

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan landasan pemikiran dan kerangka konseptual yang mendasari penelitian ini. Bab ini terdiri dari subbab latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri, khususnya di bidang kedirgantaraan, proses *maintenance* mesin merupakan aspek krusial yang berpengaruh besar terhadap kelancaran produksi. PT Dirgantara Indonesia, sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di sektor ini, mengandalkan berbagai mesin, termasuk mesin Kraft, untuk memproduksi komponen pesawat. Namun, tantangan yang dihadapi adalah bagaimana memastikan bahwa mesin-mesin ini selalu dalam kondisi optimal. Keterlambatan dalam perawatan atau pendekatan yang kurang tepat dapat menyebabkan masalah serius, seperti kerusakan mesin yang tidak terduga dan kesulitan teknisi dalam menentukan langkah perawatan yang sesuai. Dengan meningkatnya kompleksitas mesin dan tuntutan untuk efisiensi, penting untuk mengembangkan sistem pemeliharaan yang lebih efektif.

Saat ini, PT Dirgantara Indonesia menghadapi kendala dalam pengelolaan *maintenance* mesin akibat keterbatasan sumber daya teknisi yang berpengalaman. Menurut *staff* bidang *Maintenance Control and Planning* di PT Dirgantara Indonesia, teknisi baru membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk menguasai teknik-teknik *maintenance* mesin secara efektif, karena proses belajar yang lama dan kompleksitas mesin Kraft itu sendiri. Akibatnya, teknisi yang telah pensiun seringkali dipanggil kembali untuk membantu mengatasi permasalahan *maintenance*, karena pengalaman mereka masih sangat dibutuhkan untuk menjaga operasional mesin tetap optimal. Situasi ini menunjukkan perlunya solusi yang dapat membantu teknisi baru dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam efisien terkait proses *maintenance* mesin.

Sehubungan dengan permasalahan di atas, maka diperlukan sebuah sistem yang mampu membantu memberikan solusi terkait penanganan kerusakan mesin Kraft. Sistem tersebut nantinya akan memiliki basis pengetahuan dari seorang pakar yang diperlukan dalam proses *maintenance* tersebut. Basis pengetahuan ini didapat dari pengalaman para *decision maker* yang telah terbiasa mengambil keputusan dari data *spectrum* tersebut. Dari studi literatur yang telah penulis lakukan, sistem pakar mampu menjawab permasalahan tersebut. Sistem pakar, yang juga dikenal sebagai *expert system*, merupakan bagian *internal* dari teknologi kecerdasan buatan atau *artificial intelligence*. Fungsi utamanya adalah sebagai solusi dalam meresolusi permasalahan berbasis komputer dalam suatu domain spesifik. Ketika menghadapi suatu isu, sistem pakar ini mengambil keputusan layaknya seorang ahli [1].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang penerapan sistem pakar dalam *maintenance* mesin industri. Studi menunjukkan tentang pengembangan sistem pakar *Condition-Based Maintenance* (CBM) yang mana pendekatan ini meningkatkan deteksi kesalahan dan menyediakan pemeliharaan yang ditargetkan, menawarkan solusi terstruktur untuk menangani sistem yang kompleks dan dinamis [2]. Sistem pakar berbasis *Forward Chaining* telah terbukti mampu mendeteksi kerusakan mesin dengan cepat dan memberikan rekomendasi pemeliharaan yang relevan berdasarkan data kondisi mesin yang tersedia, seperti yang diterapkan di Bengkel Global Motor Gorontalo, di mana sistem ini membantu teknisi mendeteksi kerusakan pada mobil secara efektif, menjadikannya solusi yang efisien dalam proses perawatan kendaraan [3]. Pendekatan serupa juga mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan pada mesin *chiller* industri menggunakan *Forward Chaining*, di mana sistem ini dirancang untuk meniru alur berpikir teknisi dalam menghubungkan gejala dengan kemungkinan kerusakan, seperti gangguan pada kompresor, evaporator, atau sistem kontrol suhu. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem pakar mampu memberikan rekomendasi diagnosis yang akurat dan dapat diandalkan, serta mendukung proses pemeliharaan preventif berbasis data kondisi mesin [4].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Certainty Factor* (CF) telah banyak diadopsi dalam sistem pakar untuk mengatasi ketidakpastian dalam proses diagnosis kerusakan mesin, baik pada kendaraan maupun sistem industri. [5]. Studi lain menerapkan metode CF pada sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan mesin mobil Nissan Grand Livina L10, dengan akurasi mencapai 92%, di mana nilai CF diperoleh dari kombinasi antara probabilitas gejala dan tingkat keyakinan pengguna, menghasilkan identifikasi kerusakan seperti *ignition coil* dan *throttle position* sensor secara presisi [6]. Sementara itu, pendekatan berbasis CF juga digunakan dalam sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan mesin industri berbasis sinyal getaran, serta sistem pakar berbasis web untuk sepeda motor *matic*. Kedua studi ini menunjukkan bahwa integrasi CF dalam basis aturan dan klasifikasi kerusakan seperti *unbalance*, *misalignment*, dan *bearing defect* dapat menghasilkan akurasi tinggi dalam diagnosis, serta memberikan penjelasan terhadap hasil berdasarkan derajat keyakinan terhadap kombinasi gejala [7], [8].

Dalam sistem pakar yang mengintegrasikan metode *Artificial Neural Network* (ANN) atau dikombinasikan dengan *Full Consistency Method* (FUCOM), dapat meningkatkan efisiensi di sektor manufaktur, baik dalam pengelolaan energi maupun pemeliharaan mesin, akan tetapi metode ANN memiliki keterbatasan karena membutuhkan data historis dalam jumlah yang besar dan proses pelatihan yang intensif [9], [10], [11]. Penelitian terkait penerapan sistem pakar untuk *maintenance* mesin menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *Long Short-Term Memory Neural Networks* (LSTM) dan inferensi *Bayesian* unggul dalam analisis berbasis data historis dengan mengukur ketidakpastian secara akurat, sedangkan pendekatan berbasis *Genetic Algorithms* lebih efektif dalam memberikan solusi adaptif sesuai kebutuhan operasional saat ini, terutama untuk meningkatkan efisiensi dan menekan biaya perawatan. Secara keseluruhan, metode berbasis *Genetic Algorithms* dapat dianggap lebih unggul karena fleksibilitasnya dalam menangani kondisi operasional yang dinamis dan memberikan saran yang relevan secara *real-time*, namun meskipun fleksibel dan adaptif, metode berbasis *Genetic*

Algorithms cenderung lambat karena proses iteratifnya yang membutuhkan waktu untuk mencapai solusi optimal [12], [13].

Dari studi sebelumnya, metode *Certainty Factor* (CF) dipilih sebagai pendekatan yang tepat untuk menangani ketidakpastian dalam proses *maintenance*, khususnya dalam menentukan langkah perawatan berdasarkan kondisi mesin. Hasil analisis dari berbagai penelitian terdahulu mengenai sistem pakar berbasis CF menunjukkan bahwa metode ini mampu mengakomodasi ketidakpastian melalui penggabungan nilai keyakinan pakar dan pengguna terhadap gejala yang muncul. *Certainty Factor* memiliki keunggulan dalam memberikan transparansi logika inferensi dan fleksibilitas dalam mengolah fakta-fakta yang bersifat numerik maupun deskriptif, sehingga cocok digunakan dalam sistem pakar yang bersifat konsultatif dan berbasis web. Dari studi terdahulu terkait proses *maintenance* dan kerusakan mesin, dapat disimpulkan bahwa metode inferensi yang paling cocok untuk dikombinasikan dengan *Certainty Factor* dalam sistem pakar adalah metode *Forward Chaining*. *Forward chaining* dipilih karena mampu menangani permasalahan diagnosis secara sistematis berdasarkan fakta-fakta yang tersedia, dan dapat menelusuri aturan *IF-THEN* secara progresif hingga menghasilkan kesimpulan yang sesuai dengan kondisi aktual.

Sistem pakar ini nantinya akan memiliki *knowledge base* yang berbasis aturan *IF-THEN*, yang memungkinkan sistem untuk menginferensi kondisi mesin berdasarkan data yang diberikan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan perusahaan dapat lebih mudah dalam menentukan langkah perawatan yang paling optimal berdasarkan kondisi mesin saat ini serta prediksi kondisi di masa depan. Dengan cara ini, diharapkan sistem pakar dapat menghasilkan keputusan proses *maintenance* yang lebih optimal.

Sistem pakar yang dirancang dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan dukungan keputusan kepada teknisi, khususnya teknisi pemula, dalam menentukan tindakan *maintenance* yang sesuai dengan kondisi aktual mesin. Lokasi penelitian ini akan dilaksanakan di PT Dirgantara Indonesia, yang

berpusat di Bandung. Penelitian akan melibatkan mesin Kraft yang digunakan dalam proses produksi, dengan fokus pada sampel mesin yang sering mengalami kerusakan atau memerlukan perawatan lebih. Mesin Kraft dipilih karena termasuk mesin tua dengan suku cadang yang semakin langka, sementara teknisi yang berpengalaman dalam menangani mesin ini telah pensiun. Oleh karena itu, proses *maintenance* mesin ini memerlukan perhatian khusus untuk memastikan kelangsungan operasionalnya. Melalui pengumpulan data yang relevan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan *insight* yang berarti bagi pengembangan sistem *maintenance* yang lebih baik di masa depan.

1.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sistem pakar yang dapat membantu teknisi baru dalam pengambilan keputusan pemeliharaan mesin yang lebih akurat.
2. Meningkatkan efisiensi dalam proses *maintenance* mesin Kraft yang sering mengalami kerusakan.
3. Memberikan solusi yang lebih optimal dalam pemeliharaan mesin dengan menggunakan pengetahuan berbasis sistem pakar.
4. Mengatasi kendala keterbatasan sumber daya teknisi berpengalaman dalam pengelolaan *maintenance*.

1.3 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pakar dengan metode inferensi *forward chaining* dan *certainty factor* yang dapat memberikan rekomendasi tindakan *maintenance* mesin Kraft di PT Dirgantara Indonesia?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem pakar dengan metode inferensi *forward chaining* dan metode *certainty factor* untuk memberikan rekomendasi tindakan *maintenance* mesin Kraft di PT Dirgantara Indonesia.
3. Bagaimana performa sistem pakar berbasis *forward chaining* dan *certainty factor* untuk rekomendasi tindakan *maintenance* mesin Kraft, ditinjau dari aspek kemudahan pengguna dan fungsionalitas bagi pengguna?

Jenni Febiyola Sari, 2025

SISTEM PAKAR BERBASIS FORWARD CHAINING DAN CERTAINLY FACTOR UNTUK REKOMENDASI TINDAKAN MAINTENANCE MESIN KRAFT DI PT DIRGANTARA INDONESIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pakar dengan metode inferensi *forward chaining* dan *certainty factor* untuk rekomendasi tindakan *maintenance* mesin Kraft di PT Dirgantara Indonesia.
2. Mengimplementasikan sistem pakar dengan metode inferensi *forward chaining* dan *certainty factor* untuk rekomendasi tindakan *maintenance* mesin Kraft di PT Dirgantara Indonesia.
3. Mengevaluasi performa sistem pakar berbasis *forward chaining* dan *certainty factor* untuk rekomendasi tindakan *maintenance*, ditinjau dari aspek kemudahan pengguna dan fungsionalitas bagi pengguna.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memastikan penyusunan penelitian ini tetap terarah dan tidak melenceng dari tujuan yang ingin dicapai, penting untuk menetapkan ruang lingkup ataupun batasan penelitian dalam pembahasannya. Dalam konteks penelitian ini, ruang lingkup yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem pakar ini dibangun berbasis *website* menggunakan bahasa pemrograman Javascript dengan *framework* React.js pada sisi *frontend*, Node.js dengan *framework* Express.js pada sisi *backend*, serta manajemen basis data menggunakan MySQL.
2. Metode penanganan ketidakpastian yang diimplementasikan dalam sistem pakar ini adalah metode *Certainty Factor* pada hasil kesimpulan tindakan.
3. *Input user* ke dalam sistem berupa data kondisi mesin yang rusak, termasuk parameter operasional seperti *sub system*, *device*, *component*, *failure type*, dan *root cause*.
4. *Output* yang diberikan oleh sistem yaitu rekomendasi tindakan *maintenance* yang harus dilakukan pada mesin sesuai dengan kondisi mesin yang telah dimasukan pada data *input*. Mitigasi yang diberikan mencakup rekomendasi tindakan aksi pada komponen yang mengalami gangguan.

5. *Dataset* yang digunakan berasal dari *dataset* historis *maintenance* mesin Kraft yang mencakup data dari tahun 2004 hingga 2024.