

## BAB 6

### TROUBLESHOOTING

#### 6.1 Troubleshooting

Untuk mengurangi risiko serta kerugian yang mungkin timbul akibat permasalahan teknis, perlu dilakukan penyusunan langkah-langkah penanganan masalah atau *troubleshooting*. Penyusunan ini harus diawali dengan pemahaman yang mendalam mengenai kondisi normal sistem, guna dapat mengidentifikasi kondisi abnormal secara tepat. Dalam praktiknya, troubleshooting memerlukan data historis mengenai kondisi standar (normal) serta tren performa dari peralatan atau sistem yang digunakan. Dengan demikian, *troubleshooting* dapat dianggap sebagai bagian dari perawatan prediktif yang dilakukan setelah suatu kerusakan (*failure*) terjadi (Wini Rossa Dewi, 2019). Salah satu sektor industri yang tergolong memiliki tingkat risiko tinggi adalah kawasan industri kimia. Tingginya risiko ini disebabkan oleh karakteristik bahan kimia yang diproses, disimpan, serta ditangani dalam jumlah besar, sehingga potensi kecelakaan jauh lebih besar dibandingkan dengan fasilitas pabrik kimia yang berdiri secara terpisah. Selain itu, letak instalasi proses yang berdekatan dengan tangki penyimpanan juga meningkatkan kemungkinan terjadinya efek domino secara beruntun. Oleh karena itu, upaya mitigasi bahaya perlu dilakukan secara terus-menerus, dan hal ini menjadi tantangan tersendiri di kawasan industri tersebut. Dalam rangka mencegah terjadinya kerugian dari sisi operasional, pelanggaran terhadap regulasi, maupun kerusakan reputasi perusahaan akibat kecelakaan kerja dan insiden industri, maka dilakukan pendekatan QRA (*Quantitative Risk Analysis*) (Achmad Rifai, 2021).

*Quantitative Risk Analysis* (QRA) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengenali serta mengevaluasi faktor-faktor risiko yang berpotensi menghambat kesuksesan suatu proyek atau pencapaian target tertentu. Teknik ini juga bermanfaat dalam merancang langkah-langkah pencegahan guna menurunkan kemungkinan terjadinya risiko serta menentukan respons yang tepat jika risiko tersebut terjadi. Fokus utama dari pelaksanaan QRA adalah meminimalkan risiko akut yang mungkin muncul di fasilitas industri, khususnya yang melibatkan pengolahan bahan berbahaya. Salah satu metode yang kini banyak diterapkan dalam dunia industri untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya dalam sebuah pabrik adalah HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*). HAZOP merupakan metode sistematis yang dipakai untuk menilai potensi bahaya dalam rangka memastikan sistem berjalan dengan aman. Tujuan penggunaan pendekatan HAZOP adalah untuk menilai apakah

suatu penyimpangan dari proses normal bisa mengarah pada kejadian yang tidak diharapkan (Sabrina, 2019).

Metode HAZOP dalam melakukan analisis risiko berangkat dari identifikasi deviasi terhadap kondisi operasi normal yang ada dalam proses. Selain dari segi teknis identifikasi dan mitigasi kecelakaan kerja yang berkaitan dengan sistem keamanan pabrik, penting pula adanya penerapan manajemen risiko. Manajemen risiko ini dirancang untuk menekan potensi kerugian apabila bahaya yang telah diantisipasi benar-benar terjadi. Di samping itu, pendekatan ini juga bersifat preventif, yaitu mencegah terjadinya kerugian yang lebih besar akibat ancaman tersebut (Musyafa, 2013).

Alasan dipilihnya metode HAZOP dalam pengerjaan Bab 6 yang membahas tentang *troubleshooting* adalah karena pendekatan ini memiliki sistem yang sangat terstruktur dan terorganisir dengan baik, sehingga memungkinkan tercapainya analisis yang mendalam dan menyeluruh. Sesuai dengan yang dijelaskan oleh Prakoso (2016), tahapan dalam pembuatan HAZOP secara umum meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan seluruh informasi terkait proses yang berlangsung di dalam plant secara detail dan menyeluruh.
- b. Memecah sistem utama menjadi beberapa bagian atau subsistem yang lebih kecil. Pembagian ini dapat dilakukan secara fleksibel tanpa aturan baku.
- c. Melakukan analisis terhadap kemungkinan terjadinya penyimpangan dalam masing-masing subsistem dengan bantuan kata kunci (*guide words*) untuk memudahkan proses pengkajian.
- d. Menggali kemungkinan penyebab dari setiap penyimpangan yang ditemukan dalam proses.
- e. Menetapkan langkah-langkah pengamanan atau perlindungan yang paling tepat untuk mengatasi penyimpangan yang telah teridentifikasi pada tiap elemen sistem.



						terhadap spesifikasi teknis yang telah ditetapkan oleh pabrik dapat terjadi. Selain itu, terdapat potensi bahaya berupa ledakan termal yang disebabkan oleh laju reaksi kimia yang meningkat secara signifikan selama proses berlangsung.		
				<i>High Pressure</i>	<i>Malfunctioned</i>	Kebocoran pada pipa ( <i>pipeline</i> )	<i>Pressure Control (PC)</i>	Melakukan inspeksi serta perawatan rutin terhadap katup ( <i>valve</i> ) guna memastikan kinerja optimal dan mencegah potensi kerusakan.
				<i>High Temperature</i>	Temperature umpan meningkat	Kemungkinan terjadinya cacat pada hasil produksi serta potensi ledakan termal akibat laju reaksi yang meningkat.	<i>Temperature Control (TC)</i>	Kurangi <i>temperature</i> pada umpan

								Monitor <i>temperature</i> pada umpan
			<i>Less of</i>	<i>Low Feed flow</i>	<i>Malfunctioned</i>	Effisiensi rendah	<i>Flow Control (FC) dan Level Control (LC)</i>	Melakukan instalasi serta perawatan rutin pada katup guna memastikan fungsinya tetap optimal dan mencegah potensi gangguan dalam sistem.
				<i>Low Pressure</i>	<i>Malfunctioned</i>	Effisiensi rendah	<i>Pressure Control (PC)</i>	Pemasangan <i>flow meter</i> dan <i>flow alarm</i> dan pemeriksaan serta pemeliharaan pada <i>valve</i>
			<i>More than</i>	Banyak impuritas	Impuritas umpan dalam <i>inlet Feed line</i> terkorosi	Effisiensi reaksi berkurang, produk terkontaminasi, dan risiko kebocoran atau ledakan		Memastikan kualitas dan analisa bahan baku Inspeksi dan pemeliharaan pada <i>valve/line</i>

				Phase	<i>Temperature</i> pada umpan berubah	Effisiensi reaksi berkurang	<i>Temperature Control</i> (TC) dan <i>Pressure Control</i> (PC)	Monitor <i>temperature</i> pada umpan
			<i>Other Than</i>	Tidak ada  <i>Power strat-up</i> gagal	<i>Power outage</i>  <i>Control system</i> tidak berfungsi	Reaktor <i>inactive</i>  Reaktor <i>inactive</i>		Nonaktifkan sistem untuk sementara, lalu lakukan pemeriksaan menyeluruh disertai kegiatan inspeksi dan perawatan guna memastikan kondisi sistem tetap andal dan aman beroperasi.



				dalam tangka.	Roda indikator jatuh ke dalam tangki	Apabila dalam kondisi <i>low level</i> akan menyebabkan produk bercampur dengan sludge yang ada di dasar tangka sehingga konsentrasi turun dan mengganggu proses transfer asam sulfat pada saat <i>loading</i> .		Menyediakan <i>low alarm level</i>
--	--	--	--	---------------	--------------------------------------	--	--	------------------------------------

Tabel 6. 2 Analisis HAZOP Tahap Preparasi Bahan Baku

**Equipment/Unit:** Tahap Preparasi Bahan Baku

**Intention:** Mengubah kondisi bahan baku secara fisik agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan (*pre-treatment*)

No.	Component	Description	Guide Word	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	<i>Centrifugal Pump</i>	Untuk mengalirkan fluida cair	<i>None</i>	<i>Flow</i>	Kemungkinan gangguan dapat disebabkan oleh kerusakan pada motor atau	Pompa tidak bisa menyala dan bekerja sesuai fungsi	<i>Flow Control (FC)</i>	Tinjau kembali prosedur perawatan serta jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan untuk pompa.

					<p>pompa, terputusnya suplai arus listrik, atau adanya penyumbatan pada bagian <i>impeller</i>.</p> <p>Terdapat akumulasi material padat dari aliran fluida yang menempel di permukaan bagian dalam pompa serta sepanjang pipa distribusi bahan baku.</p>	<p>Proses pemindahan fluida terhambat</p>		<p>Lakukan perbaikan terhadap motor dan pompa, sertakan inspeksi rutin terhadap suplai listrik, serta bersihkan <i>impeller</i> secara berkala.</p> <p>Melaksanakan kegiatan pembersihan rutin pada pompa secara terjadwal.</p>
--	--	--	--	--	---	---	--	---

			<i>Less of</i>	<i>Flow</i>	<p>Kegagalan parsial pada pompa</p> <p><i>Shaft</i> bengkok</p> <p><i>Bearing</i> rusak</p> <p>Adanya sumbatan pada <i>impeller</i></p>	<p>Minimnya fluida yang teralirkan ke proses selanjutnya</p>		<p>Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa</p> <p>Melakukan pergantian pada <i>shaft</i>, memperkuat pipa, pergantian <i>roller bearing</i> dan <i>underwater bearing</i></p>
			<i>More of</i>	<i>Pressure</i>	<p>Tekanan <i>head</i> terlalu tinggi, terjadi penyumbatan pada pipa pengisapan dan saringan</p>	<p>Tidak ada fluida pada <i>head</i></p> <p>Terjadi kavitasi</p>	<i>Flow Control</i> (FC) dan <i>Pressure Control</i> (PC)	<p>Periksa pemasangan pipa pada jalur akhir, lakukan pembersihan pada pipa</p> <p>Lakukan pembersihan <i>impeller</i></p>

			<i>More of</i>	<i>Temperature</i>	Perlakuan bahan dengan suhu tinggi	Terjadinya kavitasi	<i>Flow Control (FC) dan Temperature Control (TC)</i>	<p>Perawatan rutin dilakukan untuk menghilangkan akumulasi gelembung udara yang terjebak dalam sistem pompa. Jika pompa mengalami kerusakan parah dan tidak dapat berfungsi kembali, maka penggantian unit pompa menjadi tindakan yang perlu diambil.</p> <p>Diperlukan peninjauan terhadap prosedur perawatan serta penjadwalan pemeliharaan pada peralatan penukar panas (<i>heat exchanger</i>) guna memastikan kinerjanya tetap optimal.</p>
--	--	--	----------------	--------------------	------------------------------------	---------------------	---	--

2	<i>Heat Exchanger</i> (H-101,102,103)	Berfungsi untuk menaikkan temperatur <i>linear alkylbenzene, Oleum</i>	<i>Less of</i>	<i>Temperature</i>	Kegagalan <i>heat exchanger</i>	Temperatur di reaktor terlalu rendah	<i>Temperature Control (TC)</i>	Untuk mencegah kerusakan akibat suhu yang berlebihan, pemasangan alarm suhu tinggi harus dilakukan sebagai sistem peringatan dini.
			<i>More of</i>	<i>Temperature</i>		Efisiensi reaksi pada reaktor berkurang		Diperlukan pula pemasangan sistem kontrol pada instrumen-instrumen vital guna menjaga kestabilan operasional serta menghindari kegagalan fungsi yang dapat menimbulkan risiko serius.

Tabel 6. 3 Analisis HAZOP Tahap Reaksi

<i>Equipment/Unit</i> : Tahap Reaksi								
<i>Intention</i> : Reaksi pembentukan asam <i>Linear Alkylbenzene</i> dan asam sulfat dalam <i>reactor</i>								
No.	Component	Description	Guide Word	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
1	Reactor (R-101)	Berfungsi untuk mereaksikan $C_{12}H_{25}C_6H_5$ dan $H_2SO_4.SO_3$	More of	Temperature	Temperatur $H_2SO_4.SO_3$ terlalu tinggi	Terjadi pemecahan $H_2SO_4$ dan $SO_3$ menghasilkan gas beracun dan korosif		Turunkan temperatur dengan memastikan ada sistem pendinginan yang efektif
			Less of	Temperature	Temperatur $H_2SO_4.SO_3$ terlalu rendah	Temperatur rendah $<95^\circ C$		Injeksikan <i>steam</i>
			More of	Flow	Kelebihan $H_2SO_4.SO_3$	pH rendah $<1$ atau pH tinggi $>2$		Untuk selanjutnya perbaiki pH antara 1,6 – 1,7 dengan memperbaiki <i>ratio</i>
			Less of	Temperature & concentration	Temperatur dan konsentrasi $H_2SO_4.SO_3$ terlalu rendah	Kecepatan reaksi $>7$ menit		Injeksikan <i>steam</i>
			None	Flow	Penyumbatan pada pipa  Control valve untuk	Tidak ada <i>feed</i> yang masuk ke reaktor  Tidak terjadi reaksi pada reaktor	Flow Control (FC) dan Level Control (LC)	Melakukan <i>maintenance</i> untuk <i>flow control</i> (FC) pada reaktor

					membuka, kegagalan dari <i>controller</i> , kegagalan pada pompa			Pemasangan <i>high flow control alarm</i>  Pemeriksaan <i>emergency shutdown system</i>
			<i>Less of</i>	<i>Flow</i>	Penyumbatan parsial pada pipa <i>Control valve</i> untuk membuka  Kegagalan dari <i>controller</i> , kegagalan pada pompa	Jumlah aliran bahan yang tersuplai ke reaktor sedikit  <i>Incomplete reaction</i>	<i>Flow Control (FC)</i> dan <i>Level Control (LC)</i> , <i>Pressure Control (PC)</i>	Pasang <i>low level alarm</i> pada reaktor untuk memperingatkan operator
			<i>More of</i>	<i>Flow</i>	<i>Control valve</i> untuk membuka, kegagalan dari <i>controller</i>  Kegagalan pada pompa	<i>Excess feed</i> aliran yang tersuplai ke reaktor  <i>Incomplete reaction</i>  <i>Ratio</i> antar bahan tidak sesuai  <i>Flooding</i> di reaktor		Pemasangan <i>back up pump</i>  Pemasangan <i>pressure indicator</i> di reaktor

					Tekanan pada reaktor terlalu tinggi	Kemungkinan terjadi <i>back flow</i>		
			<i>Reverse</i>	<i>Flow</i>	Kegagalan pada <i>temperature control</i> di reaktor	Reaksi yang terjadi tidak sempurna	<i>Temperature Control (TC)</i>	Pemasangan <i>high temperature alarm</i>

Tabel 6. 4 *Toubleshooting* Pada *Decanter*

<b><i>Equipment/Unit:</i></b> Tahap Pemisahan							
<b><i>Intention:</i></b> Reaksi pembentukan asam linearalkylbenzene $C_{12}H_{25}C_6H_5$ dan asam sulfat $H_2SO_4$ dalam <i>decanter</i>							
<b>No</b>	<b>Component</b>	<b>Description</b>	<b>Deviation</b>	<b>Cause</b>	<b>Consequences</b>	<b>Safeguard</b>	<b>Recommendation</b>
1	Decanter (D-101)	Berfungsi untuk memisahkan produk utama (Asam LABS) dan	<i>No Flow</i>	Kegagalan pompa	Tidak ada <i>feed</i> yang masuk kolom distilasi	<i>Flow Control (FC)</i> dan <i>Level Control (LC)</i>	Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa yang bertugas mengalirkan <i>feed</i> ke C-01

		produk samping (Asam Sulfat)	<i>High Flow</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overflow di aliran yang dilalui feed masuk menuju ke kolom distilasi</li> <li>- Kegagalan pompa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Overfeed</i> pada kolom distilasi yang tidak lengkap</li> <li>- <i>Pressure</i> di kolom distilasi meningkat</li> <li>- Kemungkinan terjadi ledakan</li> <li>- <i>Back Flow</i> dari campuran ke kolom distilasi</li> </ul>	<i>Flow Control (FC), Level Control (LC), Temperature Control (TC), Pressure Control (PC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasang alarm untuk suhu tinggi dan tekanan tinggi</li> <li>- Pasang non-return valve (<i>check valve</i>)</li> </ul>
			<i>Low Flow</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegagalan parsial pada pompa</li> <li>- <i>Control valve</i> gagal untuk merespon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Feed</i> ke Kolom tidak mencukupi</li> <li>- <i>Control valve</i> gagal untuk merespon</li> </ul>	<i>Flow Control (FC), Level Control (LC), Temperature Control (TC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cek <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa yang bertugas mengalirkan feed ke kolom distilasi</li> <li>- Pasang alarm system untuk monitoring level dan temperautre</li> </ul>