> - Monitor PIC secara kontinu - Pastikan PSV dalam kondisi baik dan terkalibrasi sesuai MAWP kolom - Turunkan <i>reboiler duty</i> jika PIC menunjukkan tekanan mendekati batas atas
5	Korosi dan <i>fouling</i> pada <i>tray</i> atau <i>packing</i>	- Paparan <i>styrene</i> dan komponen sulfur dalam umpan	- Penurunan efisiensi <i>tray</i> - Penyumbatan parsial	- Injeksikan inhibitor polimerisasi secara kontinu

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Akumulasi polimer <i>styrene</i> akibat polimerasi pada suhu tinggi (<i>styrene</i> dapat berpolimerisasi jika inhibitor habis) - Serangan korosi oleh komponen asam dalam sistem	- <i>Pressure drop</i> meningkat - Kolom harus dihentikan untuk dibersihkan	- dan pantau konsentrasinya - Gunakan material <i>tray</i> yang tahan korosi - Jadwalkan inspeksi dan pembersihan <i>tray</i> secara berkala pada saat <i>planned shutdown</i>
6	Kegagalan <i>reboiler</i>	- <i>Fouling</i> berlebih pada sisi <i>tube reboiler</i> - Kegagalan pasokan <i>steam</i> - Level cairan di sump kolom terlalu rendah (<i>dry boiling</i>)	- Kolom kekurangan panas - Laju penguapan turun - Kolom tidak dapat memisahkan komponen dengan baik	- Monitor <i>level sump</i> kolom dengan <i>level controller</i> (LC) dan <i>level alarm</i> (LAL/LAH); bersihkan <i>reboiler</i> secara terjadwal - Periksa pasokan dan tekanan <i>steam</i> - Pasang <i>low-low level shutdown</i> (LSLL) untuk melindungi

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
				<i>reboiler</i> dari <i>dry boiling</i>

5. Reaktor

Reaktor adalah alat proses tempat berlangsungnya reaksi kimia utama, yaitu reaksi dehidrogenasi *ethylbenzene* menjadi *styrene monomer* yang bersifat endotermis dan reversibel. Reaktor beroperasi pada suhu tinggi dan tekanan rendah dengan menggunakan katalis *shell* 105. Permasalahan yang paling sering terjadi pada reaktor adalah deaktivasi katalis, terbentuknya *hot spot*, serta kenaikan *pressure drop* yang mengganggu aliran umpan. Pemantauan kondisi reaktor dilakukan secara ketat menggunakan *Temperature Indicator Controller* (TIC), *Pressure Transmitter* (PT), dan *Emergency Shutdown System* (ESD) yang akan memproteksi reaktor dari kondisi operasi yang melampaui batas aman. Tabel 6.5 menyajikan analisis *troubleshooting* reaktor.

Tabel 6. 5 *Troubleshooting* Reaktor

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
1	Penurunan aktivitas katalis (deaktivasi katalis)	- Pembentukan <i>coke</i> pada permukaan katalis akibat suhu reaktor terlalu rendah atau umpan terlalu berat - Racun katalis (<i>catalyst poisoning</i>) oleh sulfur, nitrogen, atau logam dalam umpan	- Konversi reaksi dehidrogenasi menurun - Kemurnian <i>styrene</i> yang dihasilkan turun - Diperlukan regenerasi atau penggantian katalis	- Monitor dan kendalikan suhu <i>inlet</i> reaktor menggunakan <i>Temperature Indicator Controller</i> (TIC) - Pastikan umpan EB memenuhi spesifikasi bebas sulfur dan kontaminan - Lakukan regenerasi katalis dengan <i>steam</i>

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Sintering katalis pada suhu sangat tinggi		atau udara pada interval yang telah ditentukan - Program penggantian katalis sesuai <i>vendor recommendation</i>
2	<i>Hot spot</i> dalam reaktor	- Distribusi aliran <i>feed</i> tidak merata melalui <i>bed</i> katalis - Aktivitas katalis tidak seragam - TIC di titik tertentu menunjukkan suhu jauh di atas rata-rata	- Sintering katalis di area hot spot - Penurunan selektivitas produk - Kerusakan dinding reaktor secara lokal	- Pasang <i>multi-point</i> TIC di berbagai posisi aksial reaktor untuk mendeteksi <i>hot spot</i> secara dini - Kurangi <i>feed rate</i> melalui FIC jika <i>hot spot</i> terdeteksi - Pastikan distribusi <i>feed</i> merata masuk ke bed katalis
3	Kenaikan <i>pressure drop</i> reaktor	- Akumulasi <i>scale</i>, <i>gum</i>, atau <i>finer</i> katalis yang menyumbat <i>bed</i> - <i>Differential pressure instrument</i>	- <i>Throughput</i> reaktor menurun - Energi kompresor meningkat	- Pasang <i>pressure transmitter</i> (PT) dengan <i>alarm high pressure drop</i> (dPAH) - Bersihkan <i>bed</i> katalis atau ganti

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		tersumbat atau rusak - Korosi pada <i>internal</i> reaktor - Partikel katalis yang hancur (<i>attrition</i>)	- Distribusi aliran terganggu	katalis yang sudah hancur pada saat <i>shutdown</i> - Gunakan <i>guard bed</i> di <i>upstream</i> untuk menangkap kontaminan
4	Penurunan suhu reaktor	- Perubahan komposisi <i>feed</i> menjadi lebih berat - Laju <i>feed</i> berkurang - Kegagalan <i>furnace</i> yang memasok panas ke <i>feed</i> reaktor - Kehilangan panas berlebih dari dinding reaktor	- Konversi reaksi menurun - Produk <i>off-spec</i> - Katalis dapat mengalami <i>coking</i> lebih cepat akibat suhu yang terlalu rendah	- Monitor TIC inlet reaktor secara ketat - Periksa dan stabilkan operasi <i>furnace</i> - Cek komposisi <i>feed</i> - Naikkan suhu <i>feed</i> secara bertahap melalui kontrol <i>furnace</i> dalam batas aman yang diizinkan
5	Kenaikan suhu reaktor berlebih (<i>thermal runaway</i>)	- <i>Feed</i> mengandung banyak kotoran yang bereaksi secara eksotermik - Operasi <i>fired heater</i> tidak stabil	- Kerusakan katalis permanen - Kerusakan struktural reaktor - PSV-01 teraktivasi	- Monitor TIC <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> reaktor secara kontinu - Kurangi <i>feed</i> secara bertahap melalui FIC jika TIC menunjukkan suhu mendekati batas atas

No	Masalah	Penyebab	Dampak	Solusi
		- Kegagalan sistem pendingin	- Risiko ledakan jika tidak segera ditangani	- Stabilkan operasi furnace F-201 - Jika suhu tidak terkendali, aktifkan prosedur <i>emergency shutdown</i> dan biarkan PSV-01 bekerja membuang tekanan berlebih