

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Dalam perancangan pabrik Monopropilen Glikol (MPG), penyusunan *troubleshooting* dilakukan dengan mempertimbangkan potensi risiko operasional yang mungkin timbul di setiap unit proses. Metode troubleshooting diterapkan sebagai pendekatan sistematis dalam mendeteksi, mengevaluasi, dan mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan peralatan maupun proses produksi. Penerapan strategi ini sangat penting untuk menghindari gangguan proses, mengidentifikasi sumber masalah, memperkirakan tingkat risiko, serta menentukan langkah penanganan yang tepat guna menjaga kelancaran dan keselamatan operasional (Suhendar & Nana Suryarna, 2021). Tujuan dari *troubleshooting* tidak hanya sebatas memperbaiki gangguan yang terjadi tetapi juga untuk menjaga keandalan sistem produksi, memperpanjang umur peralatan, mengoptimalkan efisiensi energi dan biaya operasional, serta menjamin keselamatan kerja dan keberlanjutan proses produksi monopropilen glikol.

Rancangan troubleshooting disusun secara sistematis berdasarkan pembagian unit operasi utama dan pendukung dalam pabrik monopropilen glikol, antara lain unit penyimpanan, unit pemindahan, unit penukar panas, unit reaksi, unit pemisahan, dan unit penyediaan listrik.

6.1 Unit Penyimpanan

Unit penyimpanan berfungsi untuk menampung bahan baku maupun produk sementara sebelum dialirkan ke unit berikutnya. Permasalahan yang mungkin terjadi serta langkah penanganannya dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Proses *Troubleshooting* pada Unit Persiapan Bahan Baku (Green & Southard, 2019)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	- Tingginya tekanan tangki (<i>Overpressure</i>)	- Pressure safety valve rusak karena tidak dikalibrasi	- Melakukan pengecekan terhadap indicator tekanan dan <i>pressure gate</i>

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	- Rendahnya tekanan tangki (<i>Low Pressure</i>)	- Ketidaksesuaian umur pemakaian	- Melakukan kalibrasi alat ukur tekanan
		- Adanya indikator tekanan yang tidak berfungsi dengan baik	- Melakukan penggantian <i>pressure gauge</i> yang rusak
		- Terjadi apabila indikator tekanan rusak dan tidak terbaca maka spek bahan baku/produk menurun	
		- Adanya korosi material tangki akibat umur pakai atau tidak dilakukan <i>treatment</i> secara rutin	- Melakukan inspeksi secara berkala, pelapisan ulang internal
	- Kebocoran pada tangki penyimpanan		- Memeriksa dan mengganti bagian tangki yang menipis serta pipa yang tersambung pada tangki
	- Kontaminasi Produk	- Adanya korosi internal atau seal yang rusak	- Melakukan pengecekan internal secara berkala
	- Ketidakakuratan Pengukuran	- Adanya alat ukur (tekanan atau level) yang tidak dikalibrasi atau sudah aus	- Menggunakan material tahan korosi - Kalibrasi alat ukur

6.2 Unit Pemindahan

Unit pemindahan berfungsi untuk mengalirkan bahan dari satu unit ke unit lainnya dengan bantuan pompa maupun perpipaan. Permasalahan yang mungkin timbul serta langkah penanganannya dapat dilihat pada Tabel 6.2 Proses *Troubleshooting* pada Unit Pemindahan.

Tabel 6. 2 Proses *Troubleshooting* pada Unit Pemindahan (Lieberman, 2015)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
- Alat Pompa	- Aliran fluida tidak stabil dan tidak mau keluar dapat menyebabkan <i>shutdown</i> reaktor	- Terjadi kavitasi akibat tekanan isap terlalu rendah - Adanya sumbatan pada <i>suction line</i> - Adanya impeller yang sudah aus/rusak	- Melakukan pemeriksaan tekanan isap dan posisi katup - Membersihkan pipa isap secara rutin dan mengganti atau memperbaiki <i>impeller</i> jika rusak
	- Kebocoran di bagian seal sehingga kehilangan bahan baku/produk	- Terjadi kebocoran seal aus karena umur pakai - Tekanan operasi melebihi batas - Adanya kesalahan pemasangan seal	- Melakukan penggantian seal secara rutin dan berkala - Memastikan tekanan pompa sesuai spesifikasi desain
	- Menimbulkan bunyi berisik saat beroperasi	- Adanya kavitasi, bearing aus atau poros pompa bengkok karena getaran yang berlebihan	- Melakukan pengecekan fluida tidak mengandung gelembung udara - Mengganti bearing dan luruskan poros jika perlu

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat Pompa	- Pompa tidak dapat menyala	- Adanya Kerusakan pada motor listrik, kabel putus, atau panel kontrol trip (MCB/overload)	- Melakukan pengecekan panel control
	- Penurunan kapasitas pompa sehingga menurunkan efisiensi proses	- Adanya korosi, kerak, atau <i>fouling</i> pada bagian dalam pompa	- Melakukan maintenance berkala pada motor
		- <i>Impeller</i> aus akibat kontak abrasif	- Membersihkan pompa dan jalur fluida secara berkala
			- Mengganti komponen aus seperti impeller

6.3 Unit Penukar Panas

Unit penukar panas digunakan untuk memindahkan panas antara dua aliran fluida sehingga diperoleh suhu yang sesuai untuk proses selanjutnya. Permasalahan yang dapat terjadi beserta solusinya dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Proses *Troubleshooting* pada Unit Penukar Panas (Lieberman, 2015)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat <i>Heat Exchanger</i>	- Penurunan efisiensi perpindahan panas dimana suhu output tidak sesuai target	- Terjadi <i>fouling</i> (pengotoran) akibat kerak, endapan dalam pipa dan masuk ke HE	- Melakukan pembersihan rutin pada <i>plate</i> , dan media <i>input</i>

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat <i>Heat Exchanger</i>	- Kebocoran antar fluida panas dan dingin dapat	- Terjadi korosi atau retakan pada dinding tube akibat tekanan dan temperature tinggi	- Melakukan uji kebocoran secara berkala (<i>hydrotest</i>) - Mengganti <i>tube</i> atau <i>gasket</i> yang rusak
	- <i>Pressure drop</i> tinggi yang menurunkan laju aliran	- Adanya sumbatan di dalam pipa karena kerak atau padatan sehingga panas tidak maksimal - Desain tidak sesuai kapasitas alir	- Melakukan pengecekan tekanan masuk dan keluar secara berkala - Lakukan <i>flushing</i> pada pipa-pipa sebelum startup
	- Sistem <i>refrigerant</i> tidak berfungsi secara optimal	- Pengisian <i>refrigerant</i> tidak sesuai prosedur, sehingga tidak memenuhi standar operasional	- Melakukan inspeksi rutin terhadap sistem <i>refrigerant</i> dengan membalik tabung sebelum pengisian pastikan HE divakum dahulu
- Alat <i>Reboiler</i>	- Terjadi <i>fouling</i> (pengendapan) pada reboiler	- Adanya pengendapan di permukaan <i>reboiler</i>	- Melakukan <i>maintenance</i> dan pembersihan pada permukaan reboiler

6.4 Unit Reaksi

Unit reaksi merupakan tempat berlangsungnya proses utama pembentukan produk dari bahan baku. Permasalahan yang mungkin muncul serta langkah penanganannya dapat dilihat pada Tabel 6.4 Proses Troubleshooting pada Unit Reaksi.

Tabel 6. 4 Proses *Troubleshooting* pada Unit Reaksi (Green & Southard, 2019)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat Reaktor CSTR	- Terjadi kenaikan suhu reaktor	- Jika suhu umpan masuk lebih tinggi dari biasanya, maka suhu dalam reaktor ikut meningkat - Kandungan kotoran dalam umpan - Adanya ketidakstabilan operasi <i>fired heater</i>	- Menggunakan sensor suhu untuk memantau temperatur reaktor secara <i>real-time</i> - Mengatur alarm otomatis - Melakukan pengecekan rutin terhadap sistem dan kondisi operasi - Memastikan sistem ventilasi atau saluran udara berfungsi dengan baik,
	- Terjadi penurunan suhu Reaktor	- Terbentuknya (<i>coke</i>) pada katalis dalam reaktor dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti: - Perubahan komposisi umpan menjadi lebih berat	- Melakukan analisis bagian bawah tangki <i>feed</i> - Jika kadar air tinggi, hentikan suplai dari tangki tersebut, karena <i>water carry over</i> dapat merusak katalis

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat Reaktor CSTR	- Adanya kelebihan <i>flowrate</i>	- <i>Flowrate Indicator Control</i> tidak akurat karena jarang dilakukan kalibrasi. Sehingga terjadi peningkatan tekanan aliran	- Melakukan kalibrasi secara berkala
	- <i>Pressure drop reactor</i> meningkat	- Kerusakan instrumen diferensial tekanan akibat jarang dikalibrasi	- Melakukan pengecekan kondisi operasi sesuai SOP.
		- Adanya korosi pada kolom fraksinasi disebabkan oleh <i>scale</i> dan gum dari <i>recycle feed</i>	- Mengatasi dengan purge gas dan periksa kondisi feed filter
		- Tingginya viskositas umpan serta kontaminasi <i>scale</i> atau partikel akibat tangki yang tidak dibersihkan	- Antisipasi dengan memeriksa <i>strainer bottom pump</i> dan kualitas umpan secara rutin
	- <i>Excessive Pressure Drop</i> (Tekanan melebihi batas desain)	- Perbedaan suhu yang signifikan antara katalis dan reaktor TIC karena jarang dikalibrasi	- Kurangi suplai dari tangki dan optimalkan penggunaan <i>straight run feed</i>
			- Masalah akibat <i>scale</i> dapat diatasi dengan mengambil umpan dari tangki lain dan membersihkan tangki yang terkontaminasi.

6.5 Unit Pemisahan

Unit pemisahan berfungsi untuk memisahkan campuran menjadi fraksi-fraksi sesuai spesifikasi yang diinginkan. Permasalahan yang dapat terjadi serta penanganannya dapat dilihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6. 5 Proses *Troubleshooting* pada Unit Pemisahan (Lieberman, 2009)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat <i>Flash Drum</i>	- Suhu operasi melebihi batas standar	- TIC tidak dikalibrasi secara rutin	- Mengkalibrasi TIC secara berkala
		- Adanya kegagalan alat pengendali suhu	- Rutin untuk cek performa alat pengatur suhu
	- Tekanan dalam sistem terlalu tinggi	- Pompa kelebihan debit (<i>overflow</i>)	- Melakukan pemeriksaan ketebalan pipa secara rutin
	- Laju alir feed tidak mencukupi	- Terjadi korosi pada jalur feed	- Memasang <i>flow meter</i> sebelum valve
		- Saluran feed tersumbat	• Pemeriksaan jalur transfer secara berkala
		- Valve kontrol tidak bekerja optimal	
	- Adanya korosi pada pipa dan tabung pemanas	- Bahan baku korosif tanpa pelindung	- Melakukan pemasangan detector kebocoran gas
		- Tidak ada inspeksi rutin	- Memeriksa secara berkala kondisi material
- Alat Menara Distilasi	- Suhu unit meningkat dratis di luar batas operasi dikarenakan HE tidak maksimal	- Adanya penyumbatan saluran	- Evaluasi pemasangan flow meter di hulu valve untuk pemantauan aliran yang lebih akurat

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Alat Menara Distilasi	- Aliran cairan menurun karena ada sumbatan - Tekanan system naik diatas tekanan desain karena <i>shaft</i> pompa rusak	- <i>Control valve, safety valve</i>, serta <i>hand valve</i> tidak berfungsi - Kenaikan suhu berlebih dalam kolom - Terjadi korosi pada jalur feed - Adanya kelebihan beban pada pompa - <i>Foaming</i> terjadi akibat ekspansi fase cair yang berlebihan karena ketidakseimbangan laju alir antar fase sehingga kontak antar fase tidak optimal	- Melakukan inspeksi rutin pada jalur perpindahan fluida serta pelaksanaan perawatan preventif secara berkala - Pemasangan gas detector untuk mendeteksi potensi kebocoran secara dini dan mendukung kegiatan inspeksi berkala - Melakukan pengukuran ketebalan pipa secara rutin guna mengantisipasi kerusakan akibat korosi - Pemeriksaan flow control dan safety valve secara rutin - <i>Control valve</i> (CV) harus dicek berkala agar respons sistem terhadap perubahan aliran tetap presisi - Memasang <i>flow meter</i> di bagian hulu <i>valve</i> untuk memudahkan pemantauan laju alir
	- <i>Foaming</i> dan <i>flooding</i>		

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
		- <i>Flooding</i> disebabkan oleh kelebihan laju alir yang menghambat perpindahan massa secara efektif antara fase gas dan cair	- Pemeriksaan jalur perpindahan fluida dilakukan secara berkala serta perawatan rutin agar aliran tidak terhambat dan mencegah potensi kerusakan

6.6 Unit Penyediaan Listrik

Unit penyediaan listrik berfungsi untuk memasok kebutuhan daya listrik pada seluruh peralatan dan unit proses di pabrik. Permasalahan yang mungkin terjadi beserta langkah penanganannya dapat dilihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6. 6 Proses *Troubleshooting* pada Unit Penyedia Listrik (Green & Southard, 2019)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Utilitas	- Adanya gangguan pada <i>generator sel</i>	- Pasokan energi tidak mencukupi karena kapasitas genset yang tersedia lebih kecil dari total kebutuhan daya listrik pabrik	- Melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan rutin pada generator set guna memastikan kinerjanya tetap optimal - Meminimalkan potensi gangguan terhadap kelancaran operasional pabrik

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
- Utilitas	- Gangguan distribusi antar panel	- Adanya kerusakan kabel atau koneksi yang longgar sehingga tegangan tidak merata	- Lakukan inspeksi kabel dan koneksi terminal panel secara rutin

Perancangan *troubleshooting* pada lima unit proses dan unit pendukung bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengantisipasi potensi risiko kerugian serta kecelakaan kerja. Dengan penyusunan solusi yang tepat, risiko tersebut dapat diminimalkan atau dicegah, sehingga mendukung terciptanya proses operasi yang lebih aman, efisien, dan produktif. Analisis ini juga memberikan pemahaman yang lebih dalam terhadap penanganan masalah pada tiap unit, khususnya dalam proses separasi.