

BAB VI

TROUBLESHOOTING

6.1 Troubleshooting pada Unit Penyimpanan

Troubleshooting pada unit tangki penyimpanan mencakup permasalahan seperti tidak adanya aliran akibat sumbatan pada pipa, aliran berlebih yang menyebabkan ketidaksesuaian spesifikasi produk, serta fluktuasi tekanan dan suhu (terlalu rendah maupun terlalu tinggi) yang dapat menurunkan efisiensi dan berisiko merusak peralatan (Perry & Green, 2008; Sinnott & Towler, 2020). Analisis lengkap ditunjukkan pada Tabel 6.1. Analisa HAZOP Tangki Penyimpanan

Tabel 6.1 Analisa HAZOP Tangki Penyimpanan

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Tangki Peyimpanan Produk	Berfungsi untuk menyimpan produk asam akrilat pada suhu 50°C. dan tekanan 1 atm	No flow	Malfunctioned, serta pipa yang tersumbat karena adanya endapan	Tidak ada Produk yang mengalir kedalam tangki	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Pemeriksaan dan Pemeliharaan secara berkala pada valve dan pipa
		High flow	Malfunctioned	Efisiensi rendah	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Pemeriksaan dan pemeliharaan secara berkala pada valve	
		High Flow	Malfunctioned, umpan dalam inlet terlalu	Ketidaksesuai-an dengan	Level Control (LC) dan Flow	Pemasangan Flow Alarm dan monitor umpan dalam	

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
				banyak spesifikasi produk yang ditentukan pabrik		Control (FC)	inlet
			Low Pressure	Malfunctioned dan tekanan umpan menurun	Efisiensi Rendah	Pressure Control (PC)	Pemasangan pressure alarm, dan maintenance pressure control secara berkala
			High Pressure	Malfunctioned dan tekanan umpan meningkat	Dapat menimbulkan kerusakan pada Tangki	Pressure Control (PC)	Pemasangan pressure alarm, dan maintenance pressure control secara berkala
			Low Temperature	Malfunctioned dan suhu umpan menurun	Efisiensi Rendah	Temperature Control	Pemasangan temperature alarm, dan maintenance temperature control secara berkala
			High Temperature	Malfunctioned dan suhu umpan menurun	Efisiensi Rendah	Temperature Control	Pemasangan temperature alarm, dan maintenance temperature control secara berkala

6.2 Troubleshooting pada Unit Transportasi

Troubleshooting pada unit transportasi, yang terdiri dari pompa dan kompresor, meliputi permasalahan seperti tidak adanya aliran karena kerusakan motor atau penyumbatan impeller, aliran rendah akibat kerusakan komponen, tekanan berlebih akibat penyumbatan pipa, serta suhu tinggi yang dapat menimbulkan kavitasi pada pompa. Pada kompresor, masalah yang umum terjadi antara lain aliran rendah akibat penyumbatan, aliran berlebih yang mempercepat kerusakan, kerusakan seal yang menurunkan tekanan, serta tekanan tinggi akibat tersumbatnya valve keluaran (Karassik et al., 2001; Cengel & Cimbala, 2014). Analisis detail disajikan pada Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa dan Tabel 6.3. Analisa HAZOP Pada Kompresor.

Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Pompa Sentrifugal	Untuk mengalirkan fluida	No Flow	- Kerusakan pada motor atau pompa, tidak ada arus listrik, <i>impeller</i> tersumbat - Terjadi penumpukkan padatan yang terbawa pada fluida di dinding pompa	- Pompa tidak bisa menyala dan bekerja sesuai fungsi - Proses pemindahan fluida terhambat	Flow Control (FC)	- Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa - Melakukan perbaikan pada motor dan pompa, pemeriksaan aliran listrik secara berkala, pembersihan <i>impeller</i>

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
				dan pipa pengalir			– Dilakukannya pembersihan pada pompa secara berkala
			<i>Low Flow</i>	– Kegagalan parsial pada pompa – <i>Shaft</i> bengkok – <i>bearing</i> rusak – Adanya sumbatan pada impeller	Minimnya fluida yang teralirkan ke proses selanjutnya	<i>Flow Control</i> (FC)	– Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa – Melakukan pergantian pada <i>shaft</i> , memperkuat pipa, pergantian <i>bearing</i>
			<i>High Pressure</i>	Tekanan <i>head</i> terlalu tinggi, terjadi penyumbatan pada pipa pengisapan dan saringan	Tidak ada fluida pada <i>head</i>	<i>Flow Control</i> (FC), <i>Pressure Control</i> (PC)	– Periksa pemasangan pipa pada jalur akhir, lakukan pembersihan pada pipa – Lakukan pembersihan impeller.
			<i>High</i>	Perlakuan bahan	Terjadinya	<i>Flow Control</i>	– Dilakukannya

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>Temperature</i>	dengan suhu tinggi	kavitasi	(FC), <i>Temperature Control (TC)</i>	<i>maintenance</i> untuk mengeluarkan gelembung udara pada pompa serta adanya – Penggantian pompa jika sudah tidak bisa digunakan kembali

Tabel 6.3 Analisa HAZOP pada Kompresor

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Kompresor (C-01)	berfungsi untuk menaikkan tekanan udara sebelum menuju furnace	<i>Low Flow</i>	Penyumbatan dalam kompresor	Ketersediaan fluida untuk proses terhambat sehingga proses terlanjutnya terhambat	<i>Flow control (FC)</i>	Membersihkan kompresor dan control secara berkala
			<i>High Flow</i>	Kinerja <i>impeller</i> berlebihan	Kompresor cepat rusak dan menambah pengeluaran pabrik		

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>Low Pressure</i>	Rusaknya seal pelindung disekeliling <i>impeller</i> sehingga gas dapat lewat ke bagian belakang <i>impeller</i>	Tidak dicapainya spesifikasi tekanan bahan baku yang menyebabkan kualitas udara turun	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan pergantian seal <i>impeller</i> untuk jangka waktu tertentu
			<i>High Pressure</i>	Tersumbatnya valve keluaran kompresor	Dapat menyebabkan kerusakan alat		Membersihkan saluran dan valve keluaran kompresor

6.3 Troubleshooting pada Unit Penukar Panas

Troubleshooting pada unit penukar panas meliputi beberapa permasalahan utama. Pada heat exchanger, kendala yang sering muncul yaitu tidak adanya aliran akibat penyumbatan, fouling pada permukaan yang menurunkan efisiensi perpindahan panas, debit pendingin yang berlebihan sehingga suhu turun, serta pressure drop akibat konfigurasi baffle (Kern, 1950; Holman, 2010). Sedangkan pada *furnace*, permasalahan yang umum terjadi adalah kerusakan sistem pembakaran yang mengakibatkan suhu tidak mencapai kondisi desain, sehingga reaktor bekerja tidak optimal (Sinnott & Towler, 2020). Analisis lebih lanjut ditampilkan pada Tabel 6.4 Analisa HAZOP Heat Exchanger dan Tabel 6.5. Analisa HAZOP *Furnace*.

Tabel 6.4 Analisa HAZOP Heat Exchanger

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1.	Heat exchanger	Memanaskan fluida sebelum masuk ke dalam reaktor	No flow dan Low Flow	Penyumbatan pada seluruh pipa	Operation fail	Flow control (FC)	Pemasangan Control Alarm dan Maintenance pada HE
			Low temperature	Debit pendingin terlalu besar	Kerusakan pada pipa	Flow control (FC) dan Temperature Control (TC)	Melakukan pemeriksaan pada peralatan secara berkala

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>Fouling</i>	Adanya pembentukan endapan yang tidak diinginkan pada permukaan HE yang menghambat	Dapat mempengaruhi keseluruhan proses operasional <i>system</i> , dan	<i>Antifouling</i>	Pembersihan secara berkala
				perpindahan kalor dan meningkatkan hambatan terhadap aliran fluida	menurunkan efisiensi pada alat		
			<i>Pressure drop</i>	Jarak antar <i>baffle</i> yang terlalu dekat	Aliran menjadi lambat sehingga perlu tenaga pompa yang besar	<i>Pressure Control (PC)</i>	Mengurangi jumlah <i>passes</i> , memperbesar ukuran pipa, dan memperpendek panjang pipa, serta <i>maintenance</i>

Tabel 6.5 Analisa HAZOP *Furnace*

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Furnace (F-01)	F-01 berfungsi untuk menaikkan suhu <i>feed</i>	<i>Low Temperature</i>	Kerusakan pada alat pembakaran	Reaktor bekerja lebih keras dan reaksi tidak terjadi secara sempurna	<i>Temperatur Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada burner dan pengecekan bahan bakar

6.4 *Troubleshooting* pada Unit Reaksi

Troubleshooting pada unit reaksi mencakup berbagai potensi permasalahan, antara lain tidak adanya aliran atau aliran rendah akibat penyumbatan dan kegagalan *control valve*, aliran berlebih yang menyebabkan *incomplete reaction* hingga *flooding*, serta fluktuasi suhu yang berpotensi menurunkan efisiensi atau bahkan menimbulkan ledakan. Tekanan yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi juga dapat menurunkan kualitas produk atau menyebabkan kerusakan alat (Fogler, 2016; Levenspiel, 1999). Permasalahan tersebut ditunjukkan secara lengkap pada Tabel 6.6. Analisa HAZOP Reaktor.

Tabel 6.6 Analisa HAZOP Reaktor

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Reaktor	Untuk mereaksikan bahan baku	No Flow	- Penyumbatan pada pipa - Kegagalan control valve untuk membuka	- Tidak ada feed yang masuk ke reaktor - Tidak terjadi reaksi pada reaktor	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC)	Melakukan maintenance dan pemeliharaan untuk <i>Flow Control</i> (FC) pada reaktor. Pemeriksaan <i>emergency shutdown system</i>
			Low Flow	- Penyumbatan parsial pada pipa, - Kegagalan dari <i>Control valve</i>	Jumlah aliran flow bahan yang tersuplai ke reaktor sedikit	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC), <i>Pressure Control</i> (PC)	Pasang <i>low level alarm</i> pada reaktor untuk memperingatkan operator.
					<i>Incomplete reaction</i>		

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			High Flow	– Kegagalan dari Control valve, – Laju Alir terlalu besar	– Excess feed aliran yang tersumbat ke reaktor – Incomplete reaction – Ratio antar bahan tidak sesuai – Flooding di Reaktor – Kemungkinan terjadi back flow	Flow Control (FC) dan Level Control (LC), Pressure Control (PC)	Pemasangan back up pump, Pemasangan High Flow alarm
			High Temperature	Suhu input lebih besar dari desain	Temperature pada Reaktor terlalu tinggi	Temperature Control (TC) dan Flow	Pasang pengontrol pada instrument penting

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					dan kemungkinan terjadinya ledakan	Control (FC)	
			Low Temperature	Suhu input lebih rendah dari desain	Suhu terlalu rendah menyebabkan efisiensi reaksi berkurang	Temperature Control (TC)	Periksa emergency shutdown system
			High Pressure	Kerusakan pada Reaktor	Tekanan terlalu tinggi, dapat menyebabkan reaktor meledak	Pressure Control (PC)	Memeriksa control valve secara berkala dan memeriksa emergency shutdown system
			Low Pressure	Keseimbangan reaksi yang tidak optimal	Tekanan terlalu rendah, efisiensi	Pressure Control (PC)	Memeriksa control valve secara berkala dan melakukan pemeriksaan

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					produk berkurang		proses pada control room
			High Level	Terjadinya <i>Flooding</i>	Fluida yang masuk terlalu berlebihan	Level Control (LC)	Pemasangan <i>back up pump</i> , Pemasangan <i>High Flow alarm</i>
			Low Level	Dapat mengakibatkan kerusakan pada reaktor	Tersumbatnya pipa pada aliran masuk	Level Control (LC)	Pasang low level alarm pada reaktor untuk memperingatkan operator.

6.5 Troubleshooting pada Unit Pemisah

Troubleshooting pada unit pemisah, yang terdiri dari kolom distilasi dan *absorber*, mencakup beberapa permasalahan operasional. Pada kolom distilasi, kendala yang sering muncul meliputi tidak adanya aliran akibat kegagalan pompa atau *control valve*, aliran berlebih yang menyebabkan *flooding*, aliran rendah yang memengaruhi spesifikasi produk, serta fluktuasi suhu dan tekanan yang dapat mengganggu efisiensi pemisahan dan merusak peralatan (Treybal, 1980; Seader et al., 2011).

Sedangkan pada absorber, permasalahan yang umum terjadi adalah aliran gas maupun cairan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi sehingga menimbulkan *channeling*, *flooding*, maupun *loading*. Selain itu, kondisi suhu dan tekanan yang tidak sesuai desain juga dapat menurunkan efisiensi penyerapan serta meningkatkan risiko kerusakan alat (Sinnott & Towler, 2020). Analisis lebih rinci

mengenai permasalahan dan solusinya ditunjukkan pada Tabel 6.7 Analisa HAZOP pada Kolom Destilasi dan Tabel 6.8. Analisa HAZOP pada Absorber.

Tabel 6.7 Analisa HAZOP pada Kolom Destilasi

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>No Flow</i>	– Kegagalan pompa – <i>Control valve</i> gagal untuk merespon	Tidak ada <i>feed</i> yang masuk ke D-01	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Level Control</i> (LC)	
1	Kolom Distilasi (D-01)	Berfungsi untuk memisahkan sisa reaktan dan produk berdasarkan perbedaan titik didih	<i>High Flow</i>	– Overflow di aliran yang dilalui feed masuk menuju ke D-01 – Kegagalan pompa	– Terjadinya <i>flooding</i> – <i>Pressure</i> di D-01 menurun – Kerusakan pada alat	<i>Flow Control</i> (FC), <i>Level Control</i> (LC), <i>Pressure Control</i> (PC)	Pasang alarm untuk suhu dan tekanan tidak sesuai design
			<i>Low Flow</i>	Kegagalan parsial pada pompa	– <i>Feed</i> ke kolom tidak sesuai design – Meningkatny	<i>Flow Control</i> (FC), <i>Level Control</i> (LC), <i>Pressure</i>	– Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa yang bertugas

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					a tekanan – Produk tidak sesuai dengan spesifikasi	Control (PC)	mengalirkan feed ke D-01 – Pasang alarm system untuk monitoring leve
			High Temperature	Suhu input tidak sesuai dengan desain	– Proses pemisahan berlangsung tidak optimal – Dapat menyebabkan kerusakan alat – Produk tidak sesuai dengan spesifikasi	Temperature Control (TC)	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring temperature
			Low Temperature	Suhu input tidak sesuai dengan desain	Proses pemisahan	Temperature Control (TC)	Melakukan maintenance secara berkala pada alat

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					berlangsung tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk		dan periksa <i>emergency shutdown system</i>
			<i>High Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Terjadinya perubahan komposisi yang tidak sesuai dengan spesifikasi – Dapat menyebabkan kerusakan alat	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>Low Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Terjadinya perubahan komposisi yang tidak sesuai dengan spesifikasi	<i>Pressure Control (PC)</i>	

Tabel 6.8 Analisa HAZOP pada Absorber

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Absorber (AB-01)	AB-01 berfungsi untuk menyerap asam akrilat dengan solvent	<i>Low Flow Liquid</i>	– Pompa tidak berfungsi dengan optimal – Terdapat penyumbatan pada pipa	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Flow Control</i> (FC)	Melakukan maintenance secara berkala pada pompa dan control valve
			<i>Low Flow Gas</i>	Terjadi penyumbatan pada pipa	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Melakukan maintenance secara berkala pada pipa dan control valve
			<i>High Flow Gas</i>	Control yang tidak berfungsi secara optimal	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Maintenance pada control valve secara berkala
			<i>High Flow Liquid</i>	Control yang tidak berfungsi secara optimal	Terjadinya <i>Channeling</i> , <i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Level Control</i> (LC) dan <i>Flow Control</i> (FC)	Maintenance pada control valve secara berkala

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
				optimal	<i>Flooding</i> dan <i>Loading</i>	<i>Control (FC)</i>	
			<i>High Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses pemisahan berlangsung tidak sempurna dapat menyebabkan kerusakan alat	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring <i>temperature</i>
			<i>Low Temperature</i>	Suhu <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses pemisahan berlangsung tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk	<i>Temperature Control (TC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan Pemasangan alarm system untuk monitoring <i>temperature</i>
			<i>High Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	– Proses penyerapan berlangsung tidak optimal	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>

No	Component	Description	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					– Dapat menyebabkan kerusakan alat		
			<i>Low Pressure</i>	Tekanan <i>input</i> tidak sesuai dengan desain	Proses penyerapan berlangsung tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap efisiensi alat dan produk	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan maintenance secara berkala pada alat dan periksa <i>emergency shutdown system</i>