

Equipment/Unit : Tahap Penyimpanan Bahan Baku					
Intention : Menyimpan bahan baku dalam tangki penyimpanan dan mengalirkan bahan baku serta produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
(T-03) (T-04)			menimbulkan kebakaran.		- Melakukan pemeriksaan pada pipa-pipa yang terhubung dengan tangki.
	<i>Low pressure tank</i>	Terjadinya <i>low pressure tank</i> , karena indikator tekanan yang tidak berfungsi. Yang berakibat kualitas bahan baku atau produk akan menurun.	Tidak berfungsinya indikator tekanan.	Melakukan pengecekan pada <i>pressure indicator</i>	Melakukan kalibrasi secara berkala ada <i>pressure gauge</i> dan <i>maintenance</i> .
	<i>Over pressure tank.</i>	- Tidak berfungsinya <i>pressure safety</i>. - Tekanan melebihi rancangan yang telah dibuat	<i>Pressure gauge</i> yang jarang dikalibrasi akan mengalami kerusakan, sehingga menyebabkan tekanan berlebih.	Melakukan pengecekan pada : - <i>Pressure safety valve</i> - <i>Pressure indicator</i>	Melakukan <i>maintenance</i> pada : - <i>Pressure safety valve</i> - <i>Pressure indicator</i>

Equipment/Unit : Tahap Penyimpanan Bahan Baku					
Intention : Menyimpan bahan baku dalam tangki penyimpanan dan mengalirkan bahan baku serta produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
		- Pemakaian yang sudah lama/sudah lewat batas - Indikator tekanan mengalami gangguan atau tidak bekerja secara optimal		- <i>Pressure gate</i>	- <i>Pressure gate</i>

6.2 Unit Pemindahan

Tabel 6. 2 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Pemindahan (Afrizal & Yuniarto, 2013)

Equipment/Unit : Tahap Pemindahan					
Intention : Mengalirkan bahan baku dan produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
Pompa (P-01) (P-02) (P-03) (P-04) (P-05)	- Motor lepas, bisa menimbulkan suara keras - Pompa tidak bekerja	- Motor lepas, bisa menimbulkan suara keras. - Pompa tidak bekerja. - Terjadinya penyumbatan pada <i>impeller</i>.	Tidak dapat mengirimkan/mengalirkan bahan baku atau produk	Melakukan pengecekan secara berkala pada kondisi operasi dan pompa	<i>Pump fail to start</i> dapat dicegah dengan: - Melakukan pengecekan dan perbaikan

Equipment/Unit : Tahap Pemindahan					
Intention : Mengalirkan bahan baku dan produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
(P-06) (P-07) (P-08) (P-09) (P-10) (P-11) (P-12) (P-13) (P-14) (P-15) (P-16)	- <i>Impeller</i> mengalami penyumbatan				pada motor pompa. - Jika terjadinya kerusakan, pompa diperbaiki dan untuk mencegah kerusakan yang parah dilakukan pengecekan secara berkala. - Memeriksa sumber arus listrik yang masuk ke pompa.

Equipment/Unit : Tahap Pemindahan					
Intention : Mengalirkan bahan baku dan produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
	Kelebihan beban pada motor.	- <i>Shaft sleeve</i> terkikis, karena digunakan sangat lama. - Pengantaran arus terlalu tinggi akibat <i>shaft</i> terkikis.	Tidak dapat mengalirkan fluida.	Melakukan perawatan dan pengecekan pada motor pompa dan juga mengganti <i>shaft</i> yang sudah tipis.	- Mengganti atau memperbaiki <i>shaft</i>. - Cek kondisi pompa. - Mengurangi tekanan katup pompa.
	Kerusakan <i>impeller</i> pompa	- Aliran yang tidak stabil mengakibatkan kavitas, sehingga tekanan zat cair menurun. - Adanya kotoran pada fluida. - Erosi bahan kimia.	- <i>Overflow</i> - Terjadi penyumbatan, karena kotoran pada <i>impeller</i> yang masuk ke pompa (<i>stainer</i> tidak maksimal). - <i>Impeller overheating</i> terjadi, karena <i>wearing ring impeller</i> dan	Melakukan pengecekan pada <i>impeller</i> pompa dan kondisi operasi.	- Melakukan <i>maintenance</i> pada pompa yang rusak atau bermasalah. - Mengganti <i>impeller</i> yang rusak dan membersihkan

Equipment/Unit : Tahap Pemindahan					
Intention : Mengalirkan bahan baku dan produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			<i>wearing ring casing</i> yang bergesekkan terlalu keras.		bagian yang tersumbat.
	Aliran <i>fluida</i> kecil	- Kebocoran pada <i>stuffing box</i> atau sisi isap. - Rendahnya kecepatan putaran pada pompa. - <i>Leaking seal</i> yang dapat menyebabkan <i>fluida</i> bocor pada sekitar <i>shaft</i>. - <i>Shaft</i> tidak berputar karena kurangnya pelumas.	Bahan baku dan produk tidak dapat dialirkan atau <i>transfer</i> .	Melakukan pengecekan secara berkala pada kondisi operasi (<i>aliran feed</i>) dan kondisi komponen pmpa.	Jika, aliran <i>fluida</i> menjadi kecil. Dapat diperbaiki dengan : - Masukkan cairan dengan tekanan kedalam pompa dan sisi isapnya. - Memeriksa <i>Standard Operational Procedure</i> (SOP) pada

Equipment/Unit : Tahap Pemindahan					
Intention : Mengalirkan bahan baku dan produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					<i>stainer</i> katup dan <i>impeller</i> .

6.3 Unit Pencampuran

Tabel 6. 3 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Pencampuran (Rozaqur Rokhim, 2015)

Equipment/Unit : Tahap Pencampuran					
Intention : Menyimpan bahan baku dalam tangki penyimpanan dan mengalirkan bahan baku serta produk					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
Mixer (M-01)	<i>Mixer</i> tidak ada aliran..	Kegagalan pada (P-01) dan (P-02).	Tidak ada umpan masuk ke (M-01).	Melakukan pengecekan dengan berkala pada kondisi operasi dan mengecek <i>flow control</i> yang terhubung pada <i>mixer</i> .	Melakukan <i>maintenance procedure</i> dan jadwal pemeliharaan pada pompa.

6.4 Unit Penukar Panas

Tabel 6. 4 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Penukar Panas (Martins et al., 2022)

Equipment/Unit : Tahap Penukar Panas					
Intention : Menurunkan atau menaikkan panas pada bahan baku					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
<i>Heat exchanger</i> (HE-01) (HE-02) (HE-03) (HE-04)	Naiknya <i>pressure drop</i> dalam <i>Plate Heat Exchanger</i> (PHE).	Terdapat kotoran dalam PHE akibat terbawanya kotoran dari BFW.	PHE tersumbat sehingga pemanasan tidak maksimal.	Melakukan pengecekan pada <i>plate</i> dan pipa.	- Melakukan <i>maintenance</i> dan pembersihan pada pipa-pipa sebelum <i>start up</i> - Pembersihan <i>plate</i> secara berkala - Penambahan filter pad media masuk PHE.

Equipment/Unit : Tahap Penukar Panas					
Intention : Menurunkan atau menaikkan panas pada bahan baku					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
	Menurunya output pada HE.	Terdapat kotoran dalam PHE akibat terbawanya kotoran dari BFW.	Menurunya kapasitas HE.	Melakukan pengecekan berkala untuk memastikan PHE yang terkotori oleh serpihan dan plastik.	Melakukan pembersihan pada <i>plate</i> , dan media input pada <i>plate</i> HE diberi filter.
	Kebocoran pada Heat Exchanger	Tekanan yang melebihi <i>design</i> akibat <i>Pressure Control</i> belum terkalibrasi.	Panas yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan proses	Melakukan pengecekan pada <i>set point</i> HE	Melakukan pengecekan atau pengurangan pada setting tekanan sesuai dengan <i>se point</i>
	Aliran pada HE Tersumbat.	Plate tersumbat akibat adanya kotoran yang terbawa masuk pada <i>plate</i> .	Aliran pada HE tidak lancar.	Melakukan <i>maintenance</i> pada plate HE dan pemeriksaan berkala.	Pemeriksaan dan pembersihan berkala pada <i>plate</i> HE dan memberi filter untuk meminimalisir

Equipment/Unit : Tahap Penukar Panas					
Intention : Menurunkan atau menaikkan panas pada bahan baku					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
					tersumbatnya kotoran.
	<i>Refrigerant</i> tidak berfungsi maksimal.	Pengisian <i>refrigerant</i> tidak tepat sehingga tidak sesuai standar operasi.	Pendingan tidak merata diseluruh bagian HE.	Pemeriksaan berkala pada <i>refrigerant</i> .	Melakukan pengisian <i>refrigerant</i> dilakukan dengan membalik tabung <i>refrigerant</i> , sebelum itu HE divakum terlebih dahulu.

6.5 Unit Reaksi

Tabel 6. 5 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Reaksi (Rozaqur Rokhim, 2015)

Equipment/Unit : Tahap Proses					
Intention : Proses pembuatan propilen glikol					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
Reaktor <i>Fluidized bed</i>	<i>Pressure drop</i> reaktor meningkat tajam.	Differensial <i>pressure</i> <i>Instrument</i> plugging rusak akibat jarang dikalibrasi.	Terdapat <i>scale</i> pada reaktor.	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai dengan <i>standar operasional procedure</i> (SOP).	Jika terjadi masalah <i>diffrensial pressure</i> instrumen dapat diantisipasi dengan <i>purge gas</i> dan mengecek kondisi operasi <i>feed filter</i> .
	<i>Excessive Pressure drop.</i>	<i>Pressure drop</i> Filter meningkat.	Umpan tangki mempunyai viskositas yang lebih tinggi.	Memeriksa kualitas umpan.	Mengurangi umpan dari tangki dan memaksimalkan <i>straight run feed</i> .
	Kenaikan <i>Temperature</i> Reaktor.	<i>Temperature outlet</i> merupakan <i>inlet temperature</i> reaktor naik.	Kenaikan temperatur pada reaktor dapat terjadi karena	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan	Melakukan pencegahan seperti penggunaan:

Equipment/Unit : Tahap Proses					
Intention : Proses pembuatan propilen glikol					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
			beberapa hal antara lain: - Perubahan <i>hot feed</i> . - <i>Feed</i> mengandung banyak kotoran. - Operasi <i>fired heater</i> yang tidak stabil.	memastikan semua berjalan sesuai dengan standar operasi.	- Temperature sensor. - Set alarm ketika melebihi <i>set point</i> . - Memastikan saluran udara berjalan baik sehingga tidak menimbulkan risiko.
	Temperatur Reaktor Menurun.	- Katalis di dalamnya menjadi coke. - Komponen feed berkurang.	Konversi tidak berjalan Maksimal.	Melakukan pengecekan kondisi operasi dan memastikan semua berjalan sesuai	Segera melakukan tindakan analisa <i>bottom tangki feed</i> jika water content tinggi, <i>stop supply</i>

Equipment/Unit : Tahap Proses					
Intention : Proses pembuatan propilen glikol					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
				dengan standar operasi.	<i>feed</i> dari tangki yang bermasalah. <i>Water carry over</i> dalam <i>feed</i> dapat menyebabkan katalis menjadi rusak.
Reaktor <i>Membrane</i>	<i>Pressure</i> pada reaktor meningkat tajam.	Penumpukan partikel pada membran	Penurunan produktivitas	Membersihkan membran secara berkala untuk mencegah adanya penumpukan partikel	Pengecekan secara berkala meliputi level dan aliran pada reaktor membran.

6.6 Unit Pemisahan

Tabel 6. 6 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Pemisahan (Townsend, 2018)

Equipment/Unit : Tahap Pemisahan					
Intention : Memisahkan campuran metanol dan acetol dari propilen glikol (produk utama)					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
Distilasi	Laju alir tidak tercukupi akibat tersumbat.	- Penyumbatan saluran. - Peningkatan suhu distilasi. - Terdapat korosi.	- <i>Overheating</i> pada tabung pemanas menyebabkan kebocoran tabung dan memicu ledakan. - Korosi menyebabkan keretakan pada pipa.	- <i>Flow control Safety Valve.</i> - <i>Control Valve.</i> - Temperatur Indikator.	- Mempertimbangkan pemasangan <i>flow meter</i> sebelum <i>valve</i>. - Pemeriksaan jalur transfer secara teratur dan perawatan <i>maintenance</i> yang rutin. - Memasang <i>detector</i> gas untuk mengetahui kebocoran dan pemeriksaan secara berkala.

Equipment/Unit : Tahap Pemisahan					
Intention : Memisahkan campuran metanol dan acetol dari propilen glikol (produk utama)					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
	<i>Foaming and Flooding.</i>	- <i>Foaming</i> disebabkan oleh cairan yang tereksansi dikarenakan adanya laju alir yang tidak kontak fasa. - <i>Flooding</i> disebabkan oleh laju alir berlebih sehingga kontak fasa tidak maksimal.	Hasil distilasi tidak sesuai dengan diharapkan.	- <i>Flow control Safety Valve</i> perlu dicek secara berkala. - <i>Control valve</i> perlu dicek secara berkala.	- Mempertimbangkan pemasangan <i>flow meter</i> sebelum <i>valve</i>. - Pemeriksaan jalur transfer secara teratur dan perawatan <i>maintenance</i> yang rutin.

6.7 Unit Penyerapan

Tabel 6. 7 Analisa *Hazard and Operability* pada Unit Penyerapan (Moraru & Jacobs, 2019)

Equipment/Unit : Tahap Penyerapan					
Intention : Menyerap NaCl dari gliserol					
Component	Deviation	Cause	Consequences	Safeguard	Recommendation
Ion Exchanger (Ion-01)	Ion exchanger tidak ada aliran.	Kegagalan pada (P-04)	Tidak ada umpan masuk ke Ion-01.	Melakukan Pengecekan secara berkala terhadap kondisi operasi dan mengecek <i>flow control</i> yang terhubung pada ion exchanger.	Cek <i>maintenance</i> procedure dan jadwal pemeliharaan pada ion exchanger.
	Aliran keluar dari exchanger menurun	- Kelebihan muatan ion yang akan ditukar - Penyumbatan pada ion exchanger	Kapasitas produk yang dihasilkan menurun	Melakukan regenerasi katalis untuk membantu mengeluarkan kotoran yang menyumbat pada alat	Cek <i>maintenance</i> procedure dan jadwal pemeliharaan pada ion exchanger.