

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Februari hingga April 2024 dengan menggunakan data operasional aktual dari Wet Electrostatic Precipitator (WESP) pada tahap commissioning. Tempat penelitian bersifat netral, yaitu dilakukan melalui analisis data operasional sistem WESP yang diperoleh dari proses peleburan konsentrat tembaga. Penelitian tidak menitikberatkan pada lokasi atau perusahaan tertentu, melainkan fokus pada evaluasi efisiensi WESP sebagai teknologi pengendalian emisi.

3.2 Rencana Kegiatan

Tabel 1 Rencana Kegiatan

No	Kegiatan	Februari 2024				Maret 2024				April 2024			
1	Survey Lapangan												
2	Penentuan Judul												
3	Pengumpulan Data												
4	Pengolahan Data												
5	Analisis dan Evaluasi												
6	Penyusunan Laporan												

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari operasional aktual Wet Electrostatic Precipitator (WESP) pada periode Februari–April 2024, khususnya pada tahap commissioning. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara:

1. Data Operasional Mengambil catatan tegangan, arus, serta kondisi

mekanis WESP dari sistem monitoring operasional.

2. Data Teknis Menggunakan spesifikasi desain WESP sebagai acuan pembandingan, meliputi tegangan desain, arus desain, dan efisiensi desain.
3. Dokumentasi Sistem Mengumpulkan informasi teknis dari manual peralatan, datasheet, serta catatan commissioning.
4. Observasi Visual Melakukan pengamatan terhadap kondisi fisik elektroda, collecting plate, dan sistem isolasi untuk mengidentifikasi faktor mekanis yang memengaruhi efisiensi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil commissioning Wet Electrostatic Precipitator (WESP) pada periode Februari–April 2024. Data diambil melalui sistem monitoring operasional PI Vision, didukung oleh dokumen commissioning, datasheet peralatan, serta hasil observasi lapangan. Seluruh data yang digunakan telah diverifikasi dengan parameter operasi aktual sehingga layak digunakan sebagai dasar analisis performa WESP.

3.3.2 Desain Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian dilakukan menggunakan data operasional Wet Electrostatic Precipitator (WESP) yang diperoleh selama tahap commissioning pada periode Februari–April 2024. Data diperoleh dari sistem monitoring operasional, data commissioning, datasheet peralatan, serta hasil observasi lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi: Data tegangan operasi (kV). Data arus operasi (mA). Data emisi partikulat (mg/Nm^3). Data kondisi mekanis elektroda dan collecting plate. Data spesifikasi desain WESP. Data yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung kuat medan listrik, kecepatan migrasi partikel, resistivitas partikel, serta efisiensi penangkapan partikulat. Selanjutnya hasil perhitungan dibandingkan dengan parameter desain untuk mengevaluasi performa aktual WESP.

Pengambilan data dilakukan secara bertahap selama proses commissioning hingga diperoleh data yang mewakili kondisi minimum dan maksimum operasi pada masing-masing field WESP. Data tersebut kemudian diseleksi berdasarkan kelengkapan parameter sehingga hanya data yang memenuhi kebutuhan analisis yang digunakan dalam penelitian ini.

3.4 Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif menggunakan data operasional aktual Wet Electrostatic Precipitator (WESP)

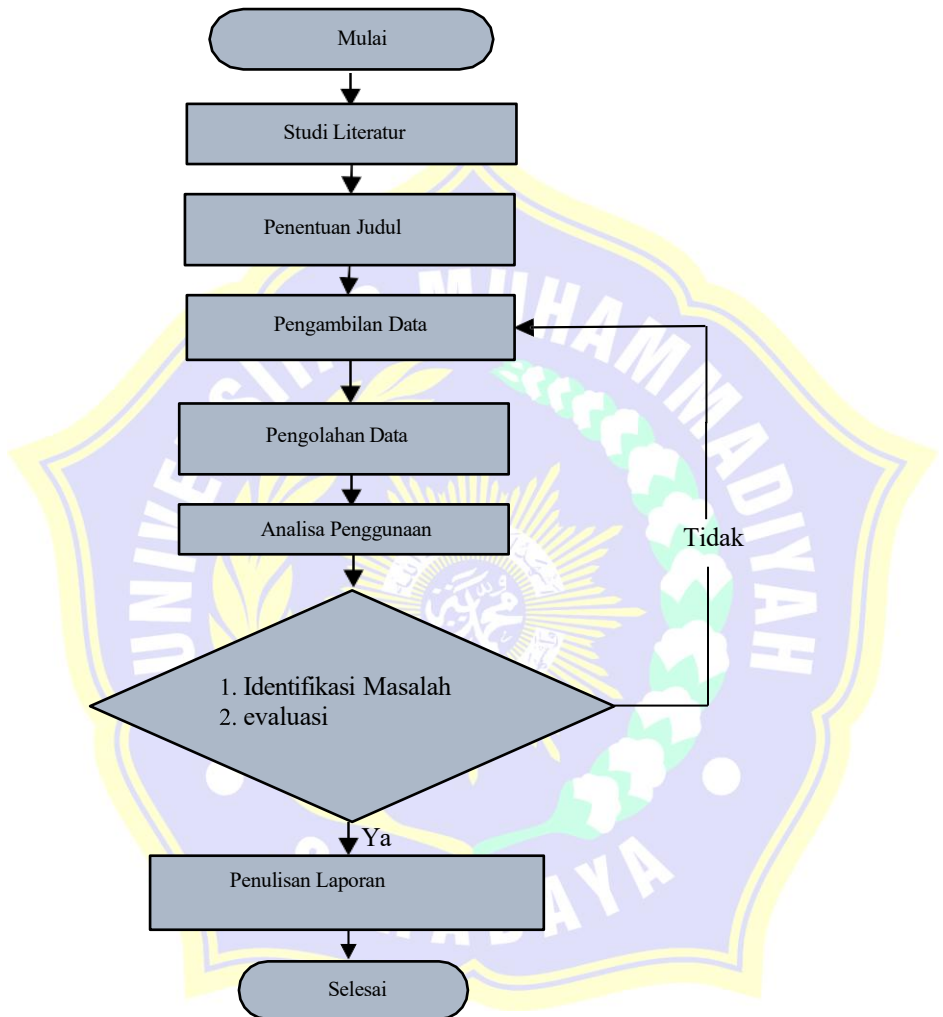
pada periode Februari–April 2024. Langkah-langkah analisis meliputi:

1. Perhitungan Kuat Medan Listrik Menghitung nilai medan listrik berdasarkan tegangan aktual dan jarak antar elektroda.
2. Perhitungan Kecepatan Migrasi Partikel Menentukan kecepatan rata-rata partikel bermuatan menuju collecting plate dengan menggunakan persamaan Deutsch–Anderson.
3. Perhitungan Efisiensi Penangkapan Menghitung efisiensi aktual WESP berdasarkan luas collecting plate, kecepatan migrasi partikel, dan laju alir gas buang.
4. Perbandingan dengan Efisiensi Desain Membandingkan hasil perhitungan efisiensi aktual dengan efisiensi desain untuk mengetahui gap performa.
5. Identifikasi Faktor Penyebab Menganalisis faktor teknis yang memengaruhi penurunan efisiensi, seperti tegangan rendah, arus tidak stabil, kondisi mekanis elektroda, dan collecting plate.

Pendekatan deskriptif kuantitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan menggambarkan kondisi aktual performa WESP berdasarkan data numerik hasil commissioning serta menganalisis hubungan antarparameter operasi menggunakan perhitungan matematis dan regresi linear. Sebelum dilakukan proses analisis, seluruh data operasional diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan kelengkapan, konsistensi, dan kesesuaian satuan pengukuran. Data yang tidak lengkap atau tidak memenuhi parameter analisis tidak digunakan dalam proses pengolahan sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan.

3.5 Langkah Penulisan

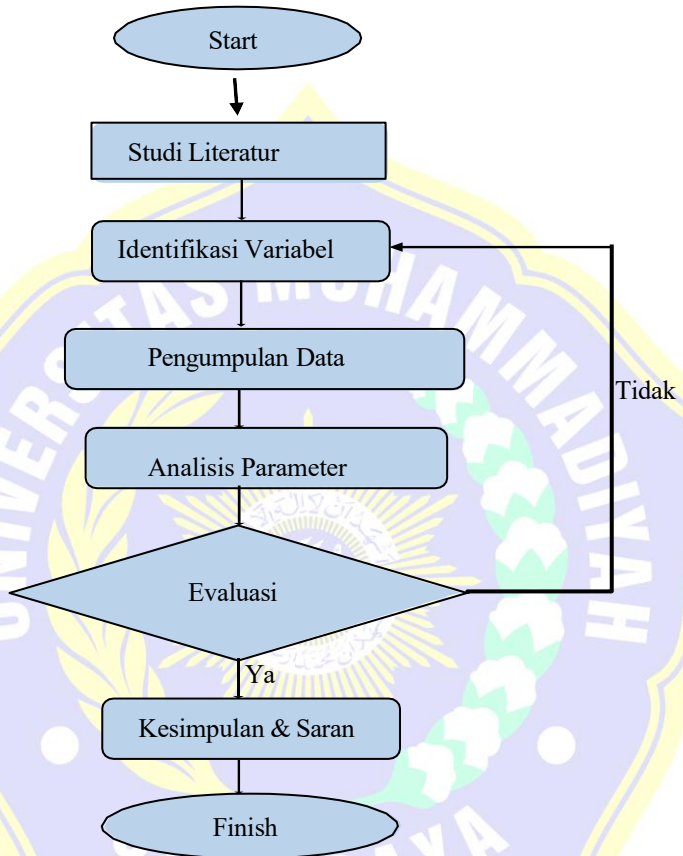
Berikut merupakan tahapan penyusunan penelitian:



Gambar 2 Flowchart langkah penulisan

3.6 Diagram Alir Penyelesaian Masalah

Tahapan – tahapan yang dilaksanakan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram Alir Penyelesaian

Masalah Penjelasan diagram alir perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Mulai. Tahap awal penelitian dimulai dengan menentukan fokus masalah dan tujuan penelitian.
2. Studi Literatur. Mengkaji teori dasar WESP, efisiensi penangkapan partikulat, serta penelitian terdahulu yang relevan.
3. Identifikasi Variabel. Menentukan variabel utama: tegangan, arus, kuat medan listrik, resistivitas partikel, dan kecepatan migrasi partikel.
4. Pengumpulan Data. Mengambil data operasional aktual WESP pada tahap commissioning (Februari–April 2024).
5. Analisis Parameter. Melakukan perhitungan kuat medan listrik, kecepatan migrasi partikel, dan efisiensi penangkapan menggunakan persamaan Deutsch–Anderson.
6. Pembahasan Hasil. Membandingkan efisiensi aktual dengan efisiensi desain serta mengidentifikasi faktor penyebab perbedaan kinerja.
7. Kesimpulan dan Saran Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi teknis untuk optimasi kinerja WESP.
8. Selesai. Penelitian ditutup dengan laporan akhir yang sistematis sesuai tujuan penelitian.

3.7 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.7.1 Peralatan Penelitian

Peralatan penunjang yang digunakan untuk melaksanakan performa *wet electrostatic precipitator* yaitu :

1. PC/Laptop
2. Aveva PI-Vision, digunakan untuk mendapatkan data mentah hasil commissioning, parameter elektrik, analisis parameter, serta pembuatan grafik hubungan antar-variabel.
3. Microsoft Excel 2021, Microsoft Excel 2021 dipilih karena mampu melakukan pengolahan data numerik, perhitungan parameter elektrik, analisis regresi linear, serta visualisasi grafik secara efektif sehingga memudahkan interpretasi hubungan antarparameter penelitian.
4. Microsoft Word 2021, digunakan untuk penyusunan laporan, pengolahan teks skripsi, dan dokumentasi keseluruhan hasil analisis.
5. Datasheet WESP
6. Dokumen Commissioning

3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan untuk pelaksanaan adalah:

1. *Single Line Diagram* Area Port.
2. Gambar Layout lokasi dan Infrastruktur.
3. Proses Flow Diagram.

