

**ANALISIS KEGAGALAN MATERIAL STAINLESS STEEL 304 PADA BOTTOM NOZZLE DRYER PADA PROSES PENGERINGAN PVC UT- 3201-1 PT. ASAHIMAS CHEMICAL**

Sa Arjun Adi Warman, Ho Hwi Chie  
Universitas Bina Nusantara Jakarta  
[Saarjun99@gmail.com](mailto:Saarjun99@gmail.com)

**Abstract (English)**

The failure of 304 stainless steel material at the bottom nozzle dryer in the UT-3201-1 PVC drying process at PT Asahimas Chemical is the main concern in this study. The research aims to analyze the factors that cause the failure and evaluate repair strategies that can improve the performance and service life of the equipment. Stainless steel 304 was chosen as the construction material of the bottom nozzle dryer due to its advantages in corrosion resistance and good mechanical strength. However, the findings in this study show that despite these properties, 304 stainless steel remains susceptible to several factors that can lead to failure in certain operational environments. The methodology of this study included simulations to analyze the loads received by the bottom nozzle of the dryer. The results showed that there are three main factors that lead to material failure, namely the tensile stress due to the load that the bottom nozzle dryer's three valves withstand, the corrosive environment due to leaks in the insulation, and the susceptibility to stress corrosion cracking (SCC) of 304 stainless steel. Based on these findings, several improvement strategies were proposed. Firstly, improvements to the bottom nozzle dryer design to reduce the tensile stresses received. Second, improvements to the insulation to prevent leakage and reduce the corrosive environment. Third, consideration of using alternative materials that are more resistant to SCC. The implementation of these strategies is expected to improve material durability and reduce the risk of failure in the bottom nozzle dryer.

**Article History**

*Submitted: 14 April 2024*

*Accepted: 23 April 2024*

*Published: 24 April 2024*

**Key Words**

Stainless steel 304, Bottom Nozzle Dryer, PVC Drying Process, Stress Corrosion Cracking

**Abstrak (Indonesia)**

Kegagalan material stainless steel 304 pada bottom nozzle dryer pada proses pengeringan PVC UT-3201-1 di PT Asahimas Chemical menjadi perhatian utama dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor penyebab kegagalan dan mengevaluasi strategi perbaikan yang dapat meningkatkan kinerja dan umur pakai peralatan. Stainless steel 304 dipilih sebagai bahan konstruksi bottom nozzle dryer karena keunggulannya dalam ketahanan terhadap korosi dan kekuatan mekanik yang baik. Namun, temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terlepas dari sifat-sifat ini, baja tahan karat 304 tetap rentan terhadap beberapa faktor yang dapat menyebabkan kegagalan dalam lingkungan operasional tertentu. Metodologi penelitian ini mencakup simulasi untuk menganalisis beban yang diterima oleh bottom nozzle dryer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada tiga faktor utama yang menyebabkan kegagalan material, yaitu tegangan tarik akibat beban yang ditahan oleh tiga katup nosel bawah pengering, lingkungan korosif akibat kebocoran pada insulasi, dan kerentanan terhadap retak korosi tegangan (SCC) pada baja tahan karat 304. Berdasarkan temuan ini, beberapa strategi perbaikan diusulkan. Pertama, perbaikan pada desain struktural bottom nozzle dryer untuk mengurangi tegangan tarik yang diterima. Kedua, perbaikan pada insulasi untuk mencegah kebocoran dan mengurangi lingkungan yang korosif. Ketiga, pertimbangan penggunaan material alternatif yang lebih tahan terhadap SCC. Penerapan strategi tersebut diharapkan dapat meningkatkan ketahanan material dan mengurangi risiko kegagalan pada bottom nozzle dryer.

**Sejarah Artikel**

*Submitted: 14 April 2024*

*Accepted: 23 April 2024*

*Published: 24 April 2024*

**Kata Kunci**

Stainless steel 304, Bottom Nozzle Dryer, PVC Drying Process, Stress Corrosion Cracking

## Pendahuluan

PT Asahimas Chemical adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang kimia yang memproduksi beberapa jenis bahan kimia dasar untuk memenuhi kebutuhan perkembangan industri nasional agar dapat mengurangi ketergantungan produk impor. Selain itu, PT ASC adalah pabrik Chlor Alkali-Vinyl Chloride terpadu di Asia Tenggara, beberapa bahan kimia dasar yang diproduksi seperti Caustic Soda (NaOH), Ethylene Dichloride (EDC), Vinyl Chloride Monomer (VCM), Polyvinyl Chloride (PVC), Hydrochloride Acid (HCl), dan Sodium Hypochlorite (NaClO).

Pada pelaksanaan proses pembuatan produk, PT. Asahimas Chemical menghadapi tantangan signifikan terkait keandalan Bottom Nozzle Dryer yang terbuat dari stainless steel 304 dalam unit UT-3201-1 pada proses produksi PVC. Meskipun stainless steel 304 diakui sebagai material yang tangguh terhadap korosi, kegagalan material, khususnya fenomena stress corrosion cracking (SCC), telah muncul pada Nozzle Bottom Dryer, mengundang keprihatinan serius terkait keberlanjutan operasional dan efisiensi produksi. SCC pada Nozzle Bottom Dryer diyakini dipicu oleh kompleksitas beban dan pengaruh lingkungan operasional. Nozzle Bottom Dryer memiliki peran sentral dalam fase drying, menjadi gerbang utama untuk pengambilan sampel oleh tim produksi. Oleh karena itu, keberlanjutan operasional, ketahanan material, dan kehandalan Nozzle Bottom Dryer menjadi faktor kunci dalam menjaga kualitas dan efisiensi produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mendalaminya dengan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi stress corrosion cracking pada Bottom Nozzle Dryer. Dalam konteks ini, pengetahuan mendalam tentang sifat-sifat stainless steel 304, terutama dalam merespons lingkungan operasional yang khusus, menjadi kunci. Penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman lebih lanjut terhadap kegagalan material pada Nozzle Bottom Dryer, tetapi juga berpotensi menyumbang pada pengembangan solusi perbaikan yang tepat dan penyusunan strategi perawatan preventif yang dapat meminimalkan risiko kegagalan material di masa mendatang. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan bukan hanya mengatasi kegagalan material pada Bottom Nozzle Dryer, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan keseluruhan efisiensi, keandalan, dan kualitas produksi di PT. Asahimas Chemical.

## Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merinci beberapa tujuan esensial guna memahami dan mengatasi kegagalan material stainless steel 304 pada Bottom Nozzle Dryer dalam konteks proses pengeringan PVC di unit UT-3201-1 PT. Asahimas Chemical. Pertama, penelitian ini akan menganalisis secara mendalam fenomena stress corrosion cracking (SCC) pada stainless steel 304 yang terjadi pada Bottom Nozzle Dryer, dengan fokus pada identifikasi penyebab utama kegagalan material. Kedua, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor beban kerja dan lingkungan operasional yang berpotensi mempengaruhi timbulnya stress corrosion cracking pada Nozzle Bottom Dryer, terutama yang terkait dengan proses drying. Selain itu, penelitian ini akan merancang strategi perawatan preventif yang efektif dan terukur, dengan tujuan mencegah terulangnya kegagalan material pada Bottom Nozzle Dryer serta meningkatkan umur layanan peralatan dan efisiensi operasional. Akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif pada keseluruhan efisiensi dan kualitas produksi di PT. Asahimas Chemical dengan menerapkan temuan dan rekomendasi hasil penelitian.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dipadukan dengan metode pembelajaran machine learning untuk mengetahui laju korosi material Aluminium 6061 dan pengaruh penambahan inhibitor anorganik Sodium Nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ) dalam menghambat laju korosi. Data yang didapat merupakan data hasil pengujian nilai laju korosi dengan metode polarisasi potensiodinamik. Sebagai data pendukung, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkait dengan aksi inhibitor sodium nitrit terhadap korosi Aluminium 6061, Pengujian UV-VIS Spektrofotometri, dan pengujian SEM (Scanning Electron Microscopy) untuk mengetahui struktur mikro dari Aluminium 6061 yang terkorosi.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada rentang waktu November 2023 hingga selesai. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium sebagai berikut:

1. Laboratorium Pengujian Bahan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Laboratorium Metrologi Industri Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Laboratorium Karakterisasi Material Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
4. Laboratorium Kimia Lanjut FMIPA Universitas Mataram

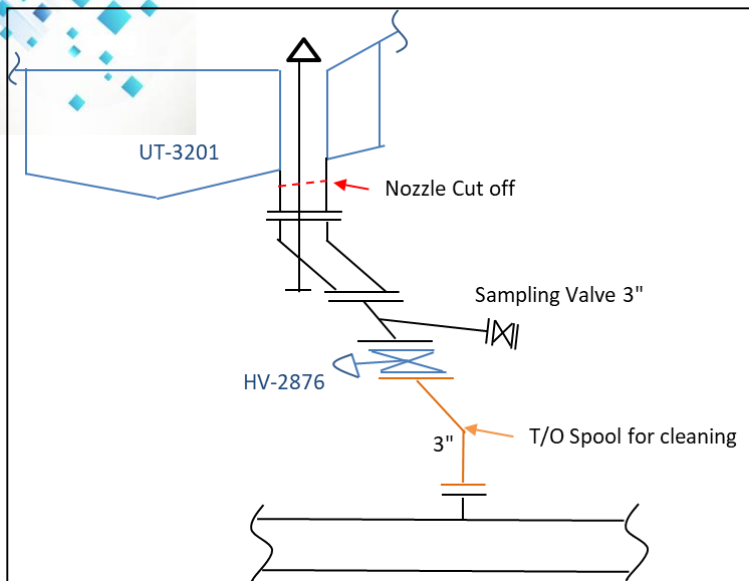
### Hasil dan Pembahasan

*Failure Analysis* (Analisa Kegagalan) merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk menganalisa penyebab kerusakan secara detail pada peralatan dan perlengkapan instalasi pabrik. Beberapa jenis *failure* pada material yang sering ditemukan berupa retakan, patahan dan juga korosi. Pada laporan ini jenis analisa kegagalan yang digunakan adalah *Why-why Analysis*. Metode ini dapat mengklasifikasikan suatu masalah hingga ke akarnya agar dari peneliti dapat membuat counter measure dari masalah tersebut dengan tujuan menghindari atau mencegah masalah yang sama terjadi kembali.

#### **Analisis Kegagalan Material Stainless Steel 304**

##### *Fenomena Yang Terjadi Pada Nozzle Bottom Dryer*

Fenomena yang terjadi pada *nozzle bottom dryer* melibatkan patah atau terputusnya bagian bawah nozzle pada jalur evakuasi PVC di *dryer* UT-3201-1. Kejadian ini terjadi saat proses pelepasan *spool* oleh tim produksi, di mana *nozzle* harus menahan seluruh beban yang berasal dari *valve-valve*. Pada saat yang sama, *nozzle* tidak mampu menanggung beban yang diterapkan, mengakibatkan patahnya bagian bawah nozzle.



Gambar 4. 1 Fenomena Kegagalan Material pada Nozzle Bottom Dryer

Namun, hasil inspeksi sebelumnya telah menunjukkan bahwa *nozzle* ini telah mengalami retakan, dan tindakan perbaikan sementara telah dilakukan untuk mencegah penyebaran retakan. Retakan ini memberikan indikasi bahwa *nozzle* mengalami *Stress Corrosion Cracking*,

suatu kondisi di mana retakan terjadi akibat interaksi antara tegangan, korosi, dan lingkungan yang bersifat korosif.

Dalam konteks ini, retakan yang teridentifikasi sebelumnya memperlihatkan adanya kerentanan struktural pada *nozzle*, yang kemudian berkontribusi pada kegagalan struktural saat *nozzle* menanggung beban yang melebihi kapasitasnya. Adanya *Stress Corrosion Cracking* menjadi penanda utama bahwa kondisi lingkungan dan tegangan yang bekerja pada material *nozzle* berkontribusi terhadap terjadinya keretakan, yang pada akhirnya mengakibatkan patahnya *nozzle bottom dryer*.

#### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kegagalan Material

Faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan material pada *nozzle bottom dryer* merupakan elemen krusial dalam memahami kasus *cut off* yang terjadi pada *nozzle*. Faktor-faktor tersebut antara lain:

##### 1. Tegangan Operasional

Tegangan operasional yang diterapkan pada *bottom nozzle dryer* selama proses *drying PVC* memiliki dampak signifikan terhadap performa material, khususnya dalam konteks kasus *cut off*. Evaluasi tegangan ini menjadi aspek kunci dalam memahami mengapa *nozzle bottom dryer* mengalami kegagalan. Tegangan statis yang dihasilkan oleh beban operasional dapat menciptakan kondisi yang memungkinkan terjadinya deformasi atau bahkan retakan pada material.

Tegangan statis merupakan beban tetap yang diterapkan secara konstan pada *nozzle bottom dryer* selama operasional. Tegangan ini dapat menyebabkan perubahan bentuk material secara perlahan, terutama jika nilai tegangan melebihi batas elastisitas material. Faktor ini menjadi dasar untuk merancang perbaikan struktural dan menerapkan tindakan pencegahan yang sesuai guna mengatasi masalah yang muncul dari tegangan operasional, sehingga

meningkatkan ketahanan bottom nozzle dryer dalam proses produksi PVC.

## 2. Riwayat Perawatan dan Inspeksi

Riwayat perawatan dan inspeksi memainkan peran krusial dalam menentukan kegagalan material. Informasi mengenai riwayat perawatan memberikan gambaran tentang kasus-kasus sebelumnya yang pernah terjadi pada material yang bersangkutan. Dalam kasus nozzle bottomdryer, riwayat perawatan terdokumentasi dalam maintenance direction sheet menjadi kunci dalam analisis kegagalan.

Pada 1 Maret 2020, terdapat perawatan pada nozzle bottom dryer yang mengalami kebocoran pada shell. Tindakan perbaikan dilakukan dengan mengaplikasikan devcon dan terdapat indikasi yang menunjukkan adanya kesulitan operasional yang terkait dengan korosi. Perawatan yang diimplementasikan hanya bersifat temporary repair, yang ternyata tidak mampu mencegah terjadinya masalah yang serupa kembali.

Menurut maintenance direction sheet, tidak dilakukan penggantian atau perawatan lebih lanjut pada nozzle bottom dryer saat ASDM pada tahun 2022. Ini menjadi poin kritis, karena kegagalan material yang terjadi pada 25 Mei 2023, yakni terputus atau patahnya nozzle bottomdryer, disebabkan oleh Stress Corrosion Cracking (SCC) yang semakin merambat. Kurangnya tindakan preventif yang memadai pada riwayat perawatan nozzle bottom dryer, terutama setelah temuan korosi pada 2020, berkontribusi pada kegagalan material yang akhirnya terjadipada tahun 2023.

## 3. Kebocoran Yang Terjadi Pada Insulasi

Faktor insulasi yang bocor dapat menyebabkan Stress Corrosion Cracking (SCC) terjadi karena kelembaban atau air yang mencapai material logam di bawah insulasi dapat merangsangkorosi pada permukaan logam. Dalam kasus tersebut, tingkat klorida yang tinggi dalam insulasibatu wol basah dapat menjadi penyebab potensial terjadinya SCC.

Klorida adalah senyawa yang dapat meningkatkan tingkat korosi pada logam, terutama pada kondisi yang lembab atau basah. Dalam teks tersebut, batasan klorida yang ditetapkan adalah 10 mg/kg atau 10 ppm, dengan nilai maksimum individual tidak boleh melebihi 12 mg/kg atau 12 ppm. Kondisi ini diterapkan untuk mencegah korosi di bawah insulasi (Corrosion Under Insulation/CUI).

Jika insulasi bocor dan memungkinkan kelembaban atau air masuk, klorida yang tinggi dalam insulasi dapat meresap ke logam, membentuk lingkungan yang mendukung terjadinya korosi. Akibatnya, logam menjadi rentan terhadap SCC, yang merupakan kegagalan material akibat kombinasi tegangan mekanis, lingkungan korosif, dan kepekaan material.

## 4. Kondisi Lingkungan dan Korosi

Kondisi lingkungan dan korosi merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kegagalan material pada bottom nozzle dryer. Stainless Steel 304, meskipun dikenal memiliki keuletan dan ketahanan terhadap korosi yang baik, tetap rentan terhadap kerusakan akibat lingkungan yang korosif. Faktor-faktor seperti kelembaban tinggi, keberadaan senyawa kimia yang bersifatkorosif, dan fluktuasi suhu dapat menciptakan kondisi yang mendukung terjadinya korosi pada material.

Kelembaban yang tinggi dapat mempercepat reaksi korosif antara logam dan oksigen dalam udara, meningkatkan risiko terjadinya korosi. Selain itu, keberadaan senyawa kimia seperti asam atau garam dalam lingkungan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap proses korosi. Perubahan suhu yang fluktuatif juga dapat mempercepat laju korosi, terutama pada material yang rentan terhadap perubahan suhu yang ekstrem.

Ketika korosi terjadi, terjadi penurunan kekuatan dan keuletan material, membuatnya

lebih rentan terhadap tegangan operasional dan beban eksternal. Hal ini dapat mempercepat proses kelelahan material dan memicu terjadinya retakan atau bahkan patah pada bottom nozzle dryer. Oleh karena itu, penilaian dan pemantauan tingkat korosi serta penerapan langkah-langkah pencegahan yang tepat menjadi esensial untuk meningkatkan umur layanan dan kinerja material dalam lingkungan yang cenderung mengandung faktor-faktor korosif.

#### 1. Pengaruh Kelembaban dan Kondisi Korosif

Kelembaban tinggi dan keberadaan senyawa-senyawa korosif memiliki kontribusi signifikan terhadap proses korosi pada material, terutama pada Stainless Steel 304 yang digunakan dalam bottom nozzle dryer. Kelembaban tinggi dapat menciptakan lingkungan yang kondusif untuk reaksi korosif antara logam dan oksigen dalam udara. Interaksi ini mengakibatkan pembentukan senyawa korosif, seperti karat pada logam, yang secara langsung mengurangi daya tahan material terhadap beban dan tekanan operasional.

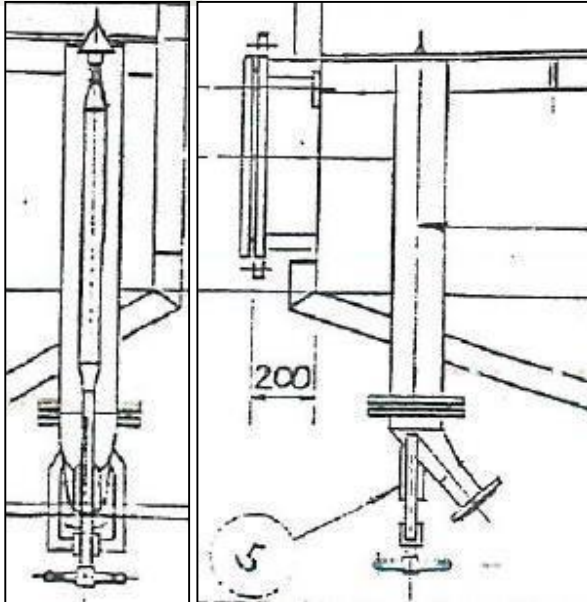
#### 2. Hubungan antara Suhu dan Korosi

Perubahan suhu yang fluktuatif dapat menjadi faktor kritis dalam mempercepat laju korosi pada Stainless Steel 304. Suhu yang berubah-ubah dapat menyebabkan perubahan fase pada material, yang dapat mempengaruhi reaktivitas dengan lingkungan sekitarnya. Suhu ekstrem dapat memicu reaksi kimia yang lebih cepat dan intensif, meningkatkan risiko terjadinya korosi. Kondisi suhu operasional pada nozzle bottom dryer UT-3201-1 adalah sekitar  $56^{\circ}\text{C}$  –  $80^{\circ}\text{C}$ . Jika diambil suhu maksimum dari nozzle bottom dryer ketika beroperasi yaitu  $80^{\circ}\text{C}$ , maka berdasarkan grafik *Chloride Stress Corrosion Cracking of Type 304*, jumlah minimum kandungan klorida (ppm) yang dapat mengindikasikan terjadinya SCC pada stainless steel 304 adalah 2,8 ppm pada suhu sekitar  $80^{\circ}\text{C}$ .

#### 3. Pengaruh Lingkungan Lain yang Berpotensi Mempengaruhi Material untuk Terjadi Korosi

Faktor-faktor lingkungan tambahan seperti kehadiran bahan kimia tertentu atau kondisi atmosfer tertentu dapat memberikan dampak terhadap kecenderungan material untuk mengalami korosi.

*Analisis Kegagalan Struktural Bottom Nozzle Dryer  
Desain Struktural Nozzle Bottom Dryer UT-3201-1*

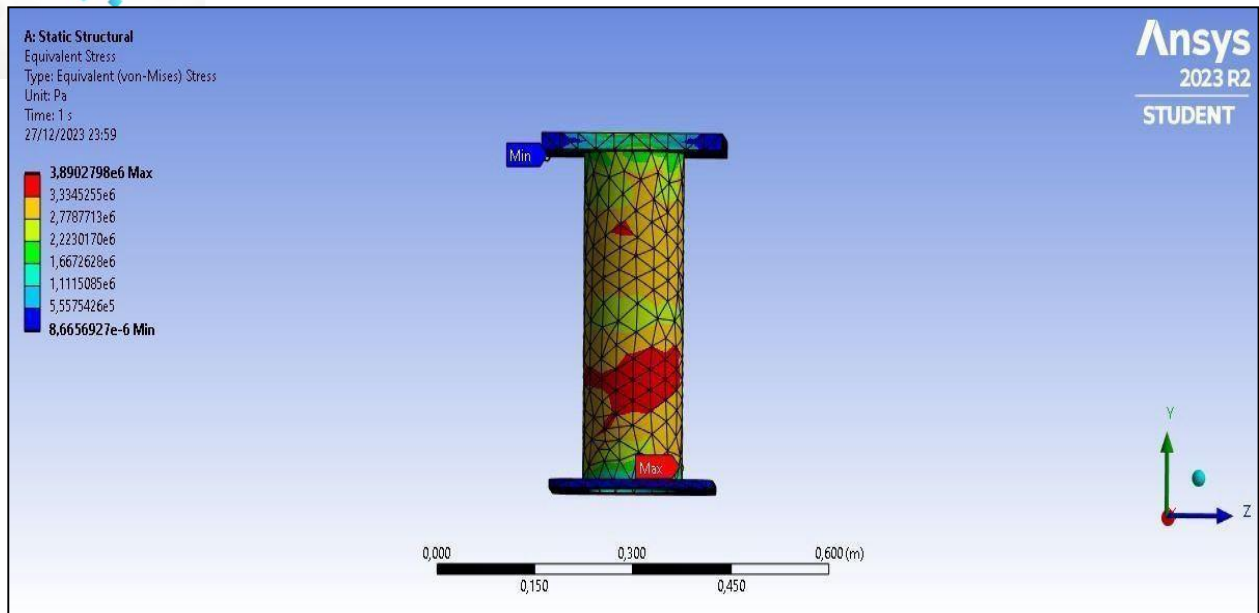


*Gambar 4. 2 Desain Struktural Nozzle Bottom Dryer UT-3201-1*

Nozzle bottom dryer UT-3201-1 merupakan komponen kritis dalam sistem pengeringan yang digunakan pada proses produksi PVC. Desain struktural nozzle ini memiliki beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan, termasuk bahan material, dimensi fisik, dan bebanyang ditopang oleh nozzle tersebut.

Nozzle bottom dryer UT-3201-1 terbuat dari stainless steel 304, yang merupakan material yang umum digunakan dalam lingkungan industri karena ketahanannya terhadap korosi. Nozzle ini memiliki diameter 6 inch untuk bagian pipe dengan panjang 1050 mm, sedangkan bagian nozzle memiliki diameter 3 inch dengan panjang 300 mm. Nozzle bagian bawah yang menggantung memiliki panjang 374 mm. Pemilihan stainless steel 304 sebagai material utama didasarkan pada sifat-sifat mekanis dan ketahanannya terhadap korosi yang diperlukan dalam lingkungan operasionalnya.

Nozzle bottom dryer UT-3201-1 menopang tiga jenis valve, yaitu discharge valve, sampling valve, dan FC Valve. Masing-masing valve memiliki berat yang perlu diperhitungkan dalam analisis desain struktural. Discharge valve memiliki berat sebesar 31.6kg, sedangkan sampling valve dan FC Valve masing-masing memiliki berat 150 kg. Beban dari ketiga valve ini ditransfer ke nozzle bottom dryer, dan desain struktural harus memastikan bahwa nozzle mampu menahan beban tersebut tanpa mengalami kegagalan.

*Mekanisme Pemuatan dan Distribusi Beban*

*Gambar 4. 3 Mekanisme Pemuatan dan Distribusi Beban*

Analisis desain struktural nozzle bottom dryer melibatkan evaluasi tegangan dan deformasi yang mungkin terjadi akibat beban yang diterapkan. Pertimbangan terhadap faktor-faktor seperti tegangan operasional, dan faktor keamanan menjadi kunci dalam memastikan bahwa nozzle dapat beroperasi secara aman dan andal. Desain struktural nozzle harus memastikan bahwa komponen ini dapat berfungsi secara optimal dalam kondisi operasionalnya tanpa risiko kegagalan struktural. Aspek keamanan, seperti faktor keamanan yang memadai, perlu diperhatikan untuk menghindari potensi kegagalan yang dapat mengakibatkan dampak negatif pada proses produksi dan keberlanjutan operasional.

Dalam simulasi ini, nozzle diberikan beban yang berasal dari 3 Valve, dengan masing-masing valve memiliki bobot 31,6 kg, 150 kg, dan 150 kg. Nozzle diberikan dukungan tetap (fix support) yang berasal dari welding antara nozzle dengan face dryer, tempat di mana nozzle tersebut ditempatkan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nozzle menahan beban yang paling signifikan pada bagian bawahnya. Tegangan yang dihasilkan pada bagian bawah nozzle tercatat sebesar 3,89 MPa. Sementara itu, bagian sambungan welding antara nozzle dan dryer mengalami teganganyang lebih rendah, sekitar 0,0000086 MPa.

Analisis ini memberikan gambaran tentang distribusi beban pada nozzle bottom dryer, yang berguna untuk memahami tingkat stres yang diterima oleh nozzle pada kondisi operasional. Tegangan tertinggi pada bagian bawah nozzle perlu diperhatikan karena dapat menjadi pemicu potensial terjadinya kegagalan struktural, terutama jika tegangan tersebut mendekati atau melebihi batas tegangan luluh material. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap mekanisme pemuatan dan distribusi beban menjadi esensial dalam merancang sistem yang tahan lama dan dapat diandalkan.

### ***Pencegahan dan Perbaikan Kegagalan di Masa Depan***

#### ***Penerapan Strategi Pencegahan Kegagalan Material***

Dalam menanggapi kasus nozzle bottom dryer dan menjaga agar kegagalan material

tidakterulang, berbagai strategi pencegahan telah diimplementasikan. Strategi ini melibatkan perbaikan serta modifikasi pada komponen terkait, dengan tujuan meningkatkan kekuatan dan ketahanan material, mengurangi risiko korosi, serta memastikan keseluruhan integritas sistem. Berikut adalah strategi pencegahan yang bisa digunakan adalah:

#### 1. Pemberian Dukungan Tambahan

Dalam menanggapi beban yang sebelumnya ditopang oleh nozzle, langkah ini melibatkan pemberian dukungan tambahan. Tujuannya adalah mengurangi tekanan pada nozzle, menghindari stres berlebih, dan mencegah kegagalan struktural.

#### 2. Aplikasi Cat pada Permukaan Luar Nozzle

Dilakukan pengecatan pada permukaan luar nozzle untuk mencegah terjadinya Stress Corrosion Cracking (SCC). Pemilihan cat yang tahan korosi bertujuan membentuk lapisan pelindung, mengurangi dampak lingkungan korosif pada material logam.

#### 3. Penggantian Seluruh Insulasi di Bawah Nozzle

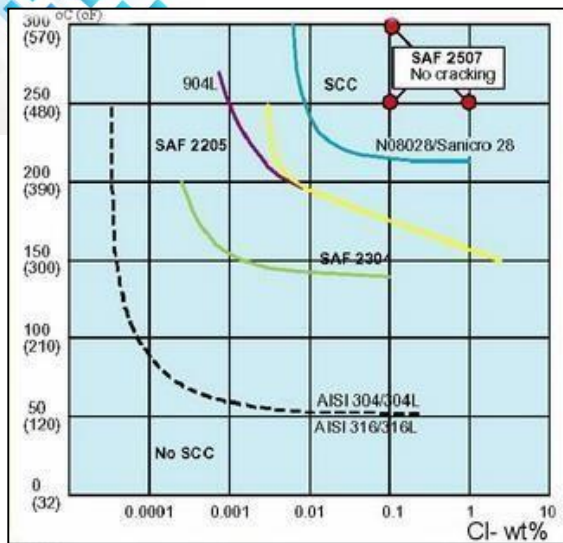
Penggantian seluruh insulasi di bawah nozzle dilakukan untuk menghentikan potensi terjadinya SCC pada insulasi batu wol yang bersifat hidrofobik atau tidak menyerap air. Tindakan ini bertujuan untuk memastikan insulasi yang lebih tahan terhadap kelembaban, serta mengurangi risiko terjadinya korosi.



*Gambar 4. 4 Glasswool Insulation*

#### 4. Penggunaan Material yang Lebih Tahan Korosi

Sebagai langkah proaktif, dilakukan penggantian material dengan Monel, yang dikenal memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi. Pemilihan material yang lebih tahan korosi diharapkan dapat meningkatkan umur layanan dan keandalan sistem secara keseluruhan.



Gambar 4. 5 Grafik Stress Corrosion Cracking pada Material

## 5. Patroli Rutin untuk Inspeksi Insulasi dan Penyegelan

Dilakukan patroli rutin guna menginspeksi insulasi dan penyegelan dengan tujuan mencegah kerusakan pada cladding. Inspeksi berkala memungkinkan identifikasi potensi masalah sejak dini, termasuk kerusakan pada insulasi dan cladding.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

1. Faktor-Faktor Penyebab Kegagalan Material Nozzle Bottom Dryer:
  - a. Tegangan Operasional: Tegangan statis yang dihasilkan oleh beban operasional dapat menciptakan kondisi yang memungkinkan terjadinya deformasi atau bahkan retakan pada material.
  - b. Riwayat Perawatan dan Inspeksi: Kurangnya tindakan preventif yang memadai pada riwayat perawatan nozzle bottom dryer, terutama setelah temuan korosi pada 2020, berkontribusi pada kegagalan material pada tahun 2023.
  - c. Kebocoran Insulasi: Faktor insulasi yang bocor dapat merangsang korosi pada permukaan logam, khususnya jika terdapat tingkat klorida yang tinggi dalam insulasi batu wol basah.
  - d. Kondisi Lingkungan dan Korosi: Lingkungan yang korosif, seperti kelembaban tinggi dan fluktuasi suhu, dapat mempercepat laju korosi, membuat material lebih rentan terhadap kegagalan.
2. Pencegahan Kegagalan Material dengan Strategi Tertentu:
  - a. Pemberian Dukungan Tambahan: Memberikan dukungan tambahan pada bottom nozzle dryer untuk mengurangi tekanan dan mencegah kegagalan struktural.
  - b. Aplikasi Cat pada Permukaan Luar Nozzle: Melakukan pengecatan pada permukaan luar nozzle untuk mengurangi risiko Stress Corrosion Cracking (SCC).
  - c. Penggantian Seluruh Insulasi: Mengganti seluruh insulasi di bawah nozzle untuk menghentikan potensi terjadinya SCC pada insulasi batu wol.
  - d. Penggunaan Material yang Lebih Tahan Korosi: Mengganti material dengan Monel, yang memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi.
3. Tindakan Proaktif untuk Meningkatkan Kinerja:
  - a. Perbaikan Struktural dan Modifikasi: Menerapkan perbaikan dan modifikasi pada

- komponen terkait untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan material.
- b. Evaluasi Tegangan dan Beban Operasional: Melakukan evaluasi tegangan operasional dan beban secara rutin untuk merancang perbaikan struktural yang sesuai.
4. Pentingnya Patroli Rutin dan Inspeksi Berkala:
    - a. Patroli Rutin untuk Inspeksi: Melakukan patroli rutin untuk menginspeksi insulasi dan penyegelan guna mencegah kerusakan pada cladding.
    - b. Inspeksi Berkala untuk Identifikasi Dini: Inspeksi berkala memungkinkan identifikasi potensi masalah sejak dini, termasuk kerusakan pada insulasi dan cladding.

### Saran

1. Peneliti selanjutnya dapat mengidentifikasi stress corrosion cracking yang terjadi pada stainless steel 304 dengan metode Constant Load Test (CLT) untuk mengetahui korosi retak tegang pada logam akibat dari gabungan antara gaya tarik statik dengan lingkungan khusus.
2. Peneliti selanjutnya dapat mengidentifikasi pengaruh suhu pada stress yang terjadi pada nozzle bottom dryer untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap korosi retak tegang pada stainless steel 304.

### Daftar Pustaka

- Bardal Einar, 2004. "Corrosion and Protection", The Norwegian University of Science and Technology:Trondheim, Norway.
- Fontana, Mars G., "Corrosion Engineering", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Co,Singapore 1987.
- Jones A, Russel. 1992. "Stress Corrosion Cracking". ASM. USA.
- Saputra, Angga., dkk. 2022. "Stress Corrosion Cracking Sambungan Las CDW SS 316L dan ASTM A36 Dalam Variasi Suhu Lingkungan Korosif FeCl<sub>2</sub>", Jurnal Rekayasa Mesin.
- Armandani, Putri. 2017. "Capacity Up Fluidized Dryer". PT Asahimas Chemical.
- Adianto, Doni. 2011. "Proses Pembuatan Resin PVC". PT Asahimas Chemical. Sinaga, Arga., dkk. 2010. "Analisa Laju Korosi dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10 % NaCl Dengan Variasi Waktu Perendaman" SJoME Vol.I No.2.
- Baboian Robert, N. 2002. "Corrosion Engineering."
- Bayuseno, A.P. et al. 2014. "ANALISIS STRESS CORROSION CRACKING AUSTENITIC STAINLESS STEEL ( AISI 304 ) DENGAN METODE U- BEND PADA MEDIA KOROSIF HCL 1M." 2(1): 110–18.
- Indra, F. dkk. 2008. "Steinless Steel."Annual Book Of ASTM Standart. 1984. Wear And Erosion: Metal Corrosion. Volume 03.02. New York: ASTM International
- Roberge, Pierre R., 2008. Corrosion Engineering Principles and Practice Cengel, A. Yunus & Boles, A. Michael.

