

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jembatan adalah salah satu infrastruktur tertua yang digunakan manusia untuk memudahkan transportasi. Jembatan adalah salah satu infrastruktur yang relatif mahal untuk dibangun. Jembatan juga memiliki masa pakai, tergantung pada lokasi jembatan serta bahan yang digunakan dalam pembuatan jembatan. Kondisi jembatan semakin buruk dari waktu ke waktu karena beberapa faktor antara lain, korosi, pembebanan berulang, seperti tekanan berulang pada suatu bagian dan lainnya. Kurangnya pemeliharaan dan pemantauan infrastruktur seperti jembatan dapat menyebabkan penurunan efisiensi, kerusakan, bahkan hancurnya infrastruktur tersebut. Namun, dengan pengelolaan dan pemeliharaan yang tepat, jembatan dapat bertahan lebih lama, bahkan selama ratusan tahun [1].

Dalam menilai kinerja suatu struktur jembatan, diperlukan pemantauan secara berkala. Penerapan *Structural Health Monitoring* (SHM) dengan memanfaatkan sensor yang mampu merekam getaran pada struktur jembatan menjadi salah satu cara yang efektif untuk mengidentifikasi perubahan-perubahan yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur jembatan [2]. Namun, SHM konvensional membutuhkan biaya yang tidak murah [3]. Selain itu, instalasi SHM konvensional juga masih berbasis *wired network* [4].

Penerepan *Wireless Sensor Network* (WSN) pada SHM mampu menyelesaikan permasalahan yang dialami SHM konvensional yaitu membutuhkan biaya yang relatif mahal [3]. Penerapan WSN pada SHM juga mampu menyelesaikan permasalahan dalam instalasi SHM yang sebelumnya banyak menggunakan kabel [2]. Namun, penggunaan WSN pada SHM memiliki konsekuensi, yaitu keterbatasan pada sumber daya yang dimiliki. Contoh sumber daya antara lain, energi dan *bandwidth*. Dengan sumber daya yang terbatas, penggunaan WSN pada SHM menjadi suatu masalah [5]. Pada tahun 2021, Seno Adi Putra dkk. melakukan penelitian dengan judul "*Multiagent Architecture for Bridge Capacity Measurement System Using Wireless Sensor Network and Weight in Motion*". Pada penelitian tersebut menjelaskan tentang penerapan sistem pendukung menggunakan sensor *Weight In Motion* atau WIM mampu menjadi solusi untuk menyelesaikan permasalahan keterbatasan sumber daya pada WSN. Sistem bekerja dengan cara sensor WIM mendeteksi jenis kendaraan yang sedang melintasi jembatan lalu mengestimasi apakah kendaraan tersebut memiliki dampak signifikan terhadap struktur jembatan [2]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Denny Surindra dkk., jenis kendaraan yang memberikan dampak signifikan kepada jembatan antara lain truk dengan 3 sumbu roda, 4 sumbu roda, dan 5 sumbu roda. Pada penelitian tersebut dikatakan bahwa kendaraan dengan jenis bus tidak memiliki dampak getaran yang signifikan terhadap jembatan. Sedangkan untuk truk dengan 2 sumbu roda, perekaman data sulit untuk diukur karena truk dengan 2 sumbu roda tidak memberikan getaran yang cukup stabil saat melintasi jembatan [6]. Namun, penggunaan WIM memiliki satu kendala, yaitu instalasi yang sulit dikarenakan harus melakukan pembongkaran terhadap jalanan agar sensor WIM dapat ditanam [7].

Penelitian ini mengusulkan pendekatan menggunakan YOLO sebagai sistem yang mampu mendeteksi kendaraan yang mampu memberikan dampak signifikan terhadap jembatan. YOLO merupakan salah satu pendekatan untuk

melakukan deteksi objek. YOLO mampu melakukan deteksi objek dengan cepat sehingga cocok digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kondisi *real-time* [8]. Salah satu yang dapat dideteksi oleh *pre-trained model* YOLO adalah mendeteksi kendaraan. Namun, *pre-trained model* dari YOLO belum mampu melakukan deteksi kendaraan secara spesifik sesuai kebutuhan [9]. Dengan demikian, diperlukan cara agar YOLO mampu secara spesifik mendeteksi kendaraan yang berpotensi memberikan dampak signifikan kepada jembatan saat kendaraan tersebut melintas.

Dalam mengimplementasikan algoritma objek deteksi seperti YOLO, membutuhkan perangkat dengan komputasi tinggi [10]. Sedangkan perangkat dengan komputasi tinggi membutuhkan sumber daya yang besar dan biaya yang mahal untuk dijalankan [11]. *Cloud computing* merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk menjalankan algoritma objek deteksi. Namun, dalam penggunaannya sangat rentan terhadap *latency* dan permasalahan terkait mentransmisikan data ke server jarak jauh. Maka, diperlukan cara untuk mendapatkan *latency* yang lebih rendah dan menghindari potensi masalah dalam mentransmisikan data [12]. Maka penerapan pada perangkat kecil yang diletakkan dekat dengan sumber data dapat menjadi cara untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang terjadi meskipun untuk algoritma objek deteksi yang ringan pun sulit untuk digunakan pada perangkat tersebut karena terbatasnya sumber daya yang dimiliki serta level komputasi yang tidak tinggi. Oleh karena itu, penting untuk melakukan efisiensi terhadap model objek deteksi agar mampu dijalankan pada perangkat dengan sumber daya yang terbatas [10]. Dalam menyelesaikan masalah ini, dibutuhkan cara untuk mengefisienkan model YOLOv8 sehingga lebih ringan dari segi kebutuhan komputasi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan di atas maka diperoleh rumusan masalah yaitu merancang model YOLOv8 untuk sistem deteksi kendaraan dengan mempertimbangkan:

1. Bagaimana merancang model YOLOv8 yang mampu secara khusus mendeteksi kendaraan yang berpotensi memberikan dampak signifikan kepada jembatan saat kendaraan tersebut melintas?
2. Bagaimana cara mengefisienkan model YOLOv8 sehingga lebih ringan dari segi ukuran dan kebutuhan komputasi?

1.3. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang model YOLOv8 yang mendeteksi kendaraan yang berpotensi memberikan dampak signifikan kepada jembatan saat kendaraan tersebut melintas.
2. Mengefisienkan model YOLOv8 sehingga kecil dari segi ukuran dan ramah akan kemampuan komputasi yang terbatas.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah, batasan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeteksi kendaraan dengan pembagian 2 kelas:
 - a. *heavy-vehicle* : truk dengan 3, 4, dan 5 sumbu roda.

- b. *light-vehicle* : kendaraan selain truk dengan 3, 4, dan 5 sumbu roda.
- 2. *Dataset* yang digunakan berupa gambar kendaraan dengan sudut pandang kamera *CCTV* di jalan tol agar lebih relevan terhadap implementasinya di lapangan.
- 3. Penelitian ini hanya difokuskan untuk merancang *custom trained model* yang mampu mendeteksi kendaraan berdasarkan kriteria tertentu dan mengamati pengaruh penerapan terhadap *model* tersebut, belum sampai mengintegrasikan ke sistem pengawasan kesehatan struktur jembatan.