

BAB VI

TROUBLESHOOTING

6.1. Analisis HAZOP pada Unit Persediaan Bahan Baku

Tabel 6. 1. Analisis HAZOP Tangki Penyimpanan

No.	Component	Description	Deviation	Cause	Consequence	Safeguard	Recommendation
1.	Tangki T-01, Tangki T-02, Tangki T-03, Tangki T-04	Menyimpan bahan baku (metanol, asam metakrilat, gliserin) pada 35°C dan tekanan 1 atm	<i>Low Feed Flow</i>	Gangguan pompa atau pipa tersumbat	Aliran bahan baku ke reaktor berkurang, efisiensi reaksi menurun	Flow Control (FC), Level Control (LC), Low Level Alarm	Periksa pompa dan pipa secara rutin, jaga level agar tetap konstan sesuai spesifikasi
			<i>Excessive feed flow</i>	Gangguan kontrol atau pompa berlebih	<i>Overfeed</i> ke reaktor sehingga berpotensi reaksi tidak sempurna, limbah meningkat	Flow Control (FC), Level Control (LC), High Level Alarm	Pasang flow meter dan alarm, monitor inlet tangki

Tabel 6. 2. Analisis HAZOP Pompa

No.	Component	Description	Deviation	Cause	Consequence	Safeguard	Recommendation
1.	Pompa Sentrifugal	Mengalirkan bahan baku ke reaktor	<i>No Flow</i>	Kegagalan pompa	Reaktor tidak mendapat feed sehingga reaksi tidak terjadi	Flow Control (FC), Level Control (LC),	Periksa pelumasan impeller, pastikan sistem pelumasan tidak tersumbat
			<i>Low Flow</i>	Kegagalan parsial pompa	Aliran bahan baku ke reaktor berkurang	Flow Control (FC), Level Control (LC),	Periksa kondisi impeller, lakukan maintenance berkala

6.2. Analisis HAZOP pada Unit Reaksi

Tabel 6. 3. Analisis HAZOP Reaktor

No.	Component	Description	Deviation	Cause	Consequence	Safeguard	Recommendation
1.	Reaktor R-01	Mereaksikan bahan baku	<i>No Flow</i>	Pipa tersumbat, kegagalan control valve dan pompa	Tidak ada feed yang masuk ke reaktor, tidak ada reaksi	FC, LC	Periksa pipa, pastikan pompa berfungsi
			<i>Low Flow</i>	Penyumbatan parsial pipa	Jumlah feed rendah sehingga konversi rendah	FC, LC, PC	Ambil sampel tersumbat, pasang filter tambahan bila perlu
			<i>High Flow</i>	Kontrol valve gagal atau pompa berlebih	Excess feed sehingga reaksi tidak sempurna, potensi flooding	FC, LC, PC	pasang alarm high flow, cek rasio bahan

			<i>Low Temperature</i>	Kerusakan pada <i>heater</i>	Efisiensi reaksi berkurang	TC	Periksa sistem emergency shutdown
			<i>High Temperature</i>	Suhu output dari <i>heater</i> lebih besar dari desain	Risiko ledakan, degradasi produk	TC, PC	Pasang high temperature alarm, backup <i>heater</i>
			Aliran berbalik	Kegagalan pada pompa, tekanan pada reaktor terlalu tinggi, kegagalan temperature control di reaktor	Rasio bahan tidak sesuai, berpotensi backflow, incomplete reaction	TC, PC	Meninjau desain reaktor dan sistem perpipaan, memastikan saluran dan kapasitas aliran, pemasangan back up pump dan pressure indicator di reaktor, serta pemasangan High Temperature Alarm

6.3. Analisis HAZOP pada Unit Pemurnian Bahan Baku

Tabel 6. 4. Analisis HAZOP Tangki Penyimpanan

No.	Component	Description	Deviation	Cause	Consequence	Safeguard	Recommendation
1.	MD-01	Memisahkan metanol murni (atas) dari campuran MMA–air (bawah) pada tekanan tinggi	<i>No Flow</i>	Pompa feed gagal, valve tertutup	Tidak ada pemisahan, produk bercampur	Flow Control (FC), Level Control (LC),	Periksa pompa & valve, pasang alarm aliran rendah
			<i>High Flow</i>	Pompa oversupply, kontrol valve gagal	Flooding, tray overload, pemisahan terganggu	Flow Control (FC), Level Control (LC), Pressure Control (PC)	Tambah alarm high flow, tinjau kapasitas tray
			<i>High Pressure</i>	Reboiler berlebih, gas tidak terkendali	Risiko kebocoran, backflow ke upstream	PC	Pasang relief valve & pressure alarm

2.	MD-02	Kolom ekstraktif, memisahkan MMA (atas) dari air dengan gliserin sebagai entrainer	<i>No Flow</i>	Feed tidak masuk (pompa gagal, pipa tersumbat)	MMA tidak terpisah, kualitas produk turun	FC, LC	Inspeksi rutin jalur feed, pasang low-flow alarm
			<i>Low Flow</i>	Supply gliserin tidak cukup	Azeotrop MMA–air tidak terpecah, kemurnian MMA turun	FC, LC, TC	Pasang flow indicator khusus gliserin, atur recycle rate
			<i>High Flow</i>	Oversupply gliserin	Beban kolom naik, flooding, konsumsi energi tinggi	FC, LC, PC	Optimasi recycle ratio, alarm high flow
			<i>High Temperature</i>	Reboiler <i>overheating</i>	Degradasi MMA, risiko runaway	Temperature Control (TC)	Pasang high temp alarm & interlock
3.	MD-03	Memisahkan gliserin (recycle) dari	<i>No Flow</i>	Pompa gagal	Gliserin tidak ter-regenerasi	FC, LC	Pemeliharaan pompa & jalur recycle

		air (produk sisa)			sehingga boros entrainer		
			<i>Low Flow</i>	Aliran bawah tidak cukup	Pemisahan gliserin-air tidak optimal	FC, LC	Monitoring level bottom, pasang low flow alarm
			<i>High Flow</i>	Beban terlalu tinggi, cooling system gagal	Air & gliserin tidak terpisah sempurna, recycle terganggu	FC, PC	Pasang alarm debit, cek kapasitas condenser
4.	Sistem <i>Heat Integration</i>	Pemanfaatan panas antar kolom	<i>No Heat Transfer</i>	<i>Fouling</i> pada HE, perbedaan ΔT tidak tercapai	Kebutuhan steam naik, biaya energi tinggi	<i>Heat Exchanger Monitoring, Flow Control</i>	Bersihkan HE secara berkala, optimasi ΔT
			<i>Overheating</i>	<i>Heat balance</i> tidak stabil	Suhu reboiler terlalu tinggi sehingga menyebabkan degradasi produk	TC, PC	Tambah kontrol otomatis integrasi panas