

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Dalam tahap perancangan pabrik Monopropilen Glikol (MPG), penyusunan strategi troubleshooting dilakukan dengan mengkaji potensi permasalahan operasional yang dapat muncul di setiap unit proses. Pendekatan troubleshooting ini digunakan secara sistematis untuk mendeteksi, menganalisis, dan menyelesaikan berbagai gangguan yang berkaitan dengan peralatan maupun jalannya proses produksi. Strategi ini memegang peranan penting dalam mencegah gangguan operasional, mengidentifikasi akar permasalahan, menilai potensi risiko, serta merumuskan langkah penanganan yang tepat demi menjamin kelangsungan dan keamanan proses produksi (Suhendar & Nana Suryarna, 2021).

Tujuan utama dari penerapan troubleshooting bukan hanya untuk memperbaiki kerusakan saat terjadi gangguan, tetapi juga untuk meningkatkan keandalan sistem produksi, memperpanjang usia peralatan, mengefisienkan penggunaan energi dan biaya operasional, serta menjaga keselamatan kerja dan keberlanjutan proses produksi MPG secara keseluruhan.

Penyusunan rancangan troubleshooting ini dikelompokkan secara sistematis berdasarkan unit-unit utama dan pendukung dalam pabrik, seperti unit penyimpanan, unit pemindahan material, unit penukar panas, unit reaksi, unit pemisahan, serta unit penyediaan tenaga listrik.

6.1 Unit Penyimpanan

Troubleshooting yang terjadi pada unit penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Proses *Troubleshooting* pada Unit Persiapan Bahan Baku (Green & Southard, 2019)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
- Tangki Penyimpanan Bahan	- Tekanan tangki melebihi batas (<i>Overpressure</i>)	- Kerusakan pada pressure safety valve akibat tidak	- Kalibrasi dan pengujian PSV secara berkala

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
Baku dan Produk		dilakukan kalibrasi - Umur pemakaian peralatan yang tidak sesuai - Indikator tekanan yang tidak berfungsi dengan baik	- Pemeriksaan indikator tekanan dan pressure gate secara rutin
- Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	- Kontaminasi Produk - Ketidakakuratan Pengukuran - Tekanan tangki terlalu rendah (<i>Low Pressure</i>) - Ketidakakuratan	- Kerusakan seal atau korosi internal pada bagian tangki - Ada alat ukur yang tidak di kalibrasi atau sudah aus - Kerusakan pada indikator tekanan yang menyebabkan pembacaan tidak akurat - Penurunan tekanan internal akibat kondisi vakum - Adanya alat ukur (tekanan atau	- Menggunakan material tahan korosi - Pemeriksaan internal secara berkala - Kalibrasi alat ukur dan mengganti alat ukur jika sudah tidak akurat - Penggantian pressure gauge yang tidak berfungsi - Kalibrasi rutin alat pengukur tekanan - Kalibrasi alat ukur dan mengganti alat

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
	Pengukuran	level) yang tidak dikalibrasi atau sudah aus	ukur sesuai umur pakai

6.2 Unit Pemindahan

Troubleshooting yang terjadi pada unit pemindahan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Proses *Troubleshooting* pada Unit Pemindahan (Green & Southard, 2019)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
- Alat Pompa	- Aliran fluida tidak stabil dan tidak keluar, menyebabkan shutdown reaktor	- Terdapat sumbatan pada jalur hisap (suction line) - Terjadi kavitasi akibat tekanan isap terlalu rendah - Impeller mengalami keausan atau kerusakan	- Melakukan pemeriksaan tekanan isap dan poisis katup - Penggantian atau perbaikan impeller jika ditemukan kerusakan
	- Kebocoran pada bagian seal sehingga terjadi kehilangan bahan baku atau produk	- Tekanan operasi melebihi ambang batas - Kesalahan dalam pemasangan seal - Seal aus karena usia pakai	- Memastikan tekanan operasi sesuai dengan spesifikasi desain - Melakukan penggantian seal secara berkala

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
	- Munculnya suara bising saat pompa beroperasi	- Terjadi kavitasi - Poros pompa bengkok akibat ketidakseimbangan gaya berlebih - Keausan pada bearing atau poros	- Penggantian bearing dan pelurusan poros bila diperlukan - Pemeriksaan kandungan fluida terhadap keberadaan udara berlebih
	- Pompa tidak dapat menyala	- Gangguan pada motor listrik - Putusnya kabel daya - Panel kontrol mengalami trip (MCB/overload)	- Menjalankan pemeliharaan berkala terhadap motor - Melakukan inspeksi panel control
	- Penurunan kapasitas pompa sehingga menurunkan efisiensi proses	- Adanya korosi, kerak, atau <i>fouling</i> pada bagian dalam pompa - <i>Impeller</i> aus akibat kontak abrasif	- Melakukan pembersihan pompa dan jalur fluida secara rutin - Melakukan penggantian terhadap komponen yang aus seperti impeller

6.3 Unit Penukar Panas

Troubleshooting yang terjadi pada unit penukar panas dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Proses *Troubleshooting* pada Unit Penukar Panas (Lieberman, 2015)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
- Alat <i>Heat Exchanger</i>	- Efisiensi perpindahan panas menurun, ditandai dengan suhu keluaran yang tidak mencapai target	- Terjadi <i>fouling</i> (pengotoran) akibat endapan kerak dalam pipa maupun pada sisi masuk heat exchanger	- Melakukan pembersihan rutin pada <i>plate</i> dan media <i>input</i> untuk mencegah akumulasi endapan
	- Kebocoran antar fluida panas dan dingin dapat	- Korosi atau retakan pada dinding penukar panas	- 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	- Terdapat sumbatan dalam pipa akibat kerak atau padatan sehingga perpindahan panas tidak maksimal - Desain system tidak sesuai kapasitas alir	- Melakukan pengecekan tekanan masuk dan keluar secara rutin - Lakukan <i>flushing</i> pada jaringan perpipaan sebelum proses <i>startup</i>

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
	- Sistem <i>refrigerant</i> tidak berfungsi dengan baik	- Prosedur pengisian <i>refrigerant</i> tidak sesuai standar, sehingga tidak memenuhi standar operasional	- Melakukan inspeksi rutin sistem pendinginan dengan membalik tabung sebelum pengisian pastikan HE divakum dahulu
- Alat <i>Reboiler</i>	- Terjadi <i>fouling</i> (pengendapan) pada reboiler	- Akumulasi endapan di permukaan <i>reboiler</i> akibat proses pemanasan berulang	- Melakukan pemeliharaan dan pembersihan pada permukaan reboiler

6.4 Unit Reaksi

Troubleshooting yang terjadi pada unit reaksi dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Proses *Troubleshooting* pada Unit Reaksi (Lieberman, 2015)

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
- Alat Reaktor CSTR	- Terjadi kenaikan suhu reaktor	- suhu dalam reaktor meningkat jika suhu umpan masuk lebih tinggi - Adanya kontaminan dalam aliran umpan	- Menggunakan sensor suhu untuk pemantauan suhu reactor secara <i>real-time</i> - Mengatur alarm otomatis

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
		- Ketidakstabilan pengoperasian <i>fired heater</i>	- Lakukan inspeksi rutin terhadap sistem dan kondisi operasi - Patikan 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 karakteristik umpan menjadi lebih berat - Penurunan kandungan komponen utama dalam umpan	- Lakukan 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
	- Terjadi kelebihan <i>flowrate</i>	- <i>Flowrate Indicator Control</i> tidak akurat karena jarang dilakukan kalibrasi. Sehingga terjadi	- Melakukan kalibrasi secara berkala - Memeriksa kondisi <i>flow control</i> pada unit proses yang sebelumnya

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
		peningkatan tekanan aliran	
	- <i>Pressure drop reactor</i> meningkat	- Kerusakan instrumen diferensial tekanan akibat jarang dikalibrasi - Adanya korosi pada kolom fraksinasi disebabkan oleh <i>scale</i> dan gum dari <i>recycle feed</i>	- Melakukan pengecekan kondisi operasi sesuai SOP. - Mengatasi dengan purge gas dan periksa kondisi feed filter - Antisipasi dengan memeriksa <i>strainer bottom pump</i> dan kualitas umpan secara rutin
	- <i>Excessive Pressure Drop</i> (Tekanan melebihi batas desain)	- Tingginya viskositas umpan serta kontaminasi <i>scale</i> atau partikel akibat tangki yang tidak dibersihkan - Perbedaan suhu yang signifikan antara katalis dan reaktor disebabkan oleh TIC yang 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. - Periksa karakteristik <i>feedstock</i>. Jika umpan lebih berat, tingkatkan suhu reaktor dalam batas aman.

6.5 Unit Pemisahan

Troubleshooting yang terjadi pada unit pemisahan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Proses *Troubleshooting* pada Unit Pemisahan (Lieberman, 2019)

Unit	Analisa Masalah		Analisa Penyebab Masalah		<i>Troubleshooting</i>
- Alat <i>Flash Drum</i>	- Suhu operasi melebihi 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	-	- Saluran feed tersumbat	-	- Memasang <i>flow meter</i> sebelum valve
			- Valve kontrol tidak bekerja optimal	-	• Pemeriksaan jalur transfer secara berkala
	- 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 di luar batas	-	- Adanya penyumbatan saluran	-	- Perlu evaluasi pemasangan flow meter di hulu valve

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
	operasi dikarenakan HE tidak bekerja maksimal - Aliran cairan menurun karena ada sumbatan - Tekanan system naik diatas tekanan desain karena <i>shaft</i> pompa rusak - <i>Foaming flooding</i> dan	- <i>Control valve</i>, <i>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	untuk pemantauan aliran yang lebih akurat - 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

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	<i>Troubleshooting</i>
		kontak antar fase tidak optimal	aliran tetap presisi
		- <i>Flooding</i>	- Memasang <i>flow meter</i> di bagian hulu <i>valve</i> untuk memudahkan pemantauan laju alir
		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

Troubleshooting yang terjadi pada unit penyediaan listrik dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Proses *Troubleshooting* pada Unit Penyedia Listrik (Green & Southard, 2019)

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

Unit	Analisa Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Troubleshooting
		listrik pabrik	- Meminimalkan potensi gangguan terhadap kelancaran operasional pabrik
	- 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 utama dan unit pendukung dilakukan sebagai langkah preventif untuk mendeteksi serta mengantisipasi potensi kerugian operasional dan risiko kecelakaan kerja. Dengan merumuskan solusi yang sesuai, berbagai potensi masalah dapat dikendalikan atau dicegah sejak dini, sehingga mendukung terciptanya operasi yang lebih aman, optimal, dan berkelanjutan. Selain itu, analisis ini memberikan wawasan yang lebih mendalam terkait strategi penanganan gangguan di setiap unit, terutama pada tahapan proses separasi.