

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan alasan dilakukannya penelitian, perumusan masalah yang dibahas, tujuan yang ingin dicapai, serta batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, bab ini juga menguraikan sistematika penulisan laporan penelitian untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai isi dan struktur laporan.

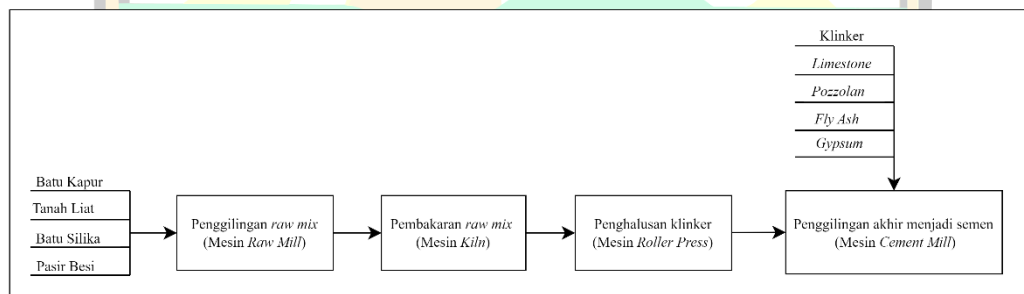
1.1 Latar Belakang

Setiap perusahaan berupaya untuk memperoleh keuntungan yang dapat mendukung kelangsungan operasionalnya, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Ketercapaian tujuan tersebut maka perusahaan harus menjalankan berbagai aktivitas operasional secara efektif dan efisien, yang mencakup kelancaran proses produksi. Salah satu faktor utama yang mendukung kelancaran produksi adalah optimalnya ketersediaan fasilitas produksi perusahaan. Skala industri menengah hingga besar, mesin produksi menjadi elemen penting yang harus selalu beroperasi dalam kondisi optimal, baik dari segi efisiensi maupun efektivitas. Apabila terjadi kerusakan atau penurunan performa pada mesin, hal ini akan berdampak langsung pada gangguan operasional, penurunan kapasitas produksi, serta potensi peningkatan biaya perawatan dan perbaikan yang tidak terduga (Pranowo, 2019). Oleh karena itu, agar kondisi mesin selalu dalam kondisi yang baik maka dibutuhkan kegiatan pemeliharaan pada proses produksi. Tujuan pemeliharaan tersebut yaitu untuk mengoptimalkan keandalan (*Reliability*) dari komponen mesin dan kelancaran operasi mesin yang optimal (Ayuni & Supriyadi, 2023).

Salah satu industri semen terbesar dan tertua di Indonesia adalah PT Semen Padang, dengan kapasitas produksi mencapai 8.900.000 ton per tahun. Sebagai perusahaan yang memiliki peran strategis dalam industri semen nasional. PT Semen Padang menghadapi tantangan besar dalam mempertahankan produktivitasnya

untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat. Oleh karena itu, optimalisasi strategi pemeliharaan mesin menjadi aspek yang sangat penting bagi perusahaan. Melalui sistem pemeliharaan yang efektif, PT Semen Padang dapat memastikan keberlanjutan produksi, mengurangi risiko kerusakan mesin, serta meningkatkan efisiensi dan daya saing di pasar industri semen.

PT. Semen Padang didirikan pada tahun 1910 di Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Sumatera Barat. Perusahaan ini merupakan perusahaan semen pertama di Indonesia. PT Semen Padang merupakan *sub holding* Semen Indonesia Grup (SIG). Pabrik yang aktif beroperasi, yaitu Indarung IV, V, dan VI. Produksi semen menggunakan empat jenis mesin, yaitu: *Raw mill*, *Kiln*, *Roller press*, dan *Cement mill*. Bahan baku Mesin *Raw mill*, yaitu: *limestone* (batu kapur), batu silika, *clay* (tanah liat) dan *iron sand* (pasir besi). Tahapan proses produksi untuk semen yaitu pencampuran bahan baku (mesin *raw mill*), pembakaran (mesin kiln), penghalusan klinker (*roller press*), dan pencampuran klinker dan bahan tambahan menjadi semen (*Cement mill*). Tahapan proses produksi semen dapat dilihat pada **Gambar 1.1** berikut.



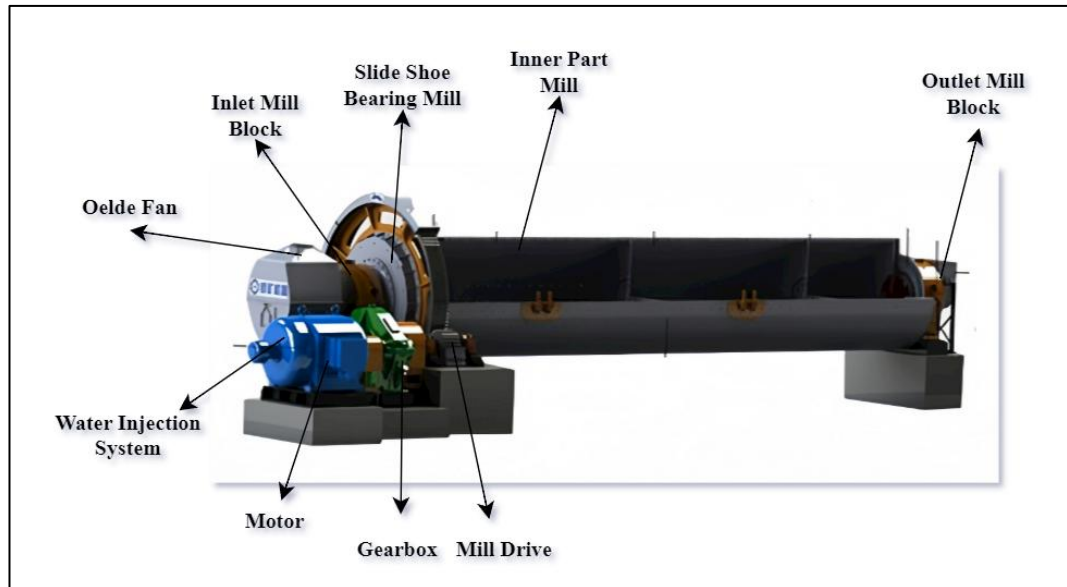
Gambar 1. 1 Proses Produksi Semen di PT Semen Padang

Berdasarkan **Gambar 1.1** dijelaskan bahwa proses produksi semen dimulai dengan pencampuran bahan baku menggunakan Mesin *Raw mill* 1 dan 2, yang beroperasi secara paralel. Bahan baku utama yang digunakan meliputi sekitar 85% batu kapur, 8% batu silika, 5%, tanah liat, dan 2% pasir besi, yang kemudian digiling menjadi *Raw mix*. Selanjutnya, proses pembakaran *Raw mix* yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam *rotary kiln*, yaitu tanur berputar yang memiliki suhu sangat tinggi (sekitar 1400-1500°C) di Mesin *Kiln*, proses pemanasan ini

menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama. Setelah dipanaskan, *raw mix* mengalami reaksi kimia yang menghasilkan *clinker*, yaitu bahan setengah jadi dalam produksi semen. Kemudian, *clinker* akan melalui proses *pre-grinding* pada mesin *Roller Press* sehingga ukurannya menjadi lebih halus. langkah terakhir, *Clinker* yang telah dihaluskan pada mesin *Roller Press* kemudian akan masuk ke *Cement mill* untuk dilakukan proses penggilingan, dimana klinker dicampur dengan *gypsum*, *limestone*, *pozzolan*, dan *fly ash* untuk menghasilkan semen. Setelah dilakukan penggilingan, semen akan disimpan di *Silo Cement* untuk penyimpanan sementara sebelum dilakukan pengemasan.

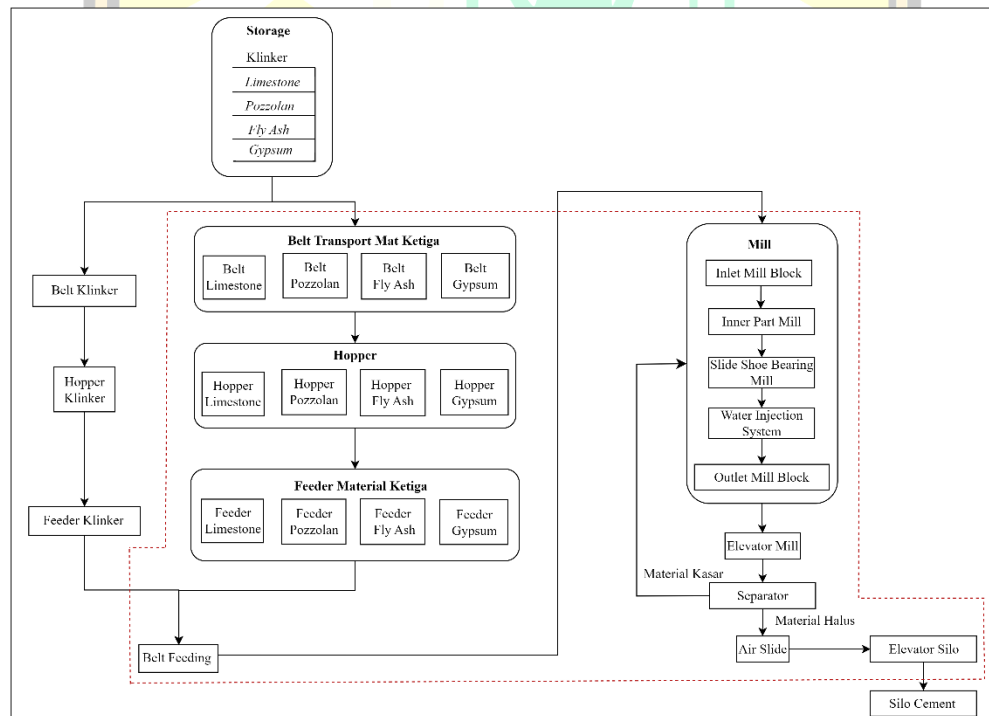
Berdasarkan dari keempat mesin utama yang telah diuraikan yaitu mesin *Raw mill*, *Kiln*, *Roller press*, dan *Cement mill* masing-masing memiliki peran vital dalam alur produksi. Namun, Mesin *Cement mill* memiliki tingkat kekritisian (*criticality*) yang lebih tinggi karena posisinya sebagai tahap *finish grinding* (penggilingan akhir). Mesin ini adalah penentu utama yang mengolah klinker (produk setengah jadi) menjadi produk akhir yang siap disimpan di *Silo Cement*. Berbeda dengan mesin-mesin di tahap awal, kegagalan atau *downtime* pada Mesin *Cement Mill* akan secara langsung menghentikan seluruh *output* produk jadi, meskipun mesin-mesin sebelumnya masih beroperasi. *Downtime* ini akan menyebabkan penumpukan klinker di silo serta berdampak langsung dan signifikan terhadap volume produksi akhir perusahaan, sehingga keandalan (*reliability*) Mesin *Cement Mill* menjadi faktor krusial.

Mesin *Cement mill* merupakan mesin utama dalam proses *finish grinding* (penggilingan akhir) pada proses produksi semen sebelum dilakukannya *packing plan*. Mesin *Cement mill* berbentuk tabung panjang yang didalamnya terdapat bola baja yang berbentuk *spherical* atau *cylindrical*. Bola baja ini digunakan untuk menghancurkan dan menggiling bahan baku semen. Berikut merupakan bentuk struktur dari mesin *Cement mill* yang ditunjukkan pada **Gambar 1.2**.



Gambar 1. 2 Mesin *Cement mill*

Alur produksi semen di mesin *Cement mill* ditunjukkan pada **Gambar 1.3**. Komponen-komponen yang di dalam garis merah merupakan komponen yang mengalami *downtime* selama proses produksi.



Gambar 1. 3 Alur Produksi Semen di Mesin *Cement mill*

Mesin *Cement mill* di Indarung V juga sering mengalami permasalahan *downtime*. *Downtime* adalah rentang waktu saat sebuah alat atau bagian dari sistem mengalami kerusakan atau tidak bisa dioperasikan, yang akhirnya mengganggu jalannya seluruh sistem. Kerusakan atau kegagalan mesin umumnya terjadi ketika mesin telah mencapai usia yang cukup lama, sehingga diperlukan pemantauan terhadap umur mesin untuk mencegah gangguan dalam proses produksi. Selama proses produksi, mesin *Cement mill* Indarung V juga sering mengalami kendala, seperti kerusakan atau penghentian mendadak. Jika mesin tiba-tiba berhenti atau mengalami kerusakan, hal ini akan berdampak pada tahapan berikutnya, yaitu proses pengemasan. Akibatnya, produksi terhambat hingga mesin kembali beroperasi, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Kondisi ini mengakibatkan *downtime* pada mesin *Cement mill* Indarung V, yang terjadi secara berulang dan terus menerus, sehingga menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi perusahaan saat ini.

PT Semen Padang menetapkan target produksi berdasarkan kapasitas operasional serta mempertimbangkan jadwal *downtime* yang direncanakan untuk pemeliharaan mesin pabrik. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk memastikan kelancaran produksi dan meminimalkan gangguan operasional yang dapat mempengaruhi *output* produksi. Namun, waktu henti (*downtime*) setiap mesin sering kali melebihi dari yang telah direncanakan. Waktu henti yang tidak terduga ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kegagalan mesin, keterlambatan dalam proses perawatan, serta gangguan teknis lainnya. Dampak dari *downtime* ini dapat dianalisis melalui total jumlah penghentian (*stop*) dan pengoperasian kembali (*start*) mesin selama proses produksi. Data *downtime* mesin *Cement mill* Pabrik Indarung V tahun 2023 dan 2024. Berikut data frekuensi dan *downtime* yang terjadi pada bulan Januari hingga Desember 2024 yang ditunjukkan pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1. 1 Data Frekuensi Kerusakan dan *Downtime* Tahun 2023 dan 2024

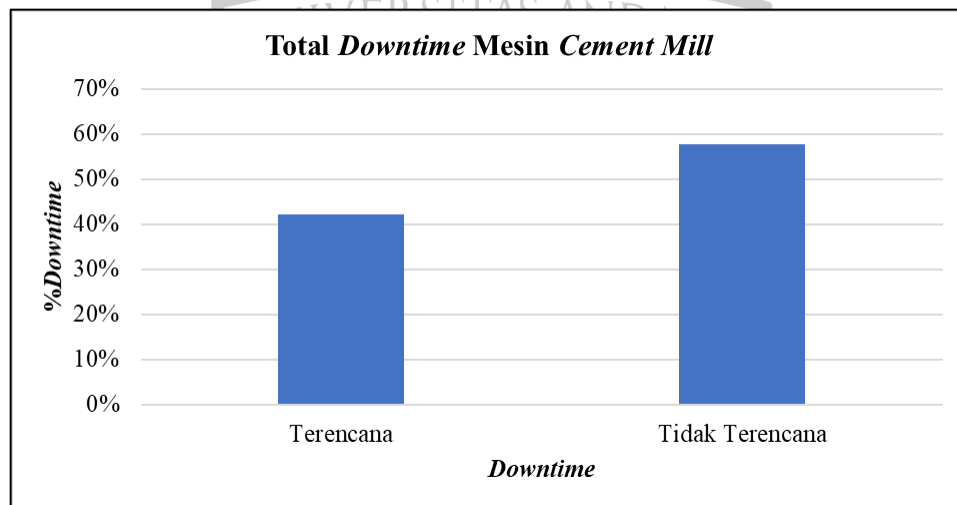
Komponen	Frekuensi Kerusakan (Kali)	<i>Downtime</i> (Jam)	Keterangan
Air Slide	54	296,57	Tidak Terencana
<i>Belt Feeding</i>	45	383,57	Tidak Terencana
<i>Belt Transport Mat Ketiga</i>	11	27,18	Tidak Terencana
<i>Elevator Mill</i>	74	481,33	Tidak Terencana
<i>Elevator Silo</i>	8	15,10	Tidak Terencana
<i>Feeder Material Ketiga</i>	23	240,48	Tidak Terencana
<i>Inlet Mill Block</i>	33	237,33	Tidak Terencana
<i>Outlet Mill Block</i>	1	0,47	Tidak Terencana
<i>Inner Part Mill</i>	18	268,97	Tidak Terencana
<i>Slide Shoe Bearing Mill</i>	17	138,55	Tidak Terencana
<i>Water Injection System</i>	7	39,50	Tidak Terencana
<i>Separator</i>	42	306,15	Tidak Terencana
<i>Hopper</i>	14	67,15	Tidak Terencana
PMC	-	1826,00	Terencana
Total Kerusakan	347		
<i>Downtime</i> Tidak Terencana	2502,35		
<i>Downtime</i> Terencana	1826,00		
Total <i>Downtime</i>	4328,35		

Berdasarkan **Tabel 1.1** Data di atas diketahui bahwa total kerusakan yang terjadi pada Mesin *Cement mill* sebanyak 347 kali dengan total *downtime* sebesar 2502,35. *Downtime* terlama terjadi pada komponen *elevator mill*, *belt feeding*, *air slide*, dan *inner part mill*. Berdasarkan data yang ada *downtime* yang terjadi pada elevator mill diakibatkan gangguan listrik seperti trip/alarm karena arus berlebih yang sebenarnya merupakan gejala dari adanya masalah mekanis seperti material yang tersumbat, beban berlebih, atau *belt* yang miring.. *Downtime* pada *belt feeding* terjadi dikarenakan belt yang robek. *Downtime* pada air slide dikarenakan material yang tidak lancar dan terjadi kerusakan pada motor sehingga air slide tidak bisa beroperasi. Sedangkan, *inner part mill* dikarenakan adanya penggantian diaphragma dan pengecekan peralatan seperti *tightening bolt* (pengencangan baut-baut komponen). Berdasarkan data di atas diketahui data *downtime* pada *Cement mill* sehingga dapat diketahui persentase *downtime* yang terjadi. Berikut merupakan persentase *downtime* mesin *Cement mill* yang terencana dan tidak terencana

ditunjukkan pada **Tabel 1.2** Data tersebut divisualisasi dalam grafik dapat dilihat pada **Gambar 1.4**.

Tabel 1. 2 *Downtime Mesin Cement mill*

Mesin <i>Cement mill</i>	
Terencana	Tidak Terencana
1826	2502,35
42%	58%



Gambar 1. 4 *Persentase Downtime Mesin Cement mill*

Berdasarkan **Gambar 1.4** di atas diketahui, menunjukkan bahwa *downtime* Mesin *Cement mill* didominasi oleh *downtime* tidak terencana (*unplanned downtime*) sebesar 58% (2502,35 jam). Nilai ini melampaui *downtime* terencana (*planned downtime*) yang tercatat sebesar 42% (1826 jam). *Downtime* terencana terjadi karena pemeliharaan rutin atau perbaikan yang sudah dijadwalkan, sehingga dapat dikendalikan. Namun, *downtime* tidak terencana jauh lebih besar, yang disebabkan oleh kerusakan mendadak, kegagalan mesin, atau keterlambatan perbaikan. Akan tetapi, *downtime* sering terjadi di luar jadwal yang telah ditetapkan, sehingga tindakan pemeliharaan sering dilakukan secara tidak terencana. Pengaruh *downtime* yang terjadi diakibatkan beberapa permasalahan yang terjadi baik dari komponen maupun hal lainnya.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan secara berulang dan terjadwal untuk memastikan bahwa peralatan tetap berfungsi dengan optimal dan berada dalam kondisi yang mendekati atau sama seperti saat pertama kali digunakan. Proses pemeliharaan ini mencakup inspeksi, perbaikan, penggantian suku cadang, serta pembersihan dan pelumasan komponen, sehingga dapat mencegah kerusakan, memperpanjang umur pakai peralatan, serta memastikan kelancaran operasional tanpa gangguan. Salah satu pendekatan pemeliharaan yang dapat meningkatkan keandalan sistem atau peralatan kompleks adalah pemeliharaan *preventive* (Jardine, 2022). *Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terencana dan berkala untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen mesin sebelum mengalami kegagalan (*failure*). Tujuan utama dari pemeliharaan ini adalah untuk menjaga keandalan peralatan, memperpanjang umur pakai mesin, serta mengurangi risiko kerusakan mendadak yang dapat mengganggu proses produksi. Penerapan *Preventive Maintenance*, perusahaan dapat meminimalkan biaya perbaikan, yang biasanya jauh lebih tinggi jika mesin mengalami *failure* secara tiba-tiba. Selain itu, strategi ini juga membantu meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi *downtime* yang tidak terduga, sehingga kelancaran produksi dapat tetap terjaga (Gackowiec, 2019).

PT Semen Padang Indarung V pada mesin *Cement mill* telah menerapkan sistem pemeliharaan *preventive maintenance*. Kegiatan *preventive maintenance* di mesin *Cement mill* menerapkan metode CILART (*Cleaning, Inspection, Lubrication, Adjustment, Repair, dan Tightening*). *Cleaning* yaitu membersihkan debu atau kotoran pada komponen, *inspection* yaitu melakukan inspeksi terhadap komponen secara visual, *lubrication* yaitu memberikan pelumasan seperti grease atau oli pada komponen mesin, *adjustment* yaitu proses penyesuaian atau penyetelan untuk memastikan bahwa mesin dan peralatan tetap bekerja dengan optimal, menghindari keausan yang berlebihan, serta mencegah kegagalan yang bisa mengganggu produksi, *repair (small)* yaitu melakukan perbaikan kecil yang dilakukan untuk mengatasi masalah ringan pada peralatan sebelum menjadi kerusakan besar, sedangkan *tightening* yaitu pengencangan komponen untuk

memastikan bahwa semua bagian mesin atau peralatan terpasang dengan benar dan tidak mengalami kelonggaran yang dapat menyebabkan kegagalan operasional.

Mesin *Cement mill* sangat vital karena merupakan tahap *finish grinding* (penggilingan akhir) yang mengubah klinker menjadi semen. Karena posisinya sebagai penentu di tahap akhir dan tidak ada proses alternatif setelahnya, kegagalan pada mesin ini akan secara langsung menghentikan total seluruh *output* produksi semen di pabrik. Oleh karena itu, penelitian ini terfokuskan pada mesin *Cement mill* khususnya dalam meminimalkan *downtime*, adalah upaya langsung untuk menjaga kelancaran, efisiensi, dan profitabilitas seluruh operasional pabrik. Berdasarkan data dan penjelasan di atas diketahui bahwa *downtime* tidak terencana sering terjadi pada mesin *Cement mill* hal ini dikarenakan sering terjadinya kerusakan secara tiba-tiba. Kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba sehingga dibutuhkannya evaluasi terhadap jadwal pemeliharaan, terutama pada komponen kritis yang berkontribusi terhadap tingginya *downtime*. Berdasarkan masalah tersebut diperlukan analisis dan optimasi jadwal pemeliharaan guna meminimalkan *downtime*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal penggantian komponen secara optimal dalam meminimalkan *downtime* agar dapat meningkatkan operasi produksi pada mesin *Cement mill* sehingga tidak mengganggu kelancaran produksi di PT Semen Padang Indarung V.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah tingginya *downtime* tidak terencana pada mesin *Cement mill*. Oleh karena itu, diperlukan optimasi penjadwalan *preventive maintenance* untuk meminimalkan total *downtime*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, didapatkan tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu mengoptimalkan penjadwalan *preventive maintenance* untuk menurunkan *downtime* tidak terencana pada mesin *Cement mill*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Data kerusakan yang digunakan berasal dari data kerusakan di pabrik Indarung V pada tahun 2023 dan 2024 PT Semen Padang.
2. Data historis kerusakan yang digunakan dalam analisis pada interval Januari - Desember 2023 dan 2024.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam enam bab yang terstruktur untuk memberikan pemahaman yang jelas mengenai permasalahan yang dikaji, metode yang digunakan, serta hasil dan kesimpulan yang diperoleh.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan permasalahan utama yang terjadi di PT Semen Padang serta urgensi penelitian ini dalam mengatasi kendala operasional yang dihadapi. Selanjutnya, rumusan masalah disusun berdasarkan latar belakang untuk mengidentifikasi persoalan utama yang menjadi fokus penelitian. Bab ini juga memaparkan tujuan penelitian yang dirancang untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan. Selain itu, batasan penelitian ditetapkan guna memperjelas ruang lingkup penelitian agar tetap terarah dan sesuai dengan tujuan. Terakhir, sistematika penulisan disusun berdasarkan pedoman Tugas

Akhir Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab landasan teori membahas teori dan konsep ilmiah yang menjadi dasar penelitian ini. Landasan teori mencakup berbagai pendekatan dan metode sistem pemeliharaan mesin yang akan digunakan dalam proses analisis pemeliharaan di PT Semen Padang. Teori yang disajikan dalam bab ini diperoleh dari berbagai sumber referensi, seperti buku teks, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Berdasarkan landasan teori ini, penelitian memiliki dasar yang kuat dalam melakukan analisis dan evaluasi terhadap pemeliharaan mesin yang diterapkan di perusahaan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian menjelaskan tahapan dan metode yang digunakan dalam penelitian. Bab ini menguraikan lokasi dan waktu penelitian, serta tahapan penelitian secara sistematis, mulai dari pengumpulan data hingga analisis dan interpretasi hasil. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan secara rinci, termasuk teknik pengolahan data yang diterapkan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur penelitian, tahapan penelitian juga divisualisasikan dalam bentuk *flowchart*.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data yang dikumpulkan serta metode yang digunakan untuk mengolahnya. Data yang diperoleh disajikan secara sistematis sesuai dengan kebutuhan penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Setelah dikumpulkan, data diolah menggunakan metode yang sesuai agar dapat digunakan dalam proses analisis lebih lanjut. Hasil pengolahan data ini akan menjadi dasar dalam proses analisis yang dikaitkan dengan teori yang relevan guna menghasilkan temuan yang valid.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian serta analisis terhadap data yang telah diolah. Hasil penelitian ditampilkan berdasarkan *output* dari pengolahan data pada bab sebelumnya. Pembahasan dilakukan dengan menginterpretasikan hasil yang diperoleh dan menghubungkannya dengan landasan teori serta tujuan penelitian. Analisis dalam bab ini bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil pembahasan akan menjadi dasar dalam penyusunan kesimpulan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diterapkan. Kesimpulan disusun untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dalam penelitian ini. Selain itu, saran diberikan sebagai rekomendasi bagi PT Semen Padang, khususnya terkait strategi pemeliharaan mesin untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional. Saran yang disampaikan juga mencakup implikasi dari hasil penelitian yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan atau penelitian lanjutan.