

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Amman Mineral Industri yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan pengolahan mineral, khususnya tembaga. Penelitian difokuskan pada mesin *Cathode Stripping Machine* (CSM) yang digunakan dalam proses pemisahan tembaga dari cathode blank setelah proses elektrolisis.

Cathode Stripping Machine memiliki peranan penting dalam proses produksi karena berfungsi untuk memisahkan lembaran tembaga hasil elektrolisis dari lembaran *stainless steel cathode blank* secara otomatis. Apabila terjadi kerusakan pada mesin ini, maka proses produksi dapat terganggu sehingga menyebabkan downtime.

Penelitian ini dilakukan selama periode pengambilan data kerusakan mesin, yaitu dari 1 November 2025 hingga 3 Maret 2026, dengan menggunakan data histori kerusakan dan perbaikan mesin yang tersedia di bagian maintenance perusahaan.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif digunakan untuk menganalisis data numerik yang diperoleh dari data kerusakan dan waktu perbaikan mesin.

Pendekatan deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi sistem perawatan mesin *Cathode Stripping Machine*

berdasarkan data yang diperoleh di lapangan. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk mengetahui tingkat keandalan mesin serta efektivitas sistem perawatan yang diterapkan oleh perusahaan.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang dilakukan adalah *Cathode Stripping Machine* (CSM) yang digunakan dalam proses pemisahan tembaga pada proses pemurnian elektrolisis. Mesin ini memiliki peran penting dalam proses produksi sehingga keandalannya perlu dianalisis untuk mengurangi terjadinya kerusakan dan *downtime*.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian untuk dianalisis dan diukur guna memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat.

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab perubahan terhadap variabel lainnya. Dalam penelitian ini, variabel bebas meliputi data yang berkaitan dengan sistem perawatan mesin, yaitu:

1. Jumlah kerusakan mesin
2. Waktu operasi mesin
3. Waktu perbaikan mesin (*repair time*)
4. *Downtime* mesin

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat yang dianalisis adalah:

1. Nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF)
2. Nilai *Mean Time To Repair* (MTTR)
3. Tingkat keandalan mesin (*availability*)
4. Prioritas tingkat resiko kerusakan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Variabel-variabel tersebut digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem perawatan pada *Cathode Stripping Machine*. Hasil analisis MTBF, MTTR dan Availability digunakan untuk menilai Tingkat keandalan mesin, sedangkan Analisis Pareto, *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan sebagai metode pendukung untuk mengidentifikasi kerusakan dominan, akar penyebab kerusakan, serta menentukan prioritas tindakan perbaikan.

3.5 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Kedua jenis data tersebut digunakan untuk mendukung proses analisis sistem perawatan mesin *Cathode Stripping Machine* sehingga dapat diperoleh hasil penelitian yang akurat

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian melalui kegiatan observasi dan wawancara dengan pihak yang terkait dengan pengoperasian dan perawatan mesin.

Data primer dalam penelitian ini meliputi:

1. Kondisi operasional mesin *Cathode Stripping Machine*.
2. Informasi mengenai proses perawatan mesin yang dilakukan oleh teknisi.
3. Jenis kerusakan yang sering terjadi pada mesin.
4. Prosedur penanganan kerusakan mesin oleh bagian *maintenance*.

Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap proses kerja mesin serta melakukan wawancara dengan operator dan teknisi yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian dan perawatan mesin.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari dokumen atau arsip perusahaan yang berkaitan dengan kegiatan perawatan mesin.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data histori kerusakan mesin *Cathode Stripping Machine*.
2. Data *downtime* mesin selama periode penelitian.
3. Data waktu perbaikan mesin (*repair time*).
4. Data jam operasi mesin.

Data sekunder tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) untuk mengetahui tingkat keandalan mesin. Selain itu, data frekuensi kerusakan digunakan untuk menyusun Analisis Pareto, sedangkan data jenis kerusakan digunakan dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)

untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN)

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan sistem perawatan *Cathode Stripping Machine*. Metode yang digunakan meliputi observasi, wawancara dan dokumentasi.

3.6.1 Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung objek penelitian di lapangan. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi operasional mesin *Cathode Stripping Machine* yang digunakan dalam proses produksi.

Melalui kegiatan observasi, peneliti dapat mengetahui proses kerja mesin, kondisi peralatan, serta kemungkinan terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi. Observasi juga dilakukan untuk memahami sistem perawatan mesin yang diterapkan oleh bagian *maintenance*. Data yang diperoleh melalui observasi meliputi kondisi operasional mesin, jenis kerusakan yang terjadi, serta proses penanganan kerusakan yang dilakukan oleh teknisi.

3.6.2 Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak yang memiliki informasi terkait

dengan penelitian. Wawancara dilakukan dengan operator mesin dan teknisi *maintenance* yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian dan perawatan mesin *Cathode Stripping Machine*.

Wawancara bertujuan memperoleh informasi mengenai jenis kerusakan mesin, penyebab kerusakan, serta prosedur perawatan yang dilakukan untuk menjaga kinerja mesin. Informasi yang diperoleh dari wawancara digunakan sebagai data pendukung untuk memahami kondisi sistem perawatan mesin yang diterapkan di perusahaan PT Amman Mineral Industry.

3.6.3 Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data atau dokumen yang berkaitan dengan objek penelitian. Dalam penelitian ini, dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan berbagai data yang berasal dari laporan perusahaan, khususnya dari bagian *maintenance* dan produksi. Data dokumentasi yang dikumpulkan meliputi data histori kerusakan mesin, data *downtime* mesin, data waktu perbaikan mesin, serta data jam operasi mesin.

Data dokumentasi digunakan sebagai dasar dalam melakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk mengetahui tingkat keandalan mesin *Cathode Stripping Machine*.

3.7 Metode Analisis Data

Analisi data yang digunakan untuk mengetahui tingkat keandalan mesin *Cathode Stripping Machine* dengan menggunakan metode *Mean Time Between Failure* (MTBF)

dan *Mean Time To Repair* (MTTR). Data yang digunakan data waktu operasi mesin, Jumlah kerusakan mesin waktu perbaikan mesin dan frekuensi kerusakan. Selanjutnya dilakukan Analisis Pareto, *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi kerusakan dominan, akar penyebab, serta menentukan prioritas tindakan perbaikan.

3.8 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan secara sistematis dalam pelaksanaan penelitian untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam analisis sistem perawatan mesin. Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

3.8.1 Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada *Cathode Stripping Machine*, khususnya yang berkaitan dengan kerusakan mesin dan waktu perbaikan yang dapat mempengaruhi proses produksi. Identifikasi masalah dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan serta diskusi dengan pihak bagian maintenance.

3.8.2 Studi Literatur

Proses pengumpulan berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian, seperti buku, jurnal ilmiah, serta penelitian terdahulu yang membahas tentang sistem perawatan mesin, metode *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), Analisis Pareto, *Fault Tree Analysis* (FTA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta analisis

availability untuk mendukung landasan teori dalam penelitian.

3.8.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi data waktu operasi mesin, data kerusakan mesin, serta data waktu perbaikan mesin. Data diperoleh dari laporan *maintenance*, catatan *downtime* mesin dan dokumentasi perusahaan.

3.8.4 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh, diolah untuk mengetahui total waktu operasi, total waktu perbaikan, jumlah kerusakan, dan frekuensi kerusakan sebagai dasar analisis

3.8.5 Perhitungan MTBF dan MTTR

Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk mengetahui rata-rata waktu operasi mesin sebelum terjadi kerusakan dan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perbaikan mesin.

3.8.6 Perhitungan Availability

Nilai MTBF dan MTTR diperoleh, dilakukan perhitungan availability untuk mengetahui tingkat ketersediaan mesin dalam proses produksi. Nilai *availability* menunjukkan seberapa besar persentase waktu mesin dapat digunakan untuk mendukung kegiatan produksi.

3.8.7 Analisi Pareto, FTA da FMEA

Analisis Pareto digunakan untuk menentukan kerusakan yang paling dominan. Selanjutnya dilakukan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan risiko serta rekomendasitindkan perbaikan

3.8.8 Analisis dan Pembahasan

Hasil perhitungan MTBF, MTTR, dan availability kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keandalan dan ketersediaan mesin *Cathode Stripping Machine*. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem perawatan mesin.

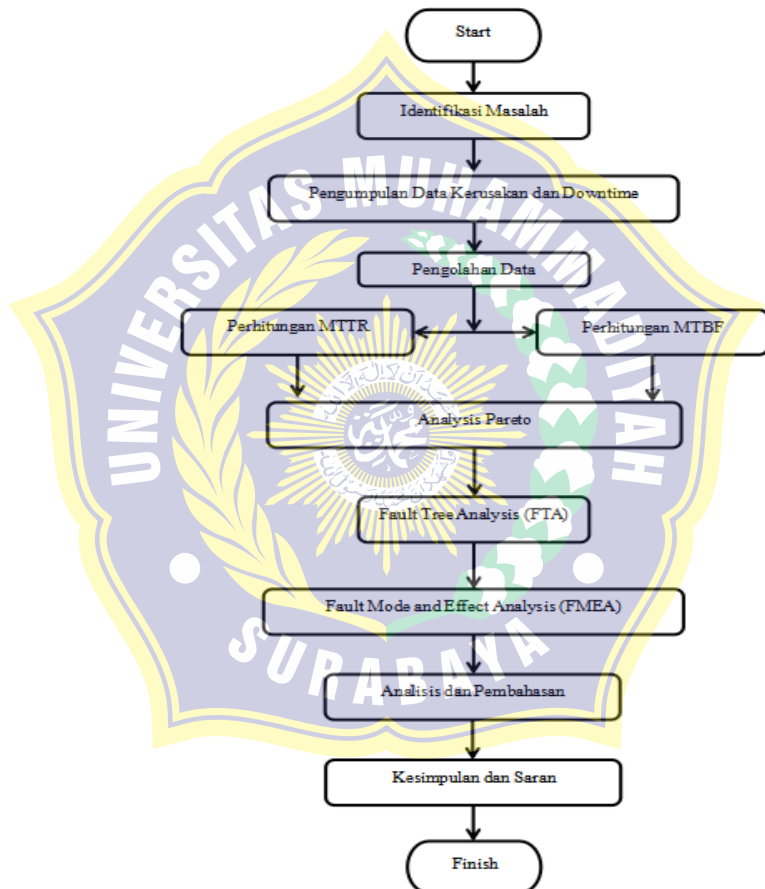
3.8.9 Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan serta memberikan saran atau rekomendasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas sistem perawatan mesin.

3.9 Diagram Alir Penelitian

Diagram penelitian digunakan untuk menggambarkan tahap penelitian sistematis mulai dari awal hingga akhir penelitian

Adapun tahapan penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3.18 Diagram Alir