

BAB VI TROUBLESHOOTING

Rancangan *troubleshooting* pada prarancangan pabrik Natrium metanolat dianalisa berdasarkan tingkat penilaian risiko pada proses yang terjadi di setiap unit. *Troubleshooting* merupakan suatu cara pemecahan masalah yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai gejala yang ada pada suatu alat maupun proses. Pentingnya melakukan analisis *troubleshooting* guna mencegah kemungkinan *trouble* yang terjadi, sehingga kemungkinan penyebab, resiko yang terjadi akibat *trouble*, dan bagaimana kemungkinan-kemungkinan cara penyelesaian terhadap *trouble* yang terjadi bisa diketahui (Suhendar & Nana Suyana, 2021). Fungsi dari *troubleshooting* tidak hanya untuk memperbaiki masalah, tetapi juga untuk memastikan umur panjang alat, biaya produksi dan mencegah bahaya keselamatan yang terkait dengan berjalannya proses produksi natrium metanolat.

Pembagian rancangan *troubleshooting* dibuat berdasarkan unit proses dalam pabrik natrium metanolat, antara lain unit penyimpanan, unit pemindahan, unit penukar panas, unit reaksi, unit pemisahan serta unit pendukung proses.

6.1 Unit Distilasi Reaktif

Tabel 6.1. *Troubleshooting* Unit Distilasi Reaktif

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko Akibat Trouble	Troubleshooting
Reaksi tidak berjalan optimal (konversi rendah)	1. Temperatur kolom tidak sesuai kebutuhan reaksi. 2. Distribusi katalis tidak merata atau katalis terdeaktivasi.	1. Produk tidak memenuhi spesifikasi kemurnian. 2. Biaya produksi meningkat karena recycle tinggi.	1. Melakukan kontrol temperatur secara real time dan adaptif 2. Mengganti spesifikasi bahan baku pelarut atau katalis 3. Melakukan optimalisasi laju alir umpan untuk memaksimalkan laju reaksi

Flooding pada kolom	1. Laju alir uap terlalu tinggi 2. Akumulasi cairan pada tray yang terlalu berlebihan akibat desain tray tidak sesuai	1. Efisiensi pemisahan mengalami penurunan 2. Tekanan kolom naik dan pressure drop meningkat, jika tidak segera diatasi harus dilakukan <i>shutdown</i>	1. Menurunkan temperatur dengan mengurangi laju pemanas reboiler 2. Tinjau ulang desain tray dan melakukan optimasi tray jika memungkinkan
Foaming	1. Kemungkinan terjadi jika proses pencampuran atau reaksi yang dapat memicu pembentukan busa 2. Adanya impuritas yang bereaksi membentuk busa	1. Distribusi cairan yang terganggu 2. Efisiensi kontak uap - cair menurun.	1. Menambahkan <i>antifoam</i> jika perlu 2. Melakukan pengecekan kualitas bahan baku sebelum digunakan
Hot spot	1. Reaksi eksotermik yang tidak terkontrol 2. Pendingin tidak berjalan dengan optimal	1. Reaksi terlalu cepat sehingga memungkinkan reaksi reversible terjadi sebelum pemisahan. 2. Potensi mengalami degradasi produk.	1. Menambahkan pendingin atau <i>heat exchanger</i> didalam distilasi 2. Kontrol dan monitoring adaptif

6.2 Unit Tangki Agitator

Tabel 6.2. *Troubleshooting* Unit Tangki Agitator

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko/Akibat Trouble	Troubleshooting
Agitator tidak berputar	1. Motor listrik rusak/terbakar 2. Kabel suplai putus 3. Overload protection aktif	1. Proses pencampuran terhenti 2. Produk tidak homogen 3. Risiko kontaminasi atau kerusakan batch	1. Periksa & ganti motor jika rusak 2. Cek kabel & panel listrik 3. Reset overload dan evaluasi beban
Putaran agitator lemah	1. Tegangan listrik rendah 2. Belt/kopling longgar 3. Bearing aus	1. Pencampuran tidak optimal 2. Waktu proses lebih lama 3. Konsumsi energi meningkat	1. Cek suplai listrik 2. Kencangkan/ganti belt atau kopling 3. Ganti bearing
Getaran & suara bising	1. Poros tidak center (misalignment) 2. Impeller bengkok 3. Bearing rusak	1. Kerusakan mekanis lebih parah 2. Risiko pecahnya seal 3. Biaya maintenance meningkat	1. Lakukan alignment ulang 2. Ganti/repair impeller 3. Ganti bearing
Kebocoran pada shaft seal	1. Mechanical seal aus 2. Packing longgar 3. Instalasi salah	1. Kehilangan material 2. Kontaminasi produk 3. Potensi bahaya keselamatan (jika cairan berbahaya)	1. Ganti seal atau packing 2. Perbaiki pemasangan 3. Evaluasi sistem sealing
Pencampuran tidak homogen	1. Kecepatan agitator tidak sesuai 2. Desain impeller tidak cocok 3. Level cairan terlalu rendah/tinggi	1. Produk tidak sesuai spesifikasi 2. Batch harus di-rework 3. Kualitas turun	1. Atur kecepatan agitator 2. Gunakan impeller sesuai kebutuhan (propeller, turbine, anchor) 3. Sesuaikan volume cairan
Overheating motor	1. Beban agitasi terlalu besar 2. Pendinginan motor tidak cukup 3. Pelumasan kurang	1. Motor cepat rusak 2. Downtime meningkat 3. Biaya listrik tinggi	1. Kurangi viskositas/volume 2. Tambah pendinginan 3. Periksa & tambah pelumas

6.3 Unit Membran Pervaporasi

Tabel 6.3. *Troubleshooting* Unit Membran Pervaporasi

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko/Akibat Trouble	Troubleshooting
Fluks permeat rendah	1. Fouling atau scaling pada membran 2. Konsentrasi feed tidak sesuai 3. Tekanan diferensial rendah 4. Suhu operasi terlalu rendah	1. Kapasitas pemisahan menurun 2. Kualitas produk tidak tercapai 3. Biaya operasi meningkat karena recycle	1. Lakukan cleaning membran (CIP) 2. Sesuaikan konsentrasi feed 3. Cek pompa & sistem vakum 4. Naikkan suhu sesuai desain
Rejeksi (selectivity) rendah	1. Membran rusak atau bocor 2. Temperatur operasi di luar spesifikasi 3. Material feed agresif terhadap membran	1. Produk tercampur kontaminan 2. Tidak memenuhi spesifikasi kemurnian 3. Kehilangan produk berharga	1. Ganti modul membran 2. Kontrol suhu operasi 3. Evaluasi ketahanan material membran
Tekanan diferensial terlalu tinggi	1. Fouling berat pada permukaan membran 2. Kanal modul tersumbat 3. Desain laju alir tidak sesuai	1. Kerusakan mekanis pada membran 2. Konsumsi energi tinggi 3. Umur membran berkurang	1. Lakukan backwash / cleaning 2. Periksa distribusi aliran feed 3. Optimasi laju alir umpan
Terjadi kebocoran feed ke permeat	1. Kerusakan fisik membran (crack, pinhole) 2. Seal atau gasket bocor 3. Modul tidak terpasang dengan benar	1. Produk terkontaminasi 2. Tidak memenuhi spesifikasi kualitas 3. Potensi bahaya jika feed beracun	1. Ganti modul membran rusak 2. Periksa & pasang ulang gasket/seal 3. Cek pemasangan modul
Penurunan umur membran cepat	1. Operasi di luar range (suhu, pH, tekanan) 2. Kontaminan kimia (pelarut agresif)	1. Biaya penggantian membran meningkat 2. Downtime proses lebih sering	1. Operasikan sesuai spesifikasi 2. Gunakan bahan cleaning yang sesuai

	3. Frekuensi cleaning terlalu sering dengan bahan kimia keras	3. Efisiensi plant turun	3. Evaluasi pretreatment feed
--	---	--------------------------	-------------------------------

6.4. Unit Heat Exchanger

Tabel 6.4. *Troubleshooting* Unit Heat Exchanger

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko/Akibat Trouble	Troubleshooting
Efisiensi perpindahan panas menurun	1. Fouling/scale pada permukaan pipa 2. Korosi pada tube/shell 3. Aliran fluida tidak sesuai desain	1. Penurunan kapasitas penukar panas 2. Produk tidak mencapai suhu target 3. Konsumsi energi meningkat	1. Lakukan cleaning (mechanical/chemical) 2. Cek kondisi tube/shell 3. Sesuaikan laju alir fluida
Tekanan diferensial meningkat	1. Depositi padatan pada tube 2. Pipa tersumbat 3. Flow distribution tidak merata	1. Potensi kerusakan pipa 2. Konsumsi energi pompa meningkat 3. Downtime proses	1. Lakukan backwash/cleaning 2. Periksa distribusi aliran 3. Desain ulang baffle jika perlu
Kebocoran pada HE	1. Tube pecah atau retak akibat korosi/erosion 2. Seal/gasket rusak 3. Tekanan operasi terlalu tinggi	1. Kontaminasi antar fluida 2. Kehilangan produk 3. Potensi bahaya keselamatan (jika fluida beracun)	1. Ganti tube bundle/gasket 2. Periksa & kontrol tekanan 3. Evaluasi material konstruksi
Getaran berlebihan	1. Flow-induced vibration 2. Pemasangan baffle kurang tepat 3. Kecepatan fluida terlalu tinggi	1. Retak/pecahnya tube 2. Kebisingan operasional 3. Umur peralatan berkurang	1. Kurangi laju alir fluida 2. Perbaiki desain baffle 3. Pasang damper/penahan getaran
Overheating pada shell/tube	1. Aliran pendingin kurang	1. Kerusakan mekanis akibat thermal stress	1. Tingkatkan laju pendingin

	2. Fouling pada sisi pendingin 3. Temperatur fluida masuk terlalu tinggi	2. Penurunan kualitas produk 3. Resiko shutdown mendadak	2. Lakukan pembersihan rutin 3. Kontrol temperatur inlet fluida
Korosi berlebih	1. Pemilihan material tidak sesuai fluida 2. Proteksi korosi (inhibitor, coating) tidak optimal 3. Adanya kontaminan agresif	1. Penipisan dinding tube/shell 2. Kebocoran dini 3. Biaya maintenance meningkat	1. Gunakan material tahan korosi (SS, titanium, alloy) 2. Tambahkan inhibitor 3. Evaluasi pretreatment fluida

6.5 Unit Reboiler

Tabel 6.5. *Troubleshooting* Unit Reboiler

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko/Akibat Trouble	Troubleshooting
Tidak tercapai temperatur target	1. Fouling/scale pada sisi tube 2. Laju steam rendah 3. Tube bocor/korosi	1. Tidak tercapai komposisi distilat 2. Efisiensi kolom distilasi turun 3. Konsumsi energi meningkat	1. Lakukan cleaning tube 2. Cek supply steam & kontrol valve 3. Periksa tube bundle, ganti bila perlu
Fluktuasi level cairan dalam reboiler	1. Kontrol level tidak stabil 2. Pompa sirkulasi bermasalah 3. Saluran masuk tersumbat	1. Risiko dry-out (tube kering) 2. Kerusakan mekanis pada tube 3. Gangguan operasi kolom	1. Kalibrasi level controller 2. Periksa pompa sirkulasi 3. Bersihkan saluran masuk
Steam consumption terlalu tinggi	1. Fouling pada permukaan heat transfer 2. Isolasi pipa kurang baik	1. Biaya operasi meningkat 2. Kestabilan operasi kolom terganggu	1. Bersihkan reboiler secara rutin 2. Tambahkan isolasi termal

	3. Efisiensi perpindahan panas rendah	3. Umur peralatan lebih pendek	3. Evaluasi desain heat transfer
Kebocoran cairan ke sisi steam	1. Tube crack/pecah 2. Korosi parah 3. Seal tidak rapat	1. Kontaminasi steam 2. Kehilangan produk 3. Potensi bahaya keselamatan	1. Ganti tube bundle 2. Periksa material reboiler 3. Ganti seal/gasket

6.6 Unit Kondensor

Tabel 6.6. Troubleshooting Unit Kondensor

Masalah	Analisa Penyebab Masalah	Analisa Resiko/Akibat Trouble	Troubleshooting
Tidak tercapai tekanan vakum / condensing pressure tinggi	1. Laju pendingin tidak cukup 2. Fouling pada sisi tube 3. Kebocoran udara ke sistem	1. Turunnya kapasitas kondensor 2. Produk tidak terkondensasi sempurna 3. Risiko shutdown kolom distilasi	1. Naikkan laju cooling water 2. Bersihkan tube kondensor 3. Periksa & perbaiki kebocoran udara
Temperatur kondensat terlalu tinggi	1. Cooling water masuk terlalu panas 2. Aliran pendingin rendah 3. Fouling/scale pada sisi pendingin	1. Distilat tidak sesuai spesifikasi 2. Efisiensi kondensor rendah 3. Potensi overheating peralatan	1. Tambahkan suplai air pendingin 2. Cek sistem cooling tower 3. Lakukan cleaning heat exchanger
Kebocoran antar sisi (produk cooling water)	1. Tube retak/pecah 2. Seal atau gasket rusak 3. Korosi pada tube bundle	1. Kontaminasi produk 2. Kontaminasi cooling water 3. Potensi bahaya lingkungan	1. Ganti tube bundle rusak 2. Periksa & ganti gasket 3. Gunakan material lebih tahan korosi
Kondensat tidak mengalir lancar	1. Drain tersumbat 2. Trap atau valve macet 3. Perbedaan level tidak cukup	1. Kondensat menumpuk dalam kondensor 2. Efisiensi penurunan tekanan turun 3. Potensi water hammer	1. Bersihkan jalur drain 2. Periksa steam trap/valve 3. Perbaiki sistem pembuangan kondensat

Pada rancangan *troubleshooting* unit proses dan unit pendukung dapat

mencegah/mengantisipasi risiko kerugian dan kecelakaan kerja dalam diminimalisir dan dihindari dengan rancangan solusi serta *trouble* yang terjadi, sehingga dapat mengurangi risiko kerugian, kecelakaan kerja dan dapat mengetahui lebih mengenai solusi setiap permasalahan separasi menjadikan operasi berjalan produktif dan efisien.