

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api di atas halangan. Jembatan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran perjalanan (*traffic flows*). Jembatan sering menjadi komponen kritis dari suatu ruas jalan, karena sebagai penentu beban maksimum kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Sayangnya, banyak kejadian bencana ambruknya suatu struktur jembatan terjadi karena keterlambatan dalam mengidentifikasi kerusakan struktural yang seharusnya dapat diantisipasi sejak awal. Sebagian besar kerusakan ini disebabkan oleh inspeksi berkala yang tidak cukup dan kekurangan sistem deteksi dini (Zulfikri, 2012).

Getaran merupakan suatu gerakan berulang dalam tempo yang cepat dan dalam keadaan seimbang. Getaran memiliki beberapa parameter fisis, diantaranya perpindahan, kecepatan, dan percepatan. Percepatan sendiri didefinisikan sebagai perubahan kecepatan getaran persatuan waktu. Nilai percepatan maksimum suatu struktur menggambarkan bagaimana gaya bekerja pada struktur tersebut konvensional seperti inspeksi visual yang dilakukan oleh tim teknis secara berkala (Rahayu et al., 2024).

Pemantauan yang digunakan secara konvensional memiliki banyak keterbatasan. Pertama, proses harus dilakukan secara manual oleh profesional, yang memakan waktu dan biaya. Kedua, teknik ini tidak mampu memberikan informasi secara *real-time*, yang berarti tidak responsif terhadap perubahan kondisi yang mendadak. Ketiga, jembatan di lokasi terpencil atau sulit dijangkau seringkali tidak memiliki pemantauan yang cukup. Ini meningkatkan kemungkinan kerusakan yang tidak terdeteksi yang dapat merusak struktur. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang otomatis, efisien, dan dapat memberikan data kondisi struktur

secara terintegrasi dan *real-time*.

Ketika teknologi digital berkembang, khususnya di bidang *internet of things* (IoT), muncul solusi baru yang dapat mengatasi keterbatasan metode konvensional. Perangkat fisik seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi yang terhubung ke jaringan dapat secara otomatis mengumpulkan, memproses, dan mengirimkan data melalui internet berkat teknologi *internet of things* (IoT). Dalam hal pemantauan jembatan, *internet of things* dapat digunakan untuk membangun sistem yang dapat mendeteksi dan memantau getaran struktur secara *real-time* dari mana saja, tanpa perlu hadir langsung di lapangan. Sistem ini dapat memberikan peringatan dini jika terdeteksi pola getaran yang tidak biasa, sehingga pengambilan keputusan tentang pemeliharaan dan perbaikan dapat dilakukan lebih cepat dan lebih tepat (Irvandi, 2022).

Oleh karena itu, sebagai inovasi untuk mendukung sistem deteksi dini kerusakan struktural, alat pemantau getaran jembatan berbasis *internet of things* (IoT) harus dirancang dan dikembangkan. Diharapkan bahwa alat ini dapat menangani masalah yang dihadapi dalam pemantauan infrastruktur jembatan di Indonesia dengan cara yang efektif dan fleksibel. Melalui deteksi dini dan penanganan tepat waktu, sistem ini memungkinkan proses pemeliharaan yang lebih proaktif, meningkatkan keselamatan pengguna jalan, dan memperpanjang umur teknis jembatan. Keberhasilan penggunaan alat ini juga dapat menjadi landasan bagi pengembangan sistem serupa di infrastruktur lainnya, seperti terowongan, gedung tinggi, atau jembatan gantung yang memiliki resiko struktural tinggi.

Selain itu, penerapan sistem pemantauan berbasis IoT juga dapat membantu penyedia layanan infrastruktur dalam melakukan evaluasi kondisi jembatan secara berkelanjutan berdasarkan data yang terekam dari waktu ke waktu. Data getaran yang tersimpan dapat dianalisis untuk melihat kecenderungan perubahan respons struktur terhadap beban kendaraan maupun faktor lingkungan, sehingga potensi penurunan kualitas struktur dapat dikenali lebih awal. Dengan tersedianya informasi yang lebih terukur dan terdokumentasi, proses perencanaan perawatan tidak lagi hanya mengandalkan pengamatan visual, tetapi didukung oleh data teknis yang lebih objektif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut berdasarkan latar belakang dan batasan masalah:

1. Bagaimana cara membuat dan membangun sistem pemantauan getaran jembatan yang menggunakan *internet of things* yang dapat mendeteksi getaran secara *real-time*?
2. Bagaimana cara menggabungkan *platform cloud*, mikrokontroler, dan sensor getaran untuk mengirimkan data dan memberikan peringatan dini terhadap kerusakan struktur?
3. Bagaimana sistem ini mampu mendeteksi perubahan getaran yang mencerminkan kondisi jembatan dengan akurat?
4. Bagaimana masalah teknis yang dihadapi saat menerapkan sistem *monitoring* getaran berbasis *internet of things*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Alat tidak mengamati keretakan, deformasi, atau korosi hanya getaran yang menunjukkan potensi kerusakan.
2. Komunikasi data hanya dilakukan melalui jaringan Wi-Fi, sehingga kinerja sistem bergantung pada ketersediaan dan kestabilan sinyal internet di lokasi pemantauan.
3. Ambang batas getaran tidak ditentukan oleh standar teknik sipil, tetapi oleh pengujian sederhana.
4. Alat dipasang dan diuji langsung pada jembatan asli, tanpa simulasi laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan sistem pemantauan getaran jembatan yang beroperasi secara *real-time* yang bergantung pada *internet of things*.

2. Untuk mendeteksi dan mengirimkan data getaran secara otomatis, gunakan sensor getaran (WIT-motion) dan mikrokontroler (ESP-32).
3. Memberikan visualisasi data getaran untuk pemantauan jarak jauh melalui *platform cloud* seperti Blynk.
4. Menggunakan hasil pengujian untuk menentukan ambang batas getaran sebagai parameter peringatan dini terhadap kemungkinan kerusakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa keuntungan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan alat pemantau getaran jembatan yang murah dan mudah digunakan untuk mendeteksi kerusakan struktur yang mungkin.
2. Mempermudah pemantauan kondisi jembatan melalui internet secara jarak jauh dan *real-time*.
3. Data getaran tersedia untuk digunakan dalam analisis awal perbaikan atau perawatan jembatan.
4. Mengurangi kemungkinan kecelakaan yang disebabkan oleh kerusakan struktur jembatan yang tidak terdeteksi secara dini.
5. Menjadi alternatif teknologi *monitoring* struktur yang hemat biaya, efisien, dan mudah digunakan di kota dan pedesaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Bagian pendahuluan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bagian tinjauan pustaka membahas penelitian terdahulu, landasan teori dan komponen-komponen yang digunakan.
3. Bagian metode penelitian membahas tentang tujuan perancangan, rancangan ide, *flowchart*, perancangan konseptual sistem dan blok diagram perancangan.

4. Bagian hasil perancangan dan pengujian membahas tentang hasil perancangan alat dan pengujian komponen komponen yang digunakan.
5. Bagian penutup membahas tentang kesimpulan dan saran sesuai dengan alat kita.