

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan poros sebagai media utama untuk mentransfer tenaga sangat umum diterapkan di berbagai sektor industri, termasuk industri otomotif. Di dalam industri otomotif, poros yang paling sering digunakan adalah poros penggerak. Sistem poros penggerak memiliki peran penting pada transmisi otomotif. Poros penggerak tersebut dioperasikan untuk mentransfer torsi masukan dari transmisi ke roda. Selain itu, penggunaan poros dapat memastikan kecepatan putaran ujung keluaran yang sama dengan ujung masukan pada sudut artikulasi tertentu (Feng et al., 2021). Poros yang berputar di bawah kondisi pemuatan yang kompleks, dirancang untuk menahan retakan kelelahan pada titik tertentu dimana tegangan terkonsentrasi. Pembentukan dan penyebaran retakan kelelahan merupakan penyebab utama kegagalan fatal (Peretz et al., 2016). Dalam situasi tersebut, deteksi kerusakan secara dini menjadi sangat penting untuk mencegah kerusakan mesin yang berdampak besar.

Metode deteksi kerusakan pada poros telah berkembang luas, diantaranya inspeksi visual dan analisis getaran. Namun, pendekatan non-destruktif (NDT) yang tergantung pada inspeksi visual memiliki keterbatasan, terutama dalam hal aksesibilitas lokasi struktural di area terbatas dan ketergantungan pada informasi awal tentang kemungkinan kerusakan. Selain itu, metode ini kurang efektif untuk mendeteksi kerusakan material pada kedalaman tertentu (Hakim et al., 2015). Perkembangan dalam metode deteksi kerusakan sebuah komponen mesin menggunakan getaran telah mengalami kemajuan yang besar, diantaranya menerapkan teknik pengenalan pola (*pattern recognition*) dengan pendekatan *machine learning* (ML). Pada dasarnya, pendekatan ML bekerja dengan aplikasi algoritma yang mendorong komputer untuk melakukan operasi berdasarkan data empiris yang dilatih pada basis data terintegrasi (Parikesit, 2018). Dengan demikian, kerusakan pada struktur atau komponen mesin dapat dideteksi melalui analisis pola data getaran yang telah direkam.

Menurut Huo et al. (2018) metode berbasis getaran berupa domain waktu dengan bantuan ML efektif untuk mendeteksi kerusakan poros. Namun, data yang diperoleh dari getaran poros dalam domain waktu sangat terbatas, sehingga sulit mengidentifikasi pola yang berbeda. Metode lain berupa pengukuran kerusakan berdasarkan perubahan respon dinamis dengan pendekatan ML terbukti akurat. Dengan menerapkan eksitasi ketukan, respon struktur dapat mengidentifikasi perubahan frekuensi pada struktur atau komponen mesin. Perubahan frekuensi ini digunakan sebagai input untuk mendiagnosis kerusakan pada komponen mesin (Zhao et al., 2020).

Artificial Neural Network (ANN) adalah teknik statistik yang terinspirasi oleh cara kerja sistem saraf biologis. Teknik ini telah umum diterapkan untuk deteksi kesehatan struktur atau komponen dalam beberapa dekade terakhir (Tran-Ngoc et al., 2019). Keunggulan penggunaan ANN terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan pemodelan yang baik terhadap suatu permasalahan yang kompleks (Saikia et al., 2020).

Penelitian Kim et al. (2021) berhasil mendeteksi kerusakan pada struktur *truss* menggunakan sinyal getaran dan implementasi ANN. Sinyal getaran diekstraksi menjadi mode bentuk yang kemudian dijadikan sebagai data masukan. Metode ini diterapkan pada struktur menggunakan tumpuan kantilever. Hasil penelitian membuktikan bahwa metode ini dapat mendeteksi kerusakan pada struktur *truss*.

Selain ANN, model SVM juga digunakan dalam deteksi kerusakan berbasis getaran. Proses pelatihan model SVM adalah mengidentifikasi *hyperplane* terbaik dengan memaksimalkan jarak (*margin*) di antara kelas. Performa model SVM dipengaruhi oleh lebar margin. Semakin lebar margin, maka model SVM semakin handal dalam melakukan klasifikasi (Kamiel et al., 2020).

Penelitian Cuong-Le et al. (2022) mendeteksi dan mengukur kerusakan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dengan *Artificial Neural Network* (ANN). Objek yang diuji adalah struktur jembatan rangka dengan parameter masukan berupa frekuensi natural dan mode bentuk. Temuan dari penelitian

menunjukkan bahwa SVM memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan dengan model ANN.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode deteksi kerusakan berdasarkan perubahan respon dinamis dan ML telah banyak digunakan. Akan tetapi, metode ini belum ditemukan untuk mendeteksi kerusakan pada poros sehingga terdapat ruang penelitian untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan pendekatan *machine learning* dalam mendeteksi kerusakan pada poros tumpuan *free-free* berdasarkan respon dinamis. Algoritma ML yang diusulkan adalah ANN dan SVM.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang disusun dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeteksi kerusakan poros menggunakan pendekatan *machine learning* berbasis getaran?
2. Bagaimana hasil perbandingan performa model *machine learning* antara algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Support Vector Machine* (SVM) dengan eksitasi respon dinamis getaran untuk mendeteksi kerusakan poros?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah yang diterapkan pada penelitian ini adalah:

1. Kerusakan buatan pada spesimen menggunakan takik.
2. Temperatur spesimen dianggap konstan.
3. Distribusi massa spesimen dianggap seragam.
4. Geometri penampang dianggap seragam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mendapatkan metode klasifikasi kerusakan poros dengan pendekatan *machine learning* berbasis getaran.

2. Menganalisis dan membandingkan tingkat performa model *machine learning* ANN dengan model *machine learning* SVM untuk mendeteksi kerusakan poros berbasis respon dinamis getaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mendorong aplikasi teknologi *machine learning* untuk mendeteksi komponen cacat pada sebuah mesin.
2. Menghasilkan alternatif deteksi kerusakan poros yang praktis dan mudah digunakan di lapangan oleh operator.