

BAB 1 Pendahuluan

Pemantauan Kesehatan Struktural (Structural Health Monitoring, SHM) adalah metode yang efektif untuk mendeteksi kerusakan pada jembatan yang disebabkan oleh beban lingkungan dan beban kendaraan berat. SHM memungkinkan deteksi kerusakan jembatan secara real-time untuk meningkatkan keselamatan dan mengurangi biaya pemeliharaan struktural [1]. Sistem SHM berbasis jaringan sensor nirkabel (Wireless Sensor Network, WSN) telah banyak digunakan dalam beberapa tahun terakhir karena keunggulannya dalam menyediakan data real-time, dengan instalasi yang murah, serta informasi yang akurat, andal, dan lengkap [2], [3]. Pada sistem tersebut, sensor adalah komponen utama yang digunakan untuk melakukan pengukuran dan pengambilan data terkait respon struktural [2]. Namun, semua sensor ini memerlukan daya baterai untuk dapat beroperasi [4]. Di antara berbagai sensor yang digunakan, sensor yang paling umum adalah akselerometer karena kemampuan uniknya dalam menganalisis pola getaran jembatan.

Akselerometer menawarkan metode terbaik untuk menganalisis pola getaran pada jembatan. Sensor ini mengukur respon dinamis dan oleh karena itu, dapat digunakan untuk pelacak perubahan frekuensi getaran yang berasal dari faktor lingkungan atau beban eksternal [2], [4]. Akselerometer yang diterapkan pada WSN telah membuktikan potensinya dalam mendeteksi perubahan frekuensi getaran sebagai tanda awal integritas struktural jembatan. Misalnya, setiap perubahan yang signifikan pada pola getaran biasanya mewakili kerusakan pada elemen jembatan. Namun, pengolahan data mentah dari sensor untuk mendapatkan informasi yang bermanfaat seperti deteksi dan lokalisasi kerusakan yang akurat masih merupakan tantangan yang berat [5].

Keterlibatan terbaru dalam pembelajaran mesin, terutama algoritma Support Vector Machine (SVM), menawarkan solusi yang menjanjikan untuk tantangan ini. SVM telah diterapkan dengan presisi tinggi untuk mendeteksi dan lokalisasi kerusakan pada rangka struktural [6], [7]. Karena SVM dapat memisahkan data dengan efisien menggunakan hipereplane dan trik kernel, maka proses desain fitur yang kompleks diabaikan [6], [8]. Hal ini menjadikan SVM sangat sesuai untuk analisis data frekuensi getaran dari akselerometer dalam deteksi dan lokalisasi kerusakan yang akurat.

Metode yang disajikan di sini mengintegrasikan algoritma SVM ke dalam sistem SHM berbasis WSN untuk memperbaiki akurasi dan efisiensi deteksi kerusakan jembatan dengan menggunakan data kecepatan akselerasi dari sensor akselerometer. Dibandingkan dengan cara tradisional yang menggunakan analisis data sederhana atau metode statistik, SVM terbukti lebih efektif dalam menangani kompleksitas data dan memisahkan pola kerusakan. Oleh karena itu, studi tentang teknologi baru ini akan sangat bermanfaat dalam memproses data mentah secara efisien dan memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi struktural jembatan, mengingat pendekatan teknologi ini telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Hal ini berkontribusi terhadap pengembangan teknologi SHM dan akan menjamin solusi yang lebih andal untuk pengelolaan jembatan yang aman dan efisien.

Penelitian ini berusaha membangun kerangka kerja Support Vector Machine (SVM) yang terintegrasi dengan Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) dalam deteksi dan lokalisasi kerusakan jembatan. Sistem yang disajikan ini meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem Pemantauan Kesehatan Struktural (SHM) karena menerapkan frekuensi akselerasi data yang dikumpulkan. Sistem mandiri ini memberikan penilaian yang lebih andal terhadap kesehatan jembatan. Integrasi analisis SVM dengan akselerometer frekuensi merupakan langkah besar menuju deteksi dan lokalisasi kerusakan yang lebih kuat untuk manajemen jembatan yang lebih aman dan efisien.

Selain itu, teknologi mesin pembelajaran juga dapat diintegrasikan dengan WSN untuk lebih meningkatkan kinerja sistem SHM, termasuk peningkatan masa pakai baterai sensor [9], [10]. Studi ini akan berfokus pada penerapan algoritma WSN dan SVM untuk identifikasi kerusakan dan pelokalan struktur jembatan yang efisien guna meningkatkan langkah-langkah keselamatan dan pemeliharaannya.