

BAB III

TOPIK BAHASAN

A. Latar Belakang

Gas industri, khususnya *liquid oxygen* (LOX), memegang peranan krusial dalam berbagai sektor vital seperti medis, manufaktur, dan energi, di mana keberlangsungan pasokannya tidak dapat ditoleransi mengalami gangguan. Dalam konteks operasional PT Air Products Indonesia, LOX *tanker fill pump* berfungsi sebagai unit esensial yang bertanggung jawab mengisi truk tangki untuk mendistribusikan LOX kepada pelanggan-pelanggan kritis. Sebagai contoh, di dunia medis, LOX adalah komponen penyelamat jiwa untuk sistem ventilator dan terapi oksigen di rumah sakit, sehingga gangguan pasokan dapat mengancam nyawa pasien. Di sektor manufaktur, LOX digunakan dalam proses *cutting* dan *steel production*, di mana kegagalan pasokan dapat menghentikan produksi dengan kerugian finansial yang signifikan. Oleh karena itu, LOX *tanker fill pump* merupakan *single point of failure* dalam rantai pasok, menjadikan keandalan operasionalnya faktor kritis yang

menentukan keberlangsungan operasional seluruh basis pelanggan PT Air Products Indonesia.



Gambar 3. 1 *Mechanical Seal*

Berdasarkan observasi langsung selama kerja praktik di PT Air Products Indonesia, ditemukan kondisi riil yang mengkhawatirkan dalam operasional LOX *tanker fill pump*. Kerusakan berulang terjadi dengan frekuensi tinggi, terutama pada komponen *mechanical seal*, yang mengindikasikan adanya kelemahan sistemik dalam strategi pemeliharaan yang ada. Potensi masalah meliputi keausan, kebocoran, dan penurunan performa pompa. Konsekuensi dari permasalahan ini sangat signifikan, termasuk keterlambatan distribusi gas vital ke rumah sakit

atau pabrik industri, kerugian finansial akibat terhentinya produksi, gangguan jadwal pelanggan, potensi *penalty* kontrak yang merugikan, biaya *maintenance* meningkat serta potensi bahaya keselamatan yang tidak dapat diabaikan. Biaya pemeliharaan yang tinggi terus meningkat secara signifikan dari target anggaran yang direncanakan, terutama akibat pembelian suku cadang darurat dan lembur teknisi untuk *corrective maintenance*, yang semuanya berkontribusi pada tingginya *unplanned downtime*.

Tabel 3. 1 Data Kegagalan Komponen

Nama Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	Penyebab Kegagalan
<i>Mechanical seal</i>	Sebagai pencegah kebocoran cairan produk <i>liquid oxygen</i> di sekitar poros	Produk <i>Liquid oxygen</i> akan keluar dari poros yang berputar	1. Dampak operasional 2. Dampak finansial 3. Dampak keselamatan 4. Dampak lingkungan	1. Keausan 2. Tergerus

	yang berputar			
--	------------------	--	--	--

(Sumber: Wawancara Tim FMEA PT. Air Products
Indonesia)

Kondisi permasalahan yang telah diuraikan menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan konvensional, baik yang bersifat korektif seringkali kurang efektif untuk menghadapi kompleksitas operasional peralatan kritis seperti LOX *tanker fill pump*. Pendekatan tradisional cenderung reaktif dan tidak mampu mengantisipasi mode kegagalan pada sistem bertekanan tinggi dan bertemperatur ekstrem. Dalam konteks ini, pemeliharaan berbasis risiko menjadi kebutuhan mendesak. Pendekatan ini memprioritaskan peralatan berdasarkan tingkat risiko kegagalan dan dampaknya, memungkinkan alokasi sumber daya perawatan yang lebih optimal dan terfokus pada komponen yang paling kritis. Dengan demikian, perusahaan dapat mengurangi *unplanned downtime* dan mengoptimalkan biaya pemeliharaan dengan lebih efektif.

Beberapa studi telah menunjukkan efektivitas *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam menangani masalah kegagalan *mechanical seal* pada

pompa. Misalnya, Wu et al. (2022) menganalisis mekanisme kegagalan pada *slurry pump* dengan FMEA dan mengidentifikasi mode kegagalan seperti deformasi permukaan *seal*, keausan elemen *seal*, dan korosi, kemudian merekomendasikan perbaikan mulai dari desain hingga operasi. Di konteks pompa yang lebih mirip dengan industri, Emzain et al. (2024) menerapkan FMEA pada sistem pompa sentrifugal PDAM untuk menetapkan prioritas perawatan berdasarkan RPN. Sementara itu, Safitri et al. (2024) menemukan bahwa kebocoran *mechanical seal* memiliki RPN tertinggi dalam lingkungan industri kimia, sehingga menjadi fokus utama dalam tindakan perbaikan. Dengan demikian, penerapan FMEA pada analisis kebocoran *mechanical seal*, LOX *tanker fill pump* tidak hanya tepat secara metodologis, tetapi juga didukung oleh temuan empiris di berbagai konteks industry.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dipilih sebagai metodologi yang paling sesuai untuk menganalisis LOX *tanker fill pump* karena kemampuannya yang sistematis dalam mengidentifikasi mode kegagalan potensial, penyebabnya, dan dampaknya. Metode ini sangat cocok diterapkan pada unit seperti LOX *tanker fill*

pump yang memiliki karakteristik kompleks, termasuk berbagai mode kegagalan (mekanis, termal, dan terkait tekanan), konsekuensi kegagalan yang tinggi, serta operasional pada kondisi kriogenik. FMEA memungkinkan identifikasi fungsi penting sistem, analisis mode kegagalan. Hasil FMEA akan menjadi dasar yang kuat untuk merancang strategi pemeliharaan yang tepat dan proaktif, mencegah kerusakan sebelum terjadi, serta meningkatkan keandalan dan ketersediaan alat secara signifikan.

Melalui analisis ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah mengidentifikasi potensi kegagalan pada LOX *tanker fill pump*, menghitung nilai RPN mode kegagalan yang teridentifikasi, dan menentukan rekomendasi pemeliharaan yang efektif berdasarkan hasil FMEA. Diharapkan, prioritas tindakan pemeliharaan berbasis risiko pada LOX *tanker fill pump* ini akan mendukung peningkatan keandalan dan ketersediaan alat secara signifikan, serta membantu tim pemeliharaan dalam menentukan prioritas perbaikan yang lebih efektif untuk unit kritis ini.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan selama pelaksanaan kerja praktik, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja mode kegagalan yang dapat terjadi pada komponen *mechanical seal* di unit LOX tanker *fill pump* PT Air Products Indonesia?
2. Bagaimana hasil penilaian tingkat risiko dari mode kegagalan pada komponen *mechanical seal* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)?
3. Bagaimana rekomendasi yang diberikan pada kegagalan yang terjadi?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui mode kegagalan yang terjadi pada komponen *mechanical seal*
2. Mengetahui tingkat risiko dari setiap mode kegagalan dengan FMEA
3. Mengetahui rekomendasi yang diberikan pada kegagalan yang terjadi

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap perusahaan, peneliti, akademisi dan pihak lain dalam bidang manajemen pemeliharaan mesin, khususnya yang berkaitan dengan penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PT Air Products Indonesia dalam meningkatkan efektivitas sistem pemeliharaan, khususnya pada unit LOX *tanker fill pump*. Dengan mengetahui mode kegagalan serta tingkat risikonya melalui metode FMEA, perusahaan dapat menyusun strategi perawatan yang lebih tepat dan efisien untuk mencegah kebocoran pada *mechanical seal*. Hal ini diharapkan mampu mengurangi *downtime*, menekan biaya *maintenance*, serta meningkatkan keandalan (*reliability*) peralatan.

2. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman langsung dalam penerapan metode analisis risiko kegagalan di dunia industri, khususnya dalam bidang maintenance engineering. Peneliti dapat memperdalam pemahaman tentang implementasi metode FMEA serta proses pengambilan keputusan dalam perancangan strategi pemeliharaan berbasis data.

3. Bagi Akademisi dan Pihak Lain

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik mengkaji topik serupa, terutama dalam penerapan metode FMEA pada sistem pemeliharaan peralatan industri. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memperkaya literatur akademik di bidang teknik industri, khususnya dalam pengelolaan risiko dan peningkatan keandalan sistem manufaktur.

E. Batasan Masalah

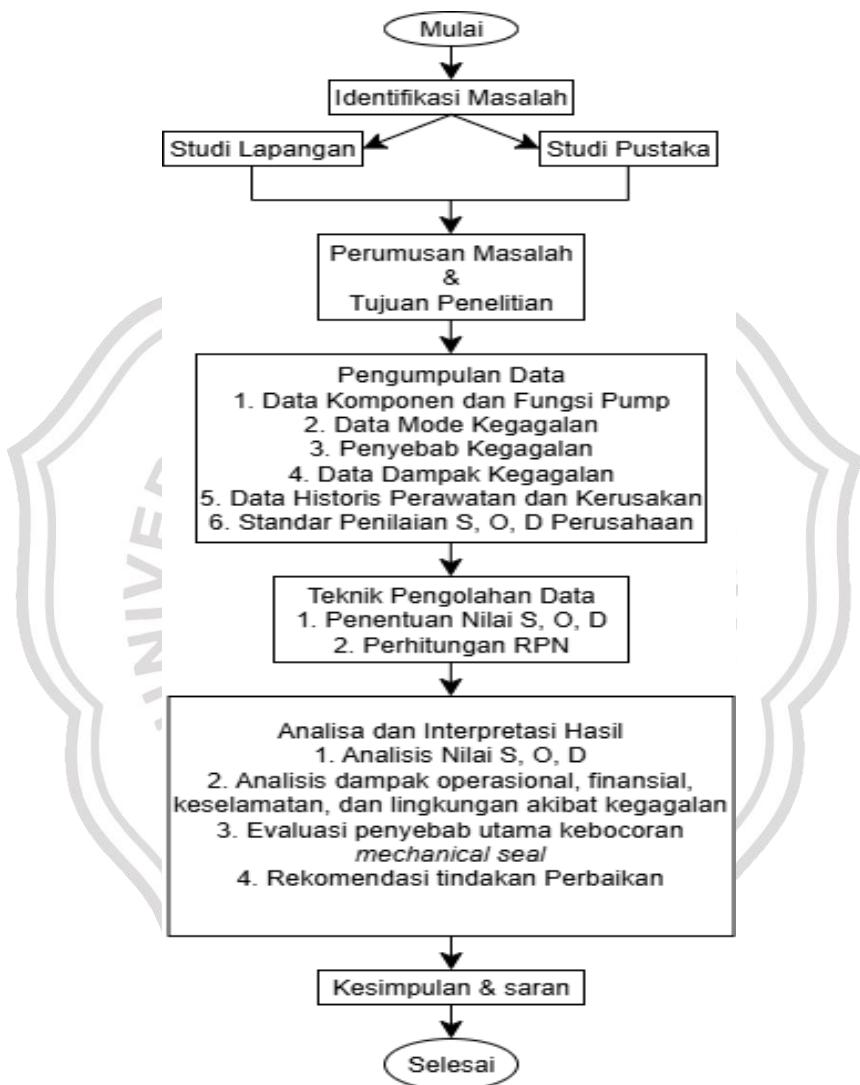
1. Penelitian hanya difokuskan pada unit mesin pompa LOX distribusi yang terdapat di Air Separation Unit (ASU) PT Air Products Indonesia, Gresik.

2. Data yang dianalisis terbatas pada periode perbaikan, frekuensi kerusakan, dan histori pemeliharaan dalam rentang 3 tahun terakhir (2021–2024).
3. Analisis risiko hanya menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN).

F. Asumsi-Asumsi

1. Data downtime dan kerusakan yang diperoleh dari divisi maintenance telah melalui proses pencatatan yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.
2. Unit LOX *tanker fill pump* dalam kondisi operasional normal
3. Lingkungan kerja dan kondisi operasional tidak mengalami perubahan signifikan.
4. Sumber daya manusia di divisi maintenance memiliki kemampuan yang cukup untuk penerapan strategi yang dirancang.

G. Skenario Penyelesaian



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

1. Mulai

Tahapan awal proses penelitian dimulai dengan menentukan arah dan fokus kegiatan kerja praktik yang akan dilakukan di PT Air Products Indonesia.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan utama yang terjadi di lapangan, khususnya pada unit LOX tanker fill pump yang mengalami kebocoran berulang pada mechanical seal. Tahapan ini bertujuan untuk memahami akar persoalan yang akan dijadikan dasar penelitian.

3. Studi Lapangan dan Studi Pustaka

Studi Lapangan dilakukan untuk mengamati langsung kondisi peralatan, sistem kerja, serta proses pemeliharaan yang diterapkan di perusahaan.

Studi Pustaka dilakukan dengan mempelajari referensi teoritis, jurnal, dan dokumen pendukung mengenai metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), konsep pemeliharaan, serta data-data teknis pendukung analisis.

Kedua kegiatan ini menjadi landasan dalam merumuskan masalah dan menentukan arah penelitian.

4. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil identifikasi dan studi pendahuluan, dirumuskan masalah penelitian yang akan dijawab melalui analisis. Tujuannya adalah untuk mengetahui mode kegagalan pada *mechanical seal*, menilai tingkat risikonya menggunakan metode FMEA, serta memberikan rekomendasi perbaikan.

5. Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi pengumpulan berbagai data yang diperlukan untuk analisis, yaitu data komponen dan fungsi *pump*, data mode kegagalan, data penyebab kegagalan, data dampak kegagalan, data historis perawatan dan kerusakan, standar penilaian S, O, D dari perusahaan.

6. Teknik Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan metode FMEA melalui beberapa langkah – langkah, yaitu penentuan nilai S, O, D

untuk setiap mode kegagalan, perhitungan RPN untuk mengetahui tingkat risiko kegagalan.

7. Analisis dan Interpretasi Hasil

Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan metode FMEA melalui beberapa langkah – langkah, yaitu penentuan nilai S, O, D untuk setiap mode kegagalan, perhitungan RPN untuk mengetahui tingkat risiko kegagalan.

Pada tahap ini dilakukan analisis mendalam terhadap hasil perhitungan FMEA, meliputi analisis nilai S, O, D dari setiap mode kegagalan, analisis dampak operasional, finansial, keselamatan, dan lingkungan akibat kegagalan yang terjadi, evaluasi penyebab utama kebocoran mechanical seal, rekomendasi tindakan perbaikan yang sesuai untuk menurunkan risiko kegagalan.

8. Kesimpulan dan Saran

Tahapan akhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan dari hasil analisis serta memberikan saran atau rekomendasi yang dapat digunakan perusahaan untuk memperbaiki sistem pemeliharaan, meningkatkan keandalan

peralatan, dan mencegah terjadinya kegagalan serupa di masa mendatang.

