

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pompa merupakan peralatan penting dalam industri yang berfungsi untuk memindahkan *fluida* guna mendukung kelancaran proses produksi (Karassik et al., 2008). Dalam industri kimia, pompa sering dioperasikan untuk mengalirkan fluida yang bersifat korosif, bertemperatur tinggi, maupun bertekanan sehingga diperlukan tingkat keandalan dan sistem penyekatan yang baik untuk menjamin kontinuitas operasi (Bloch & Geitner, 2020). Gangguan atau kerusakan pada pompa dapat menyebabkan penghentian proses produksi, meningkatkan biaya pemeliharaan dan operasional, serta menimbulkan risiko terhadap keselamatan kerja apabila tidak segera ditangani (Karassik et al., 2008).

Berdasarkan kondisi di lapangan pada area chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang, pompa digunakan secara kontinu dengan karakteristik fluida yang beragam, sehingga berpotensi mengalami kegagalan pada mechanical seal. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan serta menentukan tingkat risiko yang ditimbulkan.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan magang di Area Chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang selama periode Februari–Juni 2026, ditemukan sebanyak 6 kejadian kerusakan mechanical seal pada pompa sentrifugal yang memerlukan tindakan perbaikan maupun penggantian komponen. Temuan tersebut menunjukkan bahwa mechanical seal merupakan salah satu komponen yang berpotensi mengalami kegagalan selama operasi sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui penyebab dan tingkat risiko kegagalannya.

Salah satu komponen penting pada pompa adalah mechanical seal yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida. *Mechanical seal* adalah suatu komponen dalam sebuah konstruksi pompa yang berfungsi sebagai penghalang atau

pengeblokir keluar masuknya cairan, baik itu fluida proses maupun pelumas (Saragih, 2022).

Dalam operasional di Area Chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang, pompa sentrifugal digunakan secara terus-menerus untuk mendukung proses produksi. Kerusakan yang terjadi pada mechanical seal umumnya berupa kebocoran fluida, keausan pada permukaan seal, serta penurunan kinerja sealing akibat kondisi operasi yang cukup berat.

Kegagalan *mechanical seal* tidak hanya menyebabkan kebocoran fluida, tetapi juga dapat mengakibatkan meningkatnya waktu henti (*downtime*) pompa, terganggunya proses produksi, meningkatnya biaya pemeliharaan dan penggantian komponen, serta menimbulkan risiko keselamatan kerja akibat paparan fluida proses, khususnya pada industri kimia (Bloch & Geitner, 2020; Flitney, 2019). Selain itu, apabila kerusakan tidak segera ditangani, kondisi tersebut dapat mempengaruhi keandalan pompa sentrifugal dan menurunkan efisiensi operasional pada area produksi. Oleh karena itu, kegagalan mechanical seal perlu mendapatkan perhatian khusus untuk meminimalkan risiko kerugian operasional maupun teknis yang dapat terjadi.

Kondisi fluida yang bersifat korosif, mengandung partikel abrasif, serta adanya variasi tekanan dan temperatur selama operasi dapat mempercepat terjadinya kerusakan pada *mechanical seal* dan menurunkan umur pakainya (Flitney, 2019; API, 2014). Beberapa kasus menunjukkan bahwa kerusakan mechanical seal dapat terjadi dalam waktu yang relatif singkat setelah dilakukan penggantian, yang mengindikasikan adanya faktor penyebab yang belum teridentifikasi secara optimal. Meskipun tindakan perawatan dan penggantian mechanical seal telah dilakukan ketika terjadi kerusakan, kegagalan masih ditemukan kembali dalam periode operasi tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa upaya perbaikan yang dilakukan belum sepenuhnya mampu mengatasi akar penyebab kegagalan. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan sehingga dapat ditentukan langkah perbaikan yang lebih tepat dan efektif.

Mechanical seal bekerja pada kondisi operasi yang melibatkan gesekan antar *seal face*, tekanan fluida, temperatur operasi, serta kontak langsung dengan fluida proses sehingga komponen ini rentan mengalami keausan maupun kerusakan apabila kondisi operasi tidak sesuai (Flitney, 2019). Kondisi tersebut menyebabkan mechanical seal rentan mengalami kegagalan akibat berbagai faktor, seperti misalignment poros, pelumasan yang tidak optimal, kesalahan pemasangan, getaran berlebih, maupun pengaruh sifat fluida yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang mampu mengidentifikasi penyebab kegagalan secara sistematis sehingga dapat ditentukan tindakan perbaikan yang tepat. Kegagalan *mechanical seal* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain *misalignment*, pelumasan yang tidak optimal, kesalahan pemasangan (*installation error*), getaran berlebih, serta pengaruh karakteristik fluida yang dipompa (Bloch & Geitner, 2020; Flitney, 2019). Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan (*failure mode*), penyebab kegagalan (*failure cause*), dampak kegagalan (*failure effect*), serta mengevaluasi tingkat risiko melalui parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) sehingga diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) (Stamatis, 2003; AIAG & VDA, 2019). Dengan metode ini, dapat ditentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko kegagalan yang terjadi. *Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan (Mesra, Trisna et al., 2020). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis kegagalan, penyebab, dan dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan keandalan sistem pompa.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dipilih dalam penelitian ini karena mampu mengidentifikasi potensi kegagalan pada suatu sistem secara sistematis dan terstruktur. FMEA tidak hanya mengidentifikasi jenis kegagalan

(*failure mode*), tetapi juga menganalisis penyebab (*failure cause*) serta dampak yang ditimbulkan (*failure effect*) dari setiap kegagalan yang terjadi (Hasbullah et al., 2017).

Metode FMEA memiliki keunggulan dalam menentukan prioritas risiko kegagalan melalui penilaian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Ketiga parameter tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan (AIAG & VDA, 2019; Stamatis, 2003). Dengan adanya nilai RPN, peneliti dapat mengetahui kegagalan mana yang memiliki tingkat risiko paling tinggi sehingga dapat ditentukan tindakan perbaikan yang lebih tepat dan efektif (Puspitasari & Martanto, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul “*Analisis Kegagalan Mechanical Seal pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode FMEA di Area Chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang*” dengan tujuan untuk mengidentifikasi kegagalan yang terjadi serta menentukan prioritas perbaikan guna meningkatkan keandalan pompa dan mendukung kelancaran proses produksi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: “*Analisis Kegagalan Mechanical Seal pada Pompa Centrifugal Menggunakan Metode FMEA di Area Chemical, PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang*” adalah Sebagai berikut:

1. Apa saja mode kegagalan (*failure mode*) yang terjadi pada mechanical seal pompa sentrifugal di area chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang?
2. Apa saja penyebab (*cause*) dan dampak (*effect*) yang ditimbulkan dari kegagalan mechanical seal tersebut?
3. Bagaimana tingkat risiko kegagalan mechanical seal berdasarkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)?

4. Kegagalan mana yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sehingga menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan?
5. Apa usulan tindakan perbaikan (*corrective action*) yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risiko kegagalan *mechanical seal* pada pompa sentrifugal?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang perlu diperhatikan dengan tujuan agar pembahasan lebih mengarah pada permasalahan dan tidak keluar dari permasalahan yang dibahas diantaranya:

1. Penelitian difokuskan pada *mechanical seal* yang digunakan pada pompa sentrifugal di area Chemical Making PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang.
2. Analisis yang dilakukan hanya mencakup kegagalan yang terjadi pada *mechanical seal*, dan tidak membahas secara menyeluruh komponen lain pada pompa seperti *impeller*, *shaft*, dan *bearing* dan komponen lainnya.
3. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, serta dampaknya.
4. Penilaian risiko kegagalan didasarkan pada parameter *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).
5. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data historis kerusakan, hasil observasi lapangan, serta wawancara dengan teknisi maupun operator yang terkait dengan pengoperasian dan perawatan pompa sentrifugal.
6. Penelitian tidak membahas secara detail perhitungan desain *mechanical seal* atau perancangan ulang komponen, melainkan fokus pada analisis kegagalan dan usulan perbaikan.

7. *Fluida* yang dikaji dibatasi pada fluida kimia yang digunakan di area *Chemical* tanpa melakukan analisis sifat kimia secara mendalam (seperti reaksi kimia kompleks).
8. Penelitian ini hanya sampai pada tahap identifikasi kegagalan, penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN), dan penyusunan usulan tindakan perbaikan tanpa melakukan implementasi atau pengujian hasil perbaikan secara langsung.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) yang terjadi pada *mechanical seal* pompa sentrifugal di Area Chemical PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang.
2. Menganalisis penyebab kegagalan (*failure cause*) dan dampak kegagalan (*failure effect*) yang terjadi pada *mechanical seal*.
3. Menentukan tingkat risiko kegagalan *mechanical seal* berdasarkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
4. Menentukan kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebagai prioritas utama untuk dilakukan perbaikan.
5. Memberikan usulan tindakan perbaikan (*corrective action*) untuk meminimalkan potensi kegagalan *mechanical seal* berdasarkan hasil analisis FMEA.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **a. Manfaat Teoritis**

1. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai analisis kegagalan *mechanical seal* pada pompa sentrifugal menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

2. Menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti selanjutnya yang melakukan penelitian terkait analisis kegagalan komponen pompa sentrifugal maupun penerapan metode FMEA.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perawatan dan keandalan (*reliability*) peralatan industri.

b. Manfaat Praktis

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PT Indah Kiat Pulp and Paper Perawang dalam menentukan prioritas perbaikan serta meningkatkan keandalan *mechanical seal* pada pompa sentrifugal di Area Chemical.

2. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah pengalaman dan kemampuan dalam menerapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisis kegagalan komponen pada peralatan industri.

3. Bagi Akademisi

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi dan sumber informasi bagi mahasiswa maupun akademisi yang ingin melakukan penelitian sejenis pada masa mendatang.