

## BAB VI

### TROUBLESHOOTING

Analisa *troubleshooting* berdasarkan perancangan pabrik etilen oksida didasarkan terhadap penilaian risiko secara umum pada setiap unitnya. Bertujuan dalam pencegahan dan pengurangan terhadap risiko adanya gangguan, sehingga dapat diketahui dan teridentifikasinya penyebab dan solusi yang tepat dan cepat.

#### 6.1 *Troubleshooting* pada Unit Penyimpanan

Tabel 6. 1 Troubleshooting pada Unit Penyimpanan

| Unit             | Analisa Masalah                                                                                 | Analisa Penyebab                                                                      | Analisa Risiko                                                                                   | <i>Troubleshooting</i>                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unit Penyimpanan | - Berbunyinya alarm <i>high/low pressure</i> pada tangki etilen atau oksigen atau etilen oksida | - <i>Pressure Indicator Control</i> tidak berfungsi dengan baik dalam membaca kondisi | - Risiko terjadi ledakan dan kerusakan secara mekanis terhadap tangki akibat <i>overpressure</i> | - Pemeriksaan berkala terhadap sistem <i>Pressure Relief Device</i> (PRD), sensor tekanan, dan alarm sistem, |
|                  | - Pecahnya <i>Rapture Disk</i>                                                                  | - Adanya error pada sistem kontrol berupa ketidaktepatan kalibrasi dan delay sistem   | - Kerusakan terhadap bahan baku ataupun bahan jadi                                               | serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun site                                                          |
|                  | - Berbunyinya alarm kebocoran gas                                                               |                                                                                       | - Tumpahan etilen dan etilen oksida akan mengganggu dan berbahaya                                | - Melakukan <i>maintenance</i> dan menjalankan prosedur <i>switching</i> menuju tangki <i>standby</i>        |
|                  |                                                                                                 |                                                                                       |                                                                                                  |                                                                                                              |

| Unit | Analisa Masalah                                                                                                                                                                 | Analisa Penyebab                                                                                                                                                                                                                                                             | Analisa Risiko                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | bagi lingkungan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | dengan aman, serta melakukan pemeriksaan tekanan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berbunyinya alarm <i>high temperature</i> pada tangki penyimpanan etilen oksida/ etilen</li> <li>- Alarm kebakaran berbunyi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegagalan sistem pendingin dan kompresor</li> <li>- Kebakaran di area sekitar tangki</li> <li>- Radiasi panas dari lingkungan (matahari)</li> <li>- Tidak adanya proteksi tangki terhadap sinar matahari secara langsung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meledaknya tangki bahan, dan kerusakan mekanis pada tangki</li> <li>- Pencemaran udara sekitar oleh gas beracun</li> <li>- Kebakaran menjalar ke unit lain (<i>Dinamo effect</i>)</li> <li>- Dekomposisi senyawa berupa reaksi polimerisasi eksotermik spontan pada etilen oksida</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan berkala terhadap <i>Temperature Relief Device</i> (TRD), sensor temperatur, dan alarm sistem, serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun <i>site</i></li> <li>- Melakukan <i>maintenance</i> dan menjalankan prosedur <i>switching</i> menuju tangki <i>standby</i> dengan aman, serta melakukan pemeriksaan temperatur</li> </ul> |

| Unit | Analisa Masalah                                                                                                                                     | Analisa Penyebab                                                                                                                                                                               | Analisa Risiko                                                                                                                                                                                                     | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan <i>thermal insulation</i> dan <i>shelter</i> untuk menghindari panas dari lingkungan, serta <i>pressure relief device</i> untuk membantu melepaskan tekanan akibat pemanasan</li> <li>- Mengaktifkan sistem pendingin cadangan</li> </ul> |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berbunyinya alarm <i>low temperature</i> pada tangki penyimpanan etilen/ oksigen/ etilen oksida</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerusakan sistem pendingin dan kompresor</li> <li>- <i>Temperature Indicator Control</i> tidak berfungsi dengan baik dalam membaca kondisi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembekuan pada valve dan jalur perpipaan</li> <li>- Kerusakan mekanis pada peralatan seperti retak</li> <li>- Viskositas bahan meningkat yang akan menyulitkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan berkala terhadap <i>Temperature Relief Device</i> (TRD), sensor temperatur, dan alarm sistem, serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun <i>site</i></li> </ul>                                                                      |

| Unit | Analisa Masalah                                                                      | Analisa Penyebab                                                                            | Analisa Risiko                                                                                                                                                                 | Troubleshooting                                                                                                                                                                                 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                      | - Adanya error pada sistem kontrol berupa ketidaktepatan kalibrasi dan delay sistem         | - sistem pemompaan<br>- Gangguan pada sistem vaporizer karena bahan terlalu dingin untuk diuapkan                                                                              | - Pemeriksaan terhadap sistem insulasi pendingin<br>- Penyesuaian suhu pada sistem pendingin<br>- Koordinasi untuk isolasi sistem apabila suhu terus turun ekstrem oleh DCS dan PIC <i>site</i> |
|      | - Berbunyinya alarm low level pada tangki penyimpanan etilen/ oksigen/ etilen oksida | - Kebocoran tangki<br>- Gangguan sistem kontrol otomatis berupa kerusakan level transmitter | - <i>Pressure</i> menurun drastis karena hampir vakum<br>- Kerusakan mekanis peralatan<br>- Sistem pendinginan tidak stabil<br>- Kerusakan pada pompa karena <i>cavitation</i> | - Pemeriksaan berkala terhadap <i>Level Relief Device</i> (TRD), sensor temperatur, dan alarm sistem, serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun <i>site</i><br>- Pengecekan sambungan      |

| Unit | Analisa Masalah                                                                                     | Analisa Penyebab                                                                                                                          | Analisa Risiko                                                                                                                                                                        | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                     |                                                                                                                                           | (kekosongan aliran)                                                                                                                                                                   | <p>aliran pipa atau tangka</p> <p>- Menghentikan aliran keluar dari tangki guna menghindari kekosongan total</p>                                                                                                                                                                                        |
|      | <p>- Berbunyinya alarm <i>high level</i> pada tangki penyimpanan etilen/ oksigen/ etilen oksida</p> | <p>- <i>Overfilling</i> bahan</p> <p>- Kesalahan prosedur pengisian</p> <p>- Sensor level mengalami kerusakan atau tidak terkalibrasi</p> | <p>- Kebakaran/ ledakan apabila kontak dengan panas</p> <p>- Kontaminasi bahan beracun ke lingkungan</p> <p>- Tekanan meningkat akibat <i>overflow</i> dalam <i>closed system</i></p> | <p>- Pemeriksaan berkala terhadap <i>Level Relief Device</i> (TRD), sensor temperatur, dan alarm sistem, serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun <i>site</i></p> <p>- Pengecekan log aliran masuk dan keluar tangki</p> <p>- <i>Switching</i> menuju tangki <i>standby</i> atau menghentikan</p> |

| Unit | Analisa Masalah | Analisa Penyebab | Analisa Risiko | Troubleshooting                                         |
|------|-----------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------|
|      |                 |                  |                | pengisian melalui DCS atau <i>manual shutdown valve</i> |

## 6.2 Troubleshooting pada Unit Pemindahan

Tabel 6. 2 Troubleshooting pada Unit Pemindahan

| Unit            | Analisa Masalah                                                         | Analisa Penyebab                                                      | Analisa Risiko                             | Troubleshooting                                                  |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Unit Pemindahan | Tekanan/ laju aliran tidak berjalan dengan stabil pada aliran perpipaan | - Kerusakan pada pompa berupa kebocoran seal ataupun impeler yang aus | - Efisiensi proses mengalami penurunan     | - Pemeriksaan dan penggantian terhadap pompa                     |
|                 |                                                                         | - Tekanan balik menuju tangki penyimpanan                             | - Terganggunya suplai bahan menuju reaktor | - Melakukan inspeksi dan kalibrasi terhadap flowmeter            |
|                 |                                                                         | - Buka valve manual/ otomatis tidak terbuka dengan penuh              |                                            | - <i>Cleaning</i> secara berkala pada valve dan sistem perpipaan |
|                 |                                                                         | - Adanya <i>cavitation</i> (kekosongan aliran)                        |                                            |                                                                  |

| Unit | Analisa Masalah                               | Analisa Penyebab                                                                                                                                                                                                                              | Analisa Risiko                                                                                                                                                                                   | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Adanya kebocoran selama proses transfer bahan | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fitting pada flange dan pipa tidak cukup kuat</li> <li>- Tekanan aliran bahan melebihi kapasitas desain</li> <li>- Korosi atau retakan pipa</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ledakan pada sekitar aliran perpipaan</li> <li>- Paparan bahan beracun dan mudah terbakar</li> <li>- Kontaminasi bahan beracun ke lingkungan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan isolasi pada area yang terjadi kebocoran</li> <li>- <i>Shutdown</i> manual/otomatis pompa</li> <li>- Pemeriksaan dan perbaikan sistem venting area</li> <li>- Pemeriksaan dan perbaikan maupun penggantian fitting pipa</li> </ul> |
|      | Pompa berhenti bekerja secara mendadak        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerusakan motor pada pompa</li> <li>- <i>Overheating</i> akibat <i>flowrate</i> dan tekanan tinggi</li> <li>- Daya listrik yang menyuplai energi tidak stabil</li> <li>- Keausan terhadap</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses distribusi bahan terhenti</li> <li>- Suplai menuju reaktor terganggu</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan terhadap daya listrik dan motor pompa</li> <li>- Penggantian suku cadang pompa secara berkala</li> <li>- <i>Switching</i> aliran menggunakan pompa <i>standby</i></li> </ul>                                                     |

| Unit | Analisa Masalah                                                | Analisa Penyebab                                                                     | Analisa Risiko                                                                                                             | Troubleshooting                                                                                                                                                               |
|------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                | internal pompa                                                                       |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |
|      | Terjadinya aliran balik ( <i>backflow</i> )                    | - Kerusakan pada check valve                                                         | - Adanya kontaminasi bahan baku pada tangki sebelumnya<br>- Adanya tekanan balik menuju pipa <i>upstream</i>               | - Perbaikan dan penggantian <i>check valve</i><br>- Pemeriksaan berkala terhadap sensor tekanan, dan alarm sistem, serta kalibrasi ulang pada PIC dari DCS maupun <i>site</i> |
|      | Ketidakstabilan temperatur ketika proses transfer oksigen cair | - <i>Overheating</i> dari luar sistem<br>- Valve throttling tidak bekerja semestinya | - Ledakan akibat <i>flash vaporization</i><br>- Tekanan meningkat secara signifikan<br>- Penguapan oksigen di dalam sistem | - Pemeriksaan dan perbaikan berkala pada sistem insulasi dan valve<br>- Penambahan <i>thermal shield</i> untuk melindungi paparan sinar matahari                              |
|      | <i>Plugging</i> atau tersumbatnya aliran                       | - Etilen oksida mengalami penurunan temperatur secara signifikan di                  | - Peningkatan tekanan dalam aliran<br>- Line dalam sistem perpipaan pecah                                                  | - Melakukan pemanasan terhadap jalur yang mengalami <i>chocking</i> etilen oksida yang membeku                                                                                |



| Unit | Analisa Masalah | Analisa Penyebab                                                                                  | Analisa Risiko        | Troubleshooting                                                                                                                                       |
|------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                 | bawah titik beku<br>- Adanya <i>chocking</i> etilen oksida yang membeku atau residu di dalam pipa | - <i>Overpressure</i> | - Pembersihan <i>chocking</i> residu dengan menggetok untuk melepaskannya dari dinding pipa<br>- Penggunaan unit filtrasi sebelum aliran menuju pompa |

### 6.3 Troubleshooting pada Unit Reaktor

Tabel 6. 3 Troubleshooting pada Unit Reaktor

| Unit         | Analisa Masalah                                           | Analisa Penyebab                                         | Analisa Risiko                    | Troubleshooting                                                                |
|--------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Unit Reaktor | Temperatur reaktor terlalu tinggi melebihi desain operasi | - Penggunaan komposisi oksigen maupun etilen tidak tepat | - Reaksi tidak dapat dikendalikan | - Pemeriksaan dan evaluasi rasio umpan                                         |
|              |                                                           | - Adanya gangguan pada sistem pendingin                  | - Reaktor meledak                 | - Pengaktifan sisten                                                           |
|              |                                                           | - Katalis yang digunakan terlalu reaktif                 | - Rusaknya katalis yang digunakan | <i>quenching</i> atau N <sub>2</sub><br>- Pengaktifan sistem pendingin darurat |

| Unit | Analisa Masalah                                     | Analisa Penyebab                                                                                                                                                                                           | Analisa Risiko                                                                                                                                    | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                  |
|------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <i>Overpressure</i> secara drastis di dalam reaktor | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tertutupnya <i>outlet valve</i></li> <li>- Terbakarnya (<i>flashing</i>) etilen oksida</li> <li>- Adanya penumpukan gas produk</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapture disk pecah</li> <li>- Terjadinya overpressure pada vessel</li> <li>- Reaktor meledak</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengaktifan <i>Pressure Relief Device</i> (PRD)</li> <li>- Mengurangi laju aliran umpan</li> <li>- Pemeriksaan terhadap <i>exhaust/venting</i></li> </ul>                               |
|      | Hasil konversi etilen oksida rendah                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menurunnya aktivitas katalis</li> <li>- Temperatur operasi tidak optimal</li> <li>- Rasio bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan desain operasi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turunnya efisiensi produksi</li> <li>- Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggantian atau regenerasi katalis</li> <li>- Pemeriksaan dan optimasi temperatur dan tekanan</li> <li>- Pemeriksaan dan evaluasi komposisi umpan dan aliran secara berkala</li> </ul> |
|      | Munculnya <i>hot spot</i> pada reaktor              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribusi gas tidak merata</li> <li>- Adanya <i>fouling</i> pada katalis di dalam reaktor</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerusakan pada reaktor</li> <li>- Penurunan kualitas katalis</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan berkala terhadap temperatur reaktor</li> <li>- Pemeriksaan terhadap</li> </ul>                                                                                              |

| Unit | Analisa Masalah                                                | Analisa Penyebab                                                                                                      | Analisa Risiko                                                     | Troubleshooting                                                                                                                                                 |
|------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                | - Laju aliran tidak stabil                                                                                            |                                                                    | kondisi fisik katalis<br>- Pemeriksaan dan evaluasi aliran                                                                                                      |
|      | Temperatur reaktor tidak mencapai temperatur desain operasi    | - Sistem pemanasan rusak<br>- Kontrol otomatis temperatur tidak bekerja semestinya<br>- Heater atau valve rusak       | - Reaksi gagal tercapai<br>- Produksi etilen oksida tidak tercapai | - Pemeriksaan terhadap heater, daya listrik, dan sistem kontrol otomatis pada loop terhadap temperatur                                                          |
|      | Temuan adanya O <sub>2</sub> atau produk samping yang berlebih | - Terlalu banyak O <sub>2</sub> yang digunakan<br>- Temperatur operasi terlalu tinggi<br>- Reaksi oksidasi berlebihan | - Menurunnya selektivitas etilen oksida<br>- Korosivitas meningkat | - Pemeriksaan terhadap laju umpan O <sub>2</sub><br>- Penyesuaian terhadap temperatur operasi<br>- Evaluasi terhadap efisiensi konversi dan selektivitas produk |

## 6.4 Troubleshooting pada Unit Pemisahan

Tabel 6. 4 Troubleshooting pada Unit Pemisahan

| Unit     | Analisa Masalah                   | Analisa Penyebab                                                                                                                                                             | Analisa Risiko                                                                                                                                                                                                                                                             | Troubleshooting                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Absorber | Penurunan pressure secara drastic | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adanya kebocoran di dalam absorber</li> <li>- Terbukanya valve blowdown akibat ketidak sengajaan atau kesalahan operator</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menurunnya efisiensi absorbs</li> <li>- Gas (etilen oksida/ CO<sub>2</sub>) tidak terserap maksimal oleh absorben (H<sub>2</sub>O/ larutan benfiled)</li> <li>- Ledakan dari dalam kolom absorber akibat kebocoran gas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan pressure dan kebocoran secara berkala melalui DCS maupun <i>site</i></li> <li>- Pemeriksaan terhadap valve blowdown dan control valve</li> <li>- Pemeriksaan dan perbaikan sistem segel dan pressurizing</li> </ul> |
|          | Weeping dan entrainment           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flow gas masuk terlalu kecil</li> <li>- Rasio cairan dan gas terlalu tinggi sehingga adanya overloading cairan</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menurunnya efisiensi tranfer massa</li> <li>- Hasil bottom product terkandung gas terlalu tinggi</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemeriksaan dan kontrol aliran liquid dan gas</li> <li>- Pemeriksaan dan penyesuaian tray design dan ukuran nozzle berdasarkan desain</li> </ul>                                                                                |

| Unit     | Analisa Masalah                                                           | Analisa Penyebab                                                                              | Analisa Risiko                                                                                     | Troubleshooting                                                                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                           |                                                                                               |                                                                                                    | spesifikasi alat                                                                                     |
| Stripper | Hasil overhead product memiliki komposisi H <sub>2</sub> O terlalu banyak | - Steam yang dihasilkan boiler tidak cukup panas<br>- Aliran gas pada overhead product rendah | - Hasil produk tidak sesuai dengan spesifikasi<br>- Reprocessing produk sehingga meningkatkan cost | - Pemeriksaan dan cleaning reboiler<br>- Melakukan kalibrasi terhadap laju aliran stripping gas      |
|          | Terbentuknya foaming di dalam kolom                                       | - Adanya kontaminasi surfaktan atau polimer<br>- Rasio cairan dan gas terlalu jauh            | - Menurunnya efisiensi pemisahan<br>- Adanya potensi terjadi <i>carryover</i>                      | - Penambahan antifoaming agent<br>- Pemeriksaan dan kontrol kualitas umpan berkala atau setiap batch |

### 6.5 Troubleshooting pada Unit Pemurnian

Tabel 6. 5 Troubleshooting pada Unit Pemisahan

| Unit                       | Analisa Masalah                      | Analisa Penyebab                                               | Analisa Risiko                              | Troubleshooting                            |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Unit Pemurnian (Distilasi) | Terjadinya flooding atau entrainment | - Laju aliran uap terlalu tinggi<br>- Kerusakan pada tray atau | - Adanya gangguan terhadap sistem pemisahan | - Pemeriksaan dan kontrol pemasangan ulang |

|                                                                                |                                                                 |                                                                                                         |                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | adanya penyumbatan                                              | - Berpotensi meningkatnya tekanan secara berlebihan                                                     | - Pemeriksaan terhadap tray dan packing secara berkala                                                                   |
| Hasil produk etilen oksida tidak memenuhi spesifikasi atau kemurniannya rendah | - Rendahnya reflux ratio<br>- Efisiensi kerja kondensor menurun | - Menurunnya kualitas produk etilen oksida<br>- Adanya gangguan terhadap produk turunan yang dihasilkan | - Peningkatan rasio refluks<br>- Pemeriksaan dan <i>maintenance</i> pada <i>condenser</i> dan <i>temperature control</i> |

## 6.6 Troubleshooting pada Unit Penukar Panas

Tabel 6. 6 Troubleshooting pada Unit Penukar Panas

| Unit               | Analisa Masalah                                             | Analisa Penyebab                                            | Analisa Risiko                              | Troubleshooting                                                                                                  |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unit Penukar Panas | Tingginya <i>temperature</i> pada <i>outlet</i> atau produk | - Adanya penyumbatan atau berkurangnya <i>cooling water</i> | - Hasil konversi reaksi tidak optimal       | - Optimalisasi aliran <i>cooling water</i>                                                                       |
|                    |                                                             | - Adanya <i>fouling</i> pada aliran panas                   | - <i>Overheating</i> pada <i>downstream</i> | - <i>Cleaning</i> aliran terhadap <i>fouling</i><br>- Pemasangan <i>flow indicator</i> pada <i>cooling water</i> |

| Unit | Analisa Masalah                                             | Analisa Penyebab                                                                   | Analisa Risiko                                                                             | Troubleshooting                                                                                                                                          |
|------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Rendahnya <i>temperature</i> pada <i>outlet</i> atau produk | - Aliran cooling water terlalu tinggi<br>- Adanya <i>fouling</i> pada aliran panas | - Hasil produk kondensasi berlebihan<br>- Adanya potensi pembekuan aliran atau pengendapan | - Pemeriksaan dan kontrol terhadap <i>flow rate cooling water</i><br>- Isolasi area guna menghindari pembekuan                                           |
|      | Menurunnya efisiensi pertukaran panas                       | - Adanya scalling, fouling, ataupun korosi pada permukaan penukar panas            | - Kebutuhan energi semakin meningkat<br>- Performa proses akan menurun                     | - Pemeriksaan dan <i>chemical cleaning</i><br>- Pre-treatment menggunakan cooling water<br>- Pemeriksaan dan inspeksi terhadap NDT permukaan tube aliran |
|      | Adanya kebocoran internal ( <i>cross leakage</i> )          | - Adanya retakan pada tube akibat korosi/ stress                                   | - Tercampurnya cooling water dan produk<br>- Munculnya kontaminasi atau reaksi sampling    | - Pengujian tekanan dan integritas tabung secara berkala<br>- Penggantian bundle tube apabila diperlukan                                                 |

| Unit | Analisa Masalah                                | Analisa Penyebab                                                                                           | Analisa Risiko                                                                                      | Troubleshooting                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Meningkatnya <i>pressure</i> pada aliran panas | - Adanya penyumbatan pada outlet sehingga perpindahan panas tidak signifikan                               | - Berpotensi overpressure pada aliran atas ( <i>upstream</i> )<br>- Kerusakan pada pipa dan fitting | - Pemeriksaan terhadap laju alir fluida<br>- Pemeriksaan dan cleaning saluran yang tersumbat<br>- Pemasangan relief valve apabila belum ada                    |
|      | Adanya getaran berlebih                        | - Aliran mengalami ketidakstabilan ( <i>flow-induced vibration</i> )<br>- Tube tidak terpasang dengan baik | - Terjadinya fatigue pada tube bundle<br>- Kebocoran dan kerusakan pada struktur rangkaian          | - Penambahan baffle<br>- Pemeriksaan berkala terhadap kondisi sambungan tube<br>- Pemeriksaan aliran guna memastikan tidak adanya aliran turbulen yang ekstrem |
|      | <i>Pressure drop</i> yang signifikan           | - Adanya fouling pada aliran fluida<br>- Adanya kerusakan                                                  | - Efisien kerja yang rendah<br>- Meningkatnya konsumsi energi pada                                  | - Pemeriksaan dan <i>general cleaning</i> pada sistem ini                                                                                                      |



| Unit | Analisa Masalah | Analisa Penyebab   | Analisa Risiko | Troubleshooting                                                                                                                          |
|------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                 | internal pada tube | sistem pompaan | - Pemasangan filter aliran sebelum masuk ke dalam HE<br>- Pemeriksaan dan monitoring <i>pressure</i> pada <i>input</i> dan <i>output</i> |

## 6.7 Troubleshooting pada Unit *Water Treatment*

Tabel 6. 7 Troubleshooting pada Unit *Water Treatment*

| Unit                               | Analisa Masalah                                    | Analisa Penyebab                                                                                                                      | Analisa Risiko                                                                         | Troubleshooting                                                                                          |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unit <i>Water Treatment</i></b> | Adanya kandungan ion logam pada air demineralisasi | - Jenuhnya resin kation maupun anion<br>- <i>Backwash</i> tidak dilakukan dengan optimal<br>- Adanya kebocoran pada <i>seal resin</i> | - Pengkerakan dan korosi pada boiler dan HE<br>- Menurunnya efisiensi pertukaran panas | - Regenerasi resin secara berkala<br>- Pemeriksaan kondisi seal<br>- Pengujian kualitas air secara rutin |
|                                    | Tingginya kekeruhan (TSS naik)                     | - Rusak atau tersumbatnya media filter<br>- Pre-treatment tidak                                                                       | - Adanya fouling pada peralatan <i>downstream</i>                                      | - Melakukan backwash filter<br>- Penggantian media filter                                                |

| Unit | Analisa Masalah            | Analisa Penyebab                                                                                              | Analisa Risiko                                                                                            | Troubleshooting                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                            | dilakukan dengan optimal                                                                                      | - Terjadinya gangguan pada RO ( <i>reverse osmosis</i> ) atau EDI ( <i>elektro-deionization</i> )         | - Penambahan unit koagulasi jika diperlukan                                                                                                                          |
|      | Nilai pH air tidak stabil  | - Dosing (penambahan) bahan kimia tidak akurat (NaOH, HCl)<br>- Adanya kegagalan pembacaan sensor pH          | - Pengkerakan atau korosi pada pipa dan boiler<br>- Terganggunya proses reaksi yang sensitive terhadap pH | - Kalibrasi dosing pump dan sensor pH<br>- Pemeriksaan keakuratan bahan kimia                                                                                        |
|      | Tingginya kandungan silika | - Resin anion tidak bekerja dengan baik dalam mengadsorpsi<br>- Rangkaian proses demineralisasi tidak lengkap | - Adanya deposisi silika pada permukaan logam panas seperti dalam alat boiler dan <i>heat exchanger</i>   | - Regenerasi resin anion<br>- Penggunaan mixed-bed polish<br>- Melakukan monitoring terhadap kinerja dan kualitas sikla secara online menggunakan sistem otomatisasi |
|      | Pressure pada air proses   | - Penyumbatan pada filter atau                                                                                | - Terganggunya supply menuju                                                                              | - Pemeriksaan terhadap                                                                                                                                               |

| Unit | Analisa Masalah                          | Analisa Penyebab                                                                                                   | Analisa Risiko                                                                                           | Troubleshooting                                                                                                                                           |
|------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | menurun signifikan                       | sepanjang aliran perpipaan<br>- Kinerja pompa tidak bekerja maksimal                                               | unit-unit utama meliputi reaktor dan cooling tower                                                       | kondisi pompa dan filter,<br>- <i>Flushing</i> seluruh aliran air<br>- <i>Cleaning strainer</i>                                                           |
|      | Dosing bahan kimia mengalami kebocoran   | - Kebocoran drum penyimpanan kimia<br>- <i>Overdosing</i>                                                          | - Meningkatnya biaya operasional<br>- Risiko keselamatan meningkat akibat bahan yang korosif dan iritasi | - Penggantian drum yang telah rusak<br>- Pemeriksaan dan inspeksi pada <i>dosing line</i><br>- Penambahan sistem <i>containment</i>                       |
|      | Adanya biofouling atau tumbuhnya mikroba | - Klorinasi pada air tidak dilakukan dengan sebagaimana mestinya<br>- Temperatur air mendukung pertumbuhan mikroba | - Timbulnya biofilm pada pipa<br>- Menurunnya efisiensi sistem<br>- Adanya kontaminasi pada air          | - Penambahan <i>shock dosing biocide</i><br>- Pemeriksaan dan penjagaan sirkulasi air<br>- <i>General cleaning</i> menggunakan bahan kimia secara berkala |

| Unit | Analisa Masalah                                         | Analisa Penyebab                                                                                         | Analisa Risiko                                                                  | Troubleshooting                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Adanya endapan di dalam pipa atau keseluruhan unit      | - Air <i>softening</i> dan demin tidak sesuai dengan spesifikasi<br>- Kurangnya dosis <i>antiscalant</i> | - Adanya penyumbatan<br>- Efisiensi kerja alat menurun<br>- <i>Overpressure</i> | - Penambahan bahan <i>antiscalant</i><br>- Optimalisasi sistem <i>softener</i><br>- <i>Descaling</i>                                                                |
|      | Berbunyinya <i>alarm high TDS</i> pada RO <i>reject</i> | - Rusaknya membran RO<br>- Pre-treatment tidak dilakukan dengan optimal                                  | - Menurunnya kualitas air permeat<br>- Meningkatnya konsumsi energi             | - <i>Cleaning</i> RO menggunakan sistem <i>cleaning in place</i><br>- Penggantian membran<br>- Pemeriksaan dan evaluasi pada serangkaian proses <i>pretreatment</i> |

## 6.8 Troubleshooting pada *Emergency Shutdown*

Tabel 6. 8 Troubleshooting pada Emergency Shutdown

| Unit                             | Analisa Masalah                           | Analisa Penyebab                                                             | Analisa Risiko                                           | Troubleshooting                              |
|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b><i>Emergency Shutdown</i></b> | Matinya sistem ESD ketika kondisi darurat | - <i>Power supply</i> yang gagal teralirkan<br>- Kerusakan pada <i>relay</i> | - Timbulnya kebakaran<br>- Reaktor tidak dilindungi dari | - Adanya redundansi (pengulangan) sistem ESD |

| Unit | Analisa Masalah                              | Analisa Penyebab                                               | Analisa Risiko                                                                                               | Troubleshooting                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                              | - Kelalaian operator                                           | <i>runaway reaction</i>                                                                                      | - Pemeriksaan berkala pada sistem kontrol dan <i>relay</i><br>- Pelatihan dan pembekalan pada setiap operator                              |
|      | Gagal menutupnya <i>valve shutdown</i>       | - Kemacetan pada valve<br>- Tidak berfungsinya <i>actuator</i> | - Adanya kebocoran bahan kimia<br>- Timbulnya kebakaran akibat oksigen dan etilen tidak dihentikan alirannya | - Pemeriksaan dan <i>maintenance</i> pada <i>valve</i> secara berkala<br>- Pengujian terhadap fungsional sistem kontrol ESD                |
|      | Sistem otomatis pada interlock tidak bekerja | - <i>Errornya program logic</i><br>- Rusaknya <i>wiring</i>    | - Kegagalan sistem untuk <i>shutdown</i> ketika tekanan/temperature melebihi batas                           | - Pemeriksaan dan <i>review logic control</i><br>- Penguji cobaan <i>interlock</i> secara berkala<br>- Verifikasi integritas sinyal sensor |
|      | Aktivasi prosedur ESD                        | - Kurang terlatihnya operator                                  | - Kerugian material dan nyawa                                                                                | - Pelatihan <i>emergency</i>                                                                                                               |

| <b>Unit</b> | <b>Analisa Masalah</b> | <b>Analisa Penyebab</b>      | <b>Analisa Risiko</b> | <b>Troubleshooting</b>                                                       |
|-------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|             | manual yang terlambat  | - Tidak ada alarm peringatan |                       | <i>response</i> secara berkala<br>- Pemasangan alarm dan kontroler indikator |