

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Sinar Agung Selalu Sukses (SASS). Perusahaan tersebut bergerak di bidang produksi komponen atau suku cadang kendaraan bermotor roda dua dan roda empat. Perusahaan ini beralamat di Brujul, Jaten, Karanganyar, Jawa Tengah, tepatnya di Ngalasan RT/RW 02/01. Mesin injeksi Haitian MA8000 adalah salah satu mesin di unit produksi 4 (*injection & propeller*), yang menjadi objek penelitian ini. Mesin tersebut merupakan mesin injeksi plastik yang beroperasi dengan cara memanaskan material *thermoplastic* dalam bentuk padat hingga mencapai kondisi lunak dan meleleh melalui silinder pemanas. Setelah mencair, material tersebut disuntikkan ke dalam cetakan (*molding*) dengan tekanan tinggi. Di dalam cetakan, material mengalami proses pendinginan dan pengerasan sebelum akhirnya dikeluarkan sebagai produk jadi.

Mesin injeksi Haitian MA8000 berasal dari seri Haitian Mars, yang dikenal karena efisiensi energi dan performa yang tinggi. Mesin Haitian MA8000 memiliki kapasitas penjepitan sebesar 800 ton, memungkinkan produksi komponen plastik besar dan kompleks dengan presisi tinggi. Tabel 3.1 adalah spesifikasi mesin secara lengkap.

**Tabel 3. 1 Spesifikasi Mesin**

| Spesifikasi Mesin                   |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| <i>Screw Diameter</i>               | 100 mm               |
| <i>Calculated Injection Volume</i>  | 3691 cm <sup>3</sup> |
| <i>Injection capacity (PS)</i>      | 3359 g               |
| <i>Injection Pressure</i>           | 184 Mpa              |
| <i>Injection Stroke</i>             | 470 mm               |
| <i>Screw Speed</i>                  | 0-118 r/min          |
| <i>Heating Input Power</i>          | 63,75 KW             |
| <i>Clamping Force</i>               | 8000 KN              |
| <i>Space Between Tie-Bars (HxV)</i> | 1000x1000 mm         |
| <i>Die-Height Available (Max.)</i>  | 1000 mm              |
| <i>Die-Height Available (Min.)</i>  | 420 mm               |
| <i>Mold Opening Stroke</i>          | 1040 mm              |
| <i>Open Daylight</i>                | 2040 mm              |
| <i>Ejector Stroke</i>               | 280 mm               |
| <i>Ejector Force</i>                | 186 KN               |

| Spesifikasi Mesin                   |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| <i>Ejector Number</i>               | 21 PC                   |
| <i>Pump Motor Power</i>             | 22+55 KW                |
| <i>Oil Tank Capacity</i>            | 1400 I                  |
| <i>Machine Dimension (LxWxH)</i>    | 10.6 m x 2.51 m x 2.7 m |
| <i>Total Machine Weight</i>         | 37 t                    |
| <i>Minimal Mold Dimension (LxW)</i> | 700 mm x 700 mm         |

Sumber: PT SASS (2024)

### 3.2 Alat dan Data Penelitian

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan perangkat lunak *EasyFit 5.5 Professional* sebagai alat bantu dalam melakukan analisis statistik, khususnya untuk menguji kecocokan data terhadap beberapa jenis distribusi probabilitas keandalan melalui metode *Goodness of Fit Test*. Uji ini berfungsi untuk menilai seberapa baik distribusi teoritis menggambarkan pola data aktual. *EasyFit* secara otomatis menghitung nilai statistik dari beberapa metode uji seperti Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling, dan Chi-Square sehingga mempermudah proses identifikasi distribusi yang paling sesuai dengan data waktu kerusakan komponen mesin.

#### 3.2.2 Data Penelitian

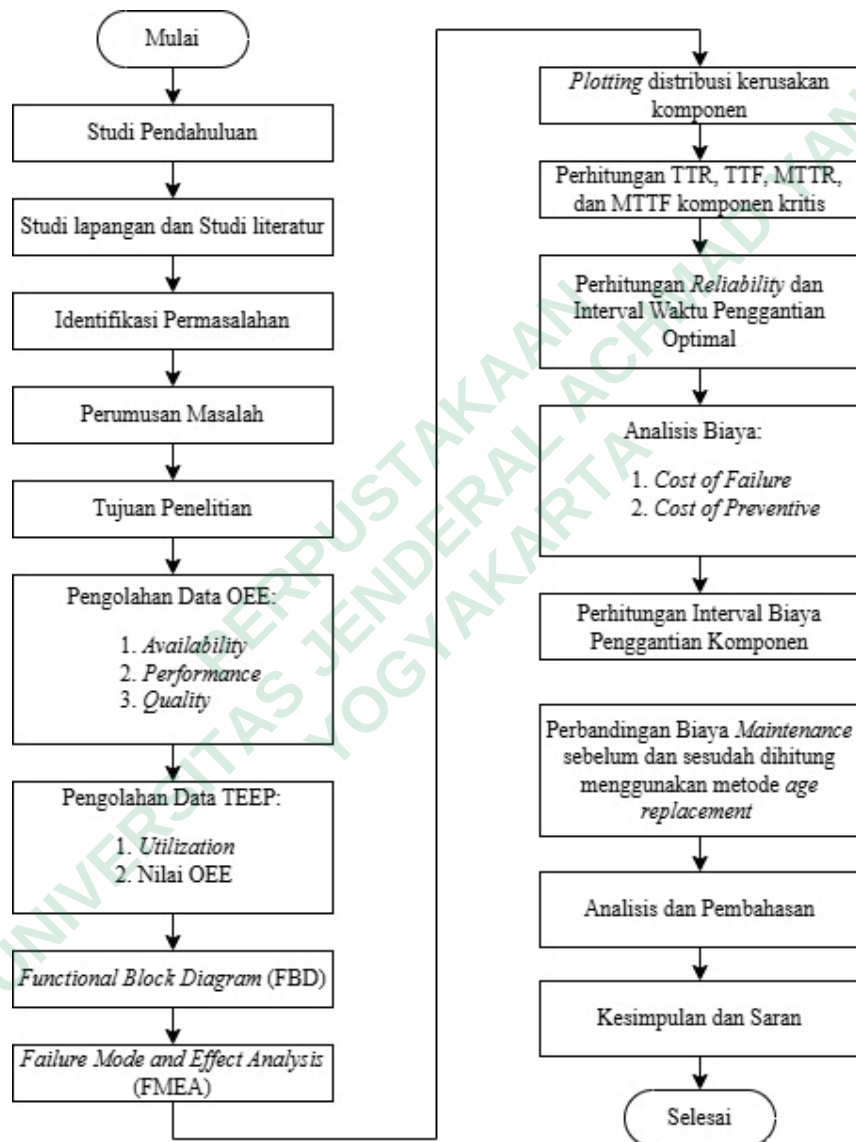
Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari objek penelitian melalui wawancara dan observasi di lokasi, sedangkan data sekunder berasal dari tinjauan pustaka dan data historis seperti artikel, skripsi, dan publikasi ilmiah yang digunakan sebagai referensi dan bahan perbandingan.

**Tabel 3. 2 Kebutuhan Data**

| Jenis Data | Teknik Pengambilan Data                | Data yang dibutuhkan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primer     | Observasi dan Wawancara                | <i>Shift Length, Planned Downtime, Break Time, Setup Alat, Breakdown Mesin, Ideal Cycle Time, Total Produksi, Actual Production Time, Run Time, Total Operating Time, Units Produced.</i>                                                                                                                                                                 |
| Sekunder   | Wawancara dan Data Historis Perusahaan | Gambaran umum perusahaan, Proses produksi di produksi 4, data historis kinerja mesin, data perawatan mesin ( <i>maintenance</i> ), laporan kerusakan mesin ( <i>breakdown</i> ), laporan produksi, laporan kualitas produk, laporan biaya <i>maintenance</i> , harga komponen mesin, bahan baku produk, biaya tenaga kerja dan data <i>Total Defect</i> . |

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digambarkan dalam diagram alir seperti pada Gambar 3.1 merupakan langkah-langkah metodis yang digunakan sebagai prosedur dalam penelitian agar penelitian berjalan lancar. Tahapan ini meliputi setiap kegiatan dari awal hingga akhir penelitian.



Gambar 3. 1 Tahap Penelitian

### 3.2.1 Studi Pendahuluan

Informasi tentang objek penelitian dikumpulkan pada tahap ini, diikuti dengan identifikasi masalah utama pada produksi 4 (*injection & propeller*) PT SASS. Selanjutnya, penelitian mendalami pada topik efektivitas mesin Haitian MA8000 dan strategi *maintenance* sebelum beralih ke tahap analisis tambahan berdasarkan studi pendahuluan.

### 3.2.2 Studi Lapangan dan Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai teori dan penelitian terdahulu yang relevan melalui sumber seperti skripsi/tesis, situs *web*, *e-book*, dan jurnal ilmiah. Tujuan dari studi literatur adalah untuk mengidentifikasi *gap* penelitian yang dapat dijadikan dasar dalam perumusan masalah. Sementara itu, studi lapangan atau observasi dilakukan dengan mengunjungi langsung perusahaan yang menjadi subjek dan objek penelitian untuk memperoleh informasi faktual mengenai sistem yang berjalan serta permasalahan yang dihadapi di lapangan.

### 3.2.3 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisis komponen mesin injeksi Haitian MA8000 yang beroperasi secara terus-menerus selama 24 jam per hari dalam tiga *shift* kerja. Mesin ini digunakan untuk memproduksi berbagai komponen plastik seperti *Cover Body Supra RH/LH*, *Cover Body Supra Fit New*, *Rear Fender Supra PP*, *Front Fender 'B' Supra X*, dan produk lainnya. Dengan tingkat penggunaan yang tinggi, mesin ini rentan mengalami gangguan, baik dari sisi mekanik maupun komponen pendukungnya. Kondisi ini mengakibatkan terganggunya kelancaran proses produksi, menurunkan efisiensi kerja, serta berpotensi menghambat pencapaian target produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi sumber masalah dan menentukan solusi pemeliharaan yang tepat.

### 3.2.4 Perumusan Masalah

Langkah selanjutnya adalah merumuskan masalah berdasarkan hasil studi literatur dan studi lapangan. Dari identifikasi awal, mesin injeksi Haitian MA8000 yang beroperasi dengan intensitas tinggi cenderung mengalami gangguan, baik secara mekanis maupun pada komponen pendukung. Gangguan ini menyebabkan

penurunan efisiensi kerja, menghambat kelancaran produksi, dan berpotensi memengaruhi pencapaian target produksi. Oleh karena itu, fokus penelitian diarahkan pada aspek *availability*, *performance*, *quality*, serta utilitas mesin yang memengaruhi nilai OEE, TEEP, dan efisiensi produksi secara keseluruhan. Untuk mendalami permasalahan tersebut, digunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) berdasarkan hasil pengukuran OEE dan TEEP. Selain itu, dilakukan analisis biaya *maintenance* guna membandingkan efektivitas biaya antara kondisi sebelum dan sesudah dilakukan perhitungan dengan metode *maintenance* yang diusulkan. Berdasarkan kondisi tersebut dan hasil pengamatan di lapangan, efektivitas dan efisiensi mesin terbukti dipengaruhi oleh kondisi komponen kritis, strategi pemeliharaan yang diterapkan, serta kebijakan penggantian komponen..

### 3.2.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghitung efektivitas mesin injeksi Haitian MA8000, mengidentifikasi faktor penyebab rendahnya nilai OEE dan TEEP, serta merumuskan penyelesaian untuk mengatasi masalah tersebut dengan analisis RCM dan juga model *age replacement*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mesin, mendukung pencapaian *zero breakdown* pada TPM, dan memberikan rekomendasi praktis terkait penjadwalan pemeliharaan untuk meningkatkan efektivitas, mengurangi biaya *maintenance*, dan meningkatkan kualitas produk.

### 3.2.6 Pengolahan Data

Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengolahan data.

#### 1. Pengolahan Data OEE

Pengolahan data OEE dilakukan dengan menghitung efektivitas mesin melalui tiga faktor utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* seperti yang dituliskan pada rumus 2.15.

- a. Faktor *availability* mengukur kemampuan mesin untuk beroperasi dengan mempertimbangkan data seperti lama *shift*, *planned downtime*, *break time*, *setup* alat, dan *breakdown time*. Pengukuran ini mengacu pada rumus 2.9, 2.10, 2.11 dan 2.12.

- b. Faktor *performance* mengukur kemampuan mesin dalam mencapai kecepatan produksi yang ideal, dengan mempertimbangkan data total produksi dan *cycle time*. Pengukuran ini mengacu pada rumus 2.13.
- c. Faktor *quality* mengukur proporsi produk yang memenuhi standar kualitas, berdasarkan data total cacat atau tingkat kegagalan produk (*not good*). Pengukuran ini mengacu pada rumus 2.14.

## 2. Pengolahan Data TEEP

Berdasarkan pengolahan data OEE, selanjutnya menghitung nilai efektivitas mesin dengan menggunakan metode TEEP yang dihitung dengan mempertimbangkan total waktu operasional mesin, termasuk waktu yang direncanakan dan tidak direncanakan, untuk menilai sejauh mana mesin dapat beroperasi secara optimal selama 24 jam, dengan memperhitungkan utilitas (pemanfaatan mesin) yang dikalikan dengan nilai OEE seperti yang dituliskan pada rumus 2.16. dan 2.17.

## 3. Pengolahan Data RCM

### a. *Functional Block Diagram*

Langkah awal dalam penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah menyusun *Functional Block Diagram* (FBD) untuk memvisualisasikan alur kerja dan hubungan antar komponen mesin Haitian MA8000. Diagram ini difokuskan pada fungsi utama mesin dalam proses injeksi plastik dan disusun berdasarkan pemahaman menyeluruh terhadap sistem operasi, serta wawancara dengan operator, kepala regu, dan bagian *maintenance*. Visualisasi dilakukan menggunakan *software* Draw.io. Selanjutnya, diagram yang telah disusun divalidasi melalui diskusi langsung dengan narasumber untuk memastikan bahwa susunan fungsi dan alur kerja komponen sudah sesuai dengan kondisi aktual.

### b. *Failure Mode and Effect Analysis*

Setelah penyusunan *Functional Block Diagram* (FBD), langkah berikutnya dalam *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah melakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis pada mesin injeksi

Haitian MA8000 yang berpotensi mengalami kegagalan dan berdampak terhadap performa sistem secara keseluruhan. Berdasarkan hasil FBD, proses FMEA dimulai dengan menyusun tabel yang memuat komponen mesin dan fungsinya. Penyusunan ini juga didukung oleh data historis kerusakan, laporan *downtime*, serta hasil observasi dan wawancara agar potensi kegagalan yang dianalisis benar-benar mencerminkan kondisi aktual. Setiap potensi kegagalan kemudian dianalisis dengan memperhatikan mode kegagalan (*failure mode*), dampaknya terhadap sistem (*failure effect*), penyebab (*cause of failure*), serta langkah pengendalian yang sedang diterapkan (*current control*). Informasi ini diperoleh melalui diskusi dan kuesioner yang disebarkan kepada responden ahli (*expert*). Upaya ini dilakukan untuk memastikan keakuratan dan relevansi data yang digunakan. Berikut merupakan identitas dari responden.

**Tabel 3. 3 Identitas Responden**

| <b>Nama</b>            | <b>Usia</b> | <b>Jabatan</b>                       | <b>Pendidikan</b> | <b>Lama Bekerja</b> |
|------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Saidi                  | 64 Tahun    | Kepala Regu/Produksi                 | SD                | 30 Tahun            |
| Budhayawan Budilaksono | 52 Tahun    | Kepala Departemen <i>Maintenance</i> | S1                | 22 Tahun            |
| Teguh Afandi           | 42 Tahun    | Kepala Bagian <i>Maintenance</i>     | SMK               | 10 Tahun            |
| Robert Cahya Hadi      | 45 Tahun    | Operator Mesin                       | D3                | 10 Tahun            |

Selanjutnya, setiap potensi kegagalan dinilai berdasarkan tiga parameter utama yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Ketiga nilai ini digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) sesuai dengan Rumus 2.18. Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai kritis RPN menggunakan Rumus 2.19 untuk menentukan ambang batas prioritas tindakan. Nilai RPN kritis menunjukkan komponen dengan risiko tertinggi dan perlu menjadi fokus utama dalam strategi pemeliharaan.

c. *Plotting* Distribusi Kerusakan Komponen

Berdasarkan hasil FMEA, nilai RPN dari komponen kritis mesin diidentifikasi sebagai prioritas utama untuk perbaikan. Selanjutnya, uji *Goodness of Fit* diterapkan untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan pola kegagalan komponen kritis mesin injeksi Haitian MA8000. Analisis ini mengevaluasi *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR). Pemilihan distribusi terbaik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *EasyFit 5.5 Professional*. Hasil distribusi yang diperoleh menjadi dasar dalam pemodelan keandalan mesin serta perencanaan strategi pemeliharaan yang lebih efektif. Adapun langkah-langkah dalam melakukan uji *Goodness of Fit* menggunakan *software* EasyFit 5.5 *Professional* adalah sebagai berikut:

1. Data TTF dan TTR dimasukkan ke dalam lembar kerja (*worksheet*) EasyFit.
2. Menu *Analyze* dipilih, kemudian opsi *Fit Distribution* diakses.
3. Pada jendela *Input Data*, opsi *Continuous* pada bagian *Data Domain* dipilih, kemudian proses dilanjutkan.
4. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik pada tab *Graphs*, serta ringkasan uji pada menu *Goodness of Fit Summary* yang menunjukkan nilai parameter dan statistik Kolmogorov-Smirnov.

d. Perhitungan TTF, TTR, MTTF, dan MTTR komponen kritis

Setelah menyelesaikan uji *Goodness of Fit*, langkah berikutnya adalah menghitung parameter *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) pada komponen kritis mesin. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan *software* EasyFit 5.5 *Professional* untuk menentukan parameter distribusi seperti  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\lambda$ , dan  $\mu$ . Berdasarkan distribusi dan parameter yang telah diperoleh, nilai *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) dihitung sesuai dengan rumus 2.20 untuk distribusi normal, rumus 2.23 untuk distribusi lognormal, rumus 2.26 untuk distribusi eksponensial, dan rumus 2.29 untuk distribusi *weibull*. Nilai-nilai ini

berfungsi sebagai indikator penting dalam mengevaluasi keandalan mesin dan merencanakan strategi pemeliharaan yang lebih efektif.

### 3.2.7 Perhitungan *Reliability* dan Interval Waktu Penggantian Optimal

Setelah memperoleh nilai MTTF dan MTTR dari komponen kritis, langkah berikutnya adalah menghitung keandalan (*reliability*) dan menentukan interval penggantian optimal menggunakan model *age replacement*. Fungsi keandalan  $R(tp)$  dihitung berdasarkan distribusi waktu kerusakan yang sesuai, seperti distribusi normal menggunakan rumus 2.21 dan 2.22, lognormal menggunakan rumus 2.24 dan 2.25, eksponensial menggunakan rumus 2.27 dan 2.28, dan *weibull* menggunakan rumus 2.30 dan 2.31. Selanjutnya, nilai  $tp$  sebagai selang waktu penggantian pencegahan optimal dicari dengan mengacu pada nilai  $D(tp)$ . Nilai  $D(tp)$  yaitu probabilitas total *downtime* per unit waktu akibat penggantian pencegahan, perhitungannya berdasarkan rumus 2.32. Hasil ini menjadi dasar penyusunan jadwal penggantian komponen secara preventif untuk meminimalkan risiko gangguan operasional. Selain itu, nilai  $M(tp)$  atau ekspektasi panjang siklus kerusakan pada interval  $tp$  dihitung menggunakan rumus 2.33 yang digunakan untuk memperkirakan durasi rata-rata operasi sebelum penggantian berikutnya, sehingga mendukung penjadwalan perawatan yang lebih efektif. Berikut merupakan tabel untuk jadwal penggantian pencegahan komponen berdasarkan model *age replacement*.

**Tabel 3. 4 Jadwal Penggantian Komponen**

| Nama Komponen | Jadwal Penggantian Komponen |
|---------------|-----------------------------|
|               |                             |
|               |                             |

### 3.2.8 Analisis Biaya

Tujuan dari analisis ini untuk memastikan bahwa program perawatan yang disarankan tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga menguntungkan secara finansial.

#### a. *Cost of Failure*

Dalam analisis biaya kegagalan, komponen biaya yang diperhitungkan meliputi biaya tenaga kerja, biaya komponen, dan biaya kehilangan produksi.

Perhitungan biaya ini mengacu pada rumus 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, dan 2.5 untuk memastikan ketepatan serta efisiensi dalam pengelolaan biaya kegagalan peralatan.

b. *Cost of Preventive*

Dalam analisis biaya preventif, data yang diperlukan mencakup biaya tenaga kerja serta biaya pembelian komponen. Biaya ini dihitung berdasarkan persamaan 2.6, 2.7 dan 2.8 guna memastikan keakuratan perhitungan serta efektivitas dalam pengelolaan biaya perawatan.

### 3.2.9 Perhitungan Interval Biaya Penggantian Komponen

Perhitungan biaya penggantian pencegahan menggunakan model *age replacement* bertujuan meminimalkan total biaya perawatan pencegahan yang dinotasikan sebagai  $C(tp)$ , di mana  $tp$  adalah interval waktu penggantian pencegahan. Untuk memperoleh nilai  $C(tp)$  terkecil, diperlukan data distribusi waktu kerusakan komponen serta waktu perbaikan, sebagaimana tercantum dalam Rumus 2.34.

### 3.2.10 Perbandingan Biaya *Maintenance* sebelum dan sesudah dihitung dengan *age replacement*

Setelah diperoleh interval optimal penggantian komponen menggunakan metode *age replacement* yaitu saat total biaya perawatan pencegahan  $C(tp)$  berada pada titik terendah, langkah berikutnya adalah membandingkan total biaya perawatan. Seluruh komponen biaya dihitung dan dijumlahkan untuk mendapatkan total biaya keseluruhan. Kemudian, hasil perhitungan ini dibandingkan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan metode *age replacement*. Dari perbandingan tersebut, terlihat bahwa penerapan interval penggantian yang optimal dapat menurunkan total biaya perawatan. Hasil ini disajikan dalam bentuk grafik perbandingan biaya sebelum dan sesudah penerapan metode *age replacement*.

### 3.2.11 Analisis dan Pembahasan

Tahap ini dilakukan untuk menilai hasil, analisis dan diskusi menyeluruh yang dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data. Prosedur ini bertujuan untuk mencapai tujuan penelitian dan memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan selama perumusan masalah.

### **3.2.12 Kesimpulan dan Saran**

Langkah terakhir dalam proses penelitian adalah menulis hasil akhir penelitian yang akan menjawab tujuan penelitian awal untuk menarik kesimpulan dari semua proses penelitian yang telah diselesaikan. Selain itu, rekomendasi untuk penelitian tambahan akan diberikan sebagai bentuk tindak lanjut dari penelitian saat ini, dengan harapan bahwa penelitian tambahan akan menghasilkan manfaat yang lebih besar.

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI  
YOGYAKARTA