

## BAB VI

### TROUBLESHOOTING

Rancangan dari *troubleshooting* pada desain proyek pembuatan pabrik asam format dianalisa berdasarkan tingkat penilaian risiko pada proses yang terjadi di setiap unit. *Troubleshooting* merupakan suatu cara pemecahan masalah yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai gejala yang ada pada suatu alat maupun proses. Fungsi dari *troubleshooting* sendiri tidak hanya untuk memperbaiki masalah, tetapi juga untuk memastikan umur panjang alat, biaya produksi dan mencegah bahaya keselamatan yang terkait dengan berjalannya proses produksi asam format.

Rancangan *troubleshooting* dibuat dengan pembagian berdasarkan unit proses yang ada dalam pabrik asam format, antara lain : unit penyimpanan, unit pemindah, unit reaktor, unit pemisahan, dan unit penukar panas.

#### 6.1 Unit penyimpanan

##### A. Identifikasi Permasalahan

Tabel 6. 1 Tabel Identifikasi Permasalahan Unit Penyimpanan

Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Dampak	Pemeriksaan	Perbaikan
Kebocoran pada tangki penyimpanan metanol/asam format	Korosi paparan kimia fatigue fluktuasi dan penipisan akibat operasi	akibat bahan baku/produk, paparan bahan kimia berbahaya, pencemaran lingkungan, risiko kebakaran	Inspeksi visual, ultrasonic thickness test (UT), pemeriksaan area weld joint	Perbaikan coating, penggantian pelat tangki, penggunaan material tahan korosi
Kebocoran pipa inlet bahan baku	Perbedaan tekanan tinggi, sambungan longgar, korosi internal pipa	Penurunan efisiensi proses, kehilangan bahan baku, potensi paparan bahan kimia	Cek pressure indicator, inspeksi perpipaan	Pengelasan ulang, penggantian pipa, kalibrasi instrumen
Overpressure tangki penyimpanan	Kegagalan pressure control system,	Risiko ledakan, kerusakan tangki	Monitoring pressure gauge	Pemasangan pressure safety valve (PSV),

Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Dampak	Pemeriksaan	Perbaikan
	tersumbat, kenaikan temperatur akibat paparan panas		dan tekanan	alarm perbaikan vent system

## B. Hazop Analisis Unit Penyimpanan

Tabel 6. 2 Tabel Hazop Analisis Unit Penyimpanan

Deviation	Possible Cause	Consequence	Safeguards	Recommendation
High Pressure pada tangki penyimpanan	Kegagalan pressure control vent tersumbat, kenaikan temperatur akibat paparan panas	Risiko ledakan dan kerusakan tangki	Pressure gauge, pressure alarm, vent system	Pemasangan pressure safety valve (PSV) dan perbaikan vent system
High Level / Overflow	Valve outlet gagal membuka, kesalahan pembacaan level	Tumpahan bahan kimia dan pencemaran lingkungan	Level indicator dan level alarm	Perbaikan valve dan pemasangan high-high level alarm
High Temperature	Temperatur penyimpanan terlalu tinggi akibat paparan panas lingkungan	Pembentukan uap berlebih, peningkatan tekanan, risiko kebakaran	Monitoring temperatur dan tekanan	Pemasangan sistem pendingin dan insulasi tangki
Instrument Failure	Kerusakan level transmitter atau pressure indicator	Pembacaan parameter operasi tidak akurat	Kalibrasi instrumen berkala	Penggantian instrumen dan preventive maintenance

## 6.2 Unit Pemindahan

### A. Identifikasi Masalah

Tabel 6. 3 Identifikasi Masalah Unit Pemindahan

<b>Identifikasi Masalah</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Dampak</b>	<b>Pemeriksaan</b>	<b>Perbaikan</b>
Kavitasi pada pompa transfer metanol/asam format	Tekanan inlet terlalu rendah, suction line tersumbat, NPSH available lebih kecil dari NPSH required, temperatur fluida terlalu tinggi	Kerusakan impeller, penurunan kapasitas pompa, getaran dan suara abnormal	Pemeriksaan NPSH, suction pressure, suara dan vibrasi pompa	Perbaikan suction line, penurunan temperatur fluida, pembesaran diameter suction pipe
Debit aliran pompa rendah	Penyumbatan jalur perpipaan, fouling, valve tidak terbuka penuh	Penurunan kapasitas proses dan efisiensi operasi	Monitoring flowrate dan pressure drop	Cleaning jalur pipa dan pemeriksaan valve
Tekanan discharge pompa terlalu tinggi	Discharge line tersumbat atau valve outlet tertutup	Kerusakan pompa, kebocoran jalur perpipaan	Pemeriksaan pressure gauge discharge	Pembersihan discharge line dan pemasangan relief valve

**B. Hazop Analysys Unit Pemindahan**

Tabel 6. 4 Hazop Analisis Unit Pemindahan

<b>Deviation</b>	<b>Possible Cause</b>	<b>Consequence</b>	<b>Safeguards</b>	<b>Recommendation</b>
Low Inlet Pressure	Tekanan inlet terlalu rendah, suction line tersumbat, NPSH available < NPSH required, temperatur fluida terlalu tinggi	Kavitasi pompa, kerusakan impeller, getaran dan suara abnormal	Pressure indicator, monitoring NPSH	Perbaikan suction line dan pembesaran diameter suction pipe
No Flow	Impeller rusak, motor pompa gagal, valve	Proses transfer fluida terhenti	Flow indicator dan	Penggantian impeller, perbaikan motor, pembukaan valve

Deviation	Possible Cause	Consequence	Safeguards	Recommendation
Low Flow	discharge tertutup, air lock pada suction	gangguan suplai bahan baku	inspeksi pompa	
	Penyumbatan jalur perpipaan, fouling, valve tidak terbuka penuh	Penurunan kapasitas dan efisiensi operasi	Monitoring flowrate dan pressure drop	Cleaning jalur pipa dan pemeriksaan valve

### 6.3 Unit Penukar Panas

#### A. Identifikasi Permasalahan

Tabel 6. 5 Identifikasi Permasalahan Unit Penukar Panas

Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Dampak	Pemeriksaan	Perbaikan
Scaling pada tube heat exchanger	Pembentukan kerak akibat kandungan mineral dan garam terlarut pada fluida proses	Heat transfer rendah, konsumsi energi meningkat	Pemeriksaan suhu inlet dan outlet serta pressure drop	Descaling menggunakan bahan kimia pembersih
Korosi pada tube heat exchanger	Paparan fluida korosif seperti asam format dan air panas	Penipisan material tube dan potensi kebocoran	Ultrasonic thickness test dan inspeksi visual	Penggantian tube dan penggunaan material tahan korosi
Overheating pada heat exchanger	Kegagalan temperature controller, aliran pendingin terlalu rendah	Kerusakan material dan degradasi produk	Pemeriksaan alat kontrol suhu dan monitoring temperatur	Perbaikan control system dan penyesuaian flow cooling media

#### B. Hazop Analisis Unit Penukar Panas

Tabel 6. 6 Hazop Analisis Unit Penukar Panas

<b>Deviation</b>	<b>Possible Cause</b>	<b>Consequence</b>	<b>Safeguards</b>	<b>Recommendation</b>
High Fouling	Endapan kotoran, kerak garam, produk samping reaksi menempel pada tube	Penurunan efisiensi perpindahan panas, pressure drop meningkat	Monitoring $\Delta T$ dan pressure drop	Cleaning mekanik dan chemical cleaning berkala
Low Heat Transfer	Scaling akibat mineral dan garam terlarut	Konsumsi energi meningkat dan proses pemanasan/pendinginan tidak optimal	Temperature indicator inlet-outlet	Descaling dan pengolahan fluida utilitas
Tube Corrosion	Paparan fluida korosif seperti asam format dan air panas	Penipisan material tube dan potensi kebocoran	Ultrasonic thickness test dan inspeksi visual	Penggunaan material tahan korosi dan penggantian tube

## 6.4 Unit Reaksi

### A. Identifikasi Masalah

Tabel 6. 7 Identifikasi Masalah Unit Reaksi

<b>Identifikasi Masalah</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Dampak</b>	<b>Pemeriksaan</b>	<b>Perbaikan</b>
Temperatur reaktor tidak stabil	Kegagalan temperature controller, sensor suhu error, cooling	Reaksi tidak optimal, konversi menurun, kualitas produk tidak sesuai	Monitoring temperatur reaktor dan pengecekan control loop	Kalibrasi temperature controller dan perbaikan cooling system

<b>Identifikasi Masalah</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Dampak</b>	<b>Pemeriksaan</b>	<b>Perbaikan</b>
	system tidak optimal			
Temperatur reaktor terlalu tinggi	Reaksi eksotermis berlebih, kegagalan pendinginan	Overpressure, runaway reaction, degradasi produk	Monitoring temperatur dan pressure indicator	Aktivasi emergency cooling system dan penyesuaian laju umpan
Tekanan reaktor berlebih	Reaksi eksotermis menghasilkan akumulasi gas, valve outlet tersumbat	Risiko ledakan dan kerusakan reaktor	Monitoring pressure gauge dan alarm tekanan	Pemasangan PSV dan relief system
Tekanan reaktor terlalu rendah	Kebocoran sistem atau suplai gas CO tidak stabil	Reaksi karbonilasi tidak optimal dan konversi menurun	Pemeriksaan tekanan operasi dan jalur gas	Perbaikan kebocoran dan stabilisasi feed gas
Konversi reaksi rendah	Komposisi umpan tidak sesuai, rasio mol reaktan tidak optimum	Produk tidak sesuai spesifikasi dan yield menurun	Analisa feed dan sampling produk	Penyesuaian rasio umpan dan kondisi operasi
Kebocoran reaktor	Korosi material, gasket rusak, tekanan tinggi	Kebocoran bahan kimia berbahaya dan risiko kebakaran	Leak test dan inspeksi visual	Penggantian gasket dan perbaikan material
Fouling pada dinding reaktor	Penumpukan produk samping reaksi	Penurunan heat transfer dan volume efektif reaktor	Inspeksi internal reaktor	Cleaning berkala

## **B. Hazop Analisis Unit Reaksi**

Tabel 6. 8 Hazop Analisis Unit Reaksi

Deviation	Possible Cause	Consequence	Safeguards	Recommendation
High Temperature	Reaksi eksotermis berlebih, cooling system gagal, sensor suhu error	Runaway reaction, overpressure, degradasi produk	Temperature controller dan alarm suhu	Emergency cooling system dan kalibrasi sensor
Low Temperature	Heating media kurang, heat transfer buruk	Laju reaksi menurun dan konversi rendah	Temperature monitoring	Penyesuaian heating duty
High Pressure	Akumulasi gas, valve outlet tersumbat, temperatur terlalu tinggi	Risiko ledakan dan kerusakan reaktor	Pressure gauge, PSV, alarm tekanan	Relief system dan inspeksi jalur outlet
Low Pressure	Kebocoran sistem atau suplai gas CO tidak stabil	Reaksi karbonilasi tidak optimal	Pressure indicator	Perbaikan kebocoran dan stabilisasi feed gas

## 6.5 Unit Pemisah

### A. Identifikasi Masalah

Tabel 6. 9 Identifikasi Masalah Unit Pemisah

Identifikasi Masalah	Masalah Utama	Dampak	Pemeriksaan	Perbaikan
Foaming pada kolom distilasi	Interaksi gas-cair berlebih, adanya impuritas surfaktan umpan	Penurunan efisiensi pemisahan, carry over cairan ke tray atas	Inspeksi visual kolom dan monitoring differential pressure	Penambahan antifoam dan pengaturan laju alir umpan
Flooding pada kolom	Laju vapour atau reflux terlalu tinggi	Kolom tidak stabil, drop meningkat drastis	Monitoring level tray dan pressure drop	Pengurangan flow vapour dan penyesuaian reflux

<b>Identifikasi Masalah</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Dampak</b>	<b>Pemeriksaan</b>	<b>Perbaikan</b>
Reflux terlalu tinggi	Kegagalan control valve	reflux peningkatkan beban reboiler	Flooding dan Monitoring ratio	Kalibrasi control valve
Reflux terlalu rendah	Pompa bermasalah valve tersumbat	reflux atau mencapai spesifikasi kemurnian	Produk tidak mencapai spesifikasi kemurnian	Pemeriksaan pump dan flowrate dan cleaning valve
Temperatur kolom tidak stabil	Kegagalan kontrol suhu reboiler atau condenser	Komposisi produk tidak stabil	Monitoring temperatur beberapa kolom	Kalibrasi temperature controller
Kebocoran kolom distilasi	Korosi gasket tekanan tinggi	shell, rusak, operasi kimia	Kehilangan produk paparan bahan kimia	Leak test dan inspeksi visual dan Penggantian gasket dan repair shell

## B. Hazop Analisis Unit Pemisah

Tabel 6. 10 Hazop Analisis Unit Pemisah

<b>Deviation</b>	<b>Possible Cause</b>	<b>Consequence</b>	<b>Safeguards</b>	<b>Recommendation</b>
Foaming	Interaksi gas-cair berlebih, adanya impuritas dalam feed	Penurunan efisiensi pemisahan dan carry over cairan	Visual inspection dan differential pressure monitoring	Penambahan antifoam dan pengaturan feed
High Vapour Flow	Vapour flow terlalu tinggi	Entrainment dan flooding	Flow controller dan pressure monitoring	Penurunan vapour flow
Flooding	Reflux terlalu tinggi vapour berlebih	Kolom tidak stabil dan pressure drop meningkat	Level indicator dan pressure monitoring	Pengurangan reflux dan vapour flow

Deviation	Possible Cause	Consequence	Safeguards	Recommendation
Low Reflux	Pompa reflux bermasalah atau valve tersumbat	Produk off-spec	Flow indicator reflux	Perbaiki pompa reflux
High Column Temperature	Reboiler overheating	Degradasi produk dan tekanan meningkat	Temperature controller	Pengaturan heat duty
Low Column Temperature	Pemanasan kurang	Pemisahan tidak optimal	Temperature monitoring	Penyesuaian steam supply

## 6.6 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan proses serta meminimalkan dampak apabila terjadi kegagalan operasi.

Beberapa tindakan mitigasi yang diterapkan meliputi:

1. Pemasangan Pressure Safety Valve (PSV) pada tangki, reaktor, dan heat exchanger.
2. Penggunaan Emergency Shutdown System (ESD).
3. Monitoring temperatur, tekanan, flowrate, dan level secara kontinu menggunakan Distributed Control System (DCS).
4. Penyediaan emergency cooling system pada unit reaktor.
5. Penggunaan material tahan korosi pada tangki, pipa, heat exchanger, dan reaktor.
6. Kalibrasi instrumen kontrol secara berkala.
7. Pemasangan gas detector untuk karbon monoksida (CO) dan metanol.
8. Penerapan preventive maintenance dan inspeksi rutin.
9. Penyediaan secondary containment pada area penyimpanan bahan kimia.
10. Pelatihan operator mengenai keselamatan proses dan simulasi keadaan darurat.

## 6.7 Tinjauan HSE (Health, Safety, and Environment)

### A. Health (Kesehatan)

Bahaya kesehatan utama berasal dari paparan:

- Karbon monoksida (CO) yang bersifat toksik.
- Metanol yang dapat menyebabkan gangguan sistem saraf.
- Asam format yang bersifat korosif.
- Natrium metoksida yang reaktif terhadap air.

Tindakan pengendalian:

- Penggunaan APD lengkap.

- Penyediaan SCBA (Self Contained Breathing Apparatus).
- Pemasangan gas detector.
- Ventilasi area proses.
- Medical check-up berkala.

## B. Safety (Keselamatan)

Risiko keselamatan utama:

- Ledakan akibat overpressure pada reaktor.
- Kebakaran akibat kebocoran metanol.
- Runaway reaction pada reaktor karbonilasi.
- Kegagalan mekanik pada pompa dan heat exchanger.

Tindakan pengendalian:

- Emergency shutdown system.
- Pressure relief system.
- Fire protection system.
- Alarm dan interlock system.
- Inspeksi rutin seluruh peralatan proses.

## C. Environment (Lingkungan)

Potensi pencemaran lingkungan:

- Emisi gas CO dan uap metanol.
- Tumpahan asam format dan metanol.
- Limbah cair proses.

Tindakan pengendalian:

- Sistem flare untuk gas buang.
- Wastewater treatment plant (WWTP).
- Secondary containment.
- Monitoring emisi berkala.
- Pengelolaan limbah B3 sesuai regulasi.