

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur bangunan seperti gedung, jembatan, menara, dan infrastruktur lainnya memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Hampir semua aktivitas baik sosial, ekonomi, hingga transportasi bergantung pada keberadaan struktur tersebut. Karena itu, tingkat keandalan dan keselamatan bangunan menjadi aspek yang tidak bisa ditawar. Banyak laporan menunjukkan bahwa kegagalan struktur bangunan sering kali berawal dari kerusakan kecil yang tidak terdeteksi sejak awal (Hartono et al., 2021).

Seiring waktu, struktur akan mengalami degradasi akibat paparan beban dinamis seperti getaran kendaraan, angin kencang, aktivitas mesin industri, hingga peristiwa ekstrem seperti gempa. Perubahan kecil ini pada awalnya mungkin tidak terlihat, namun jika dibiarkan dapat berkembang menjadi kerusakan serius. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Alsehaimi, Houda, Waqar, Hayat, & Ahmed, 2024) yang menemukan bahwa perubahan struktur bangunan dapat muncul dari getaran kecil atau anomali yang sering terabaikan.

Di Indonesia sendiri, beberapa studi sudah menunjukkan pentingnya pemantauan struktur secara berkelanjutan. Pada Jembatan Fisabilillah Batam misalnya, pemasangan lebih dari 70 sensor berhasil memperlihatkan dinamika jembatan secara real-time, termasuk frekuensi alami struktur sebesar 0,3 Hz (Zahdian et al., 2023).

Teknologi Sistem Pemantauan Kesehatan Struktur Bangunan kemudian hadir sebagai solusi untuk melakukan pemantauan kondisi struktur bangunan secara otomatis dan terus-menerus. SHMS pada bangunan didesain untuk membaca parameter penting seperti getaran, sudut kemiringan, atau deformasi struktur secara real-time. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa accelerometer merupakan sensor yang efektif dalam membaca respon dinamis struktur, sedangkan tilt meter membantu merekam perubahan kemiringan sebagai tanda awal potensi kegagalan struktur (Rahayu et al., 2024).

Integrasi SHMS dengan Internet of Things (IoT) menjadikan pemantauan lebih efisien karena data dapat dikirim ke cloud dan diakses dari jarak jauh. Pendekatan IoT ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi serta mempercepat proses identifikasi kondisi struktur, bahkan menurunkan biaya inspeksi manual yang selama ini sangat bergantung pada tenaga manusia (Di Nuzzo et al., 2021).

Melalui kombinasi sensor accelerometer, tilt meter, dan IoT, sistem pemantauan struktur dapat memberikan informasi secara real-time dan membantu mendeteksi gejala awal kerusakan. Dengan dasar penelitian-penelitian tersebut, pengembangan sistem SHMS sederhana namun efektif dan diharapkan dapat memberi kontribusi pada solusi pemantauan struktur yang lebih terjangkau dan mudah diterapkan.

1.2 Rumusan Masalah

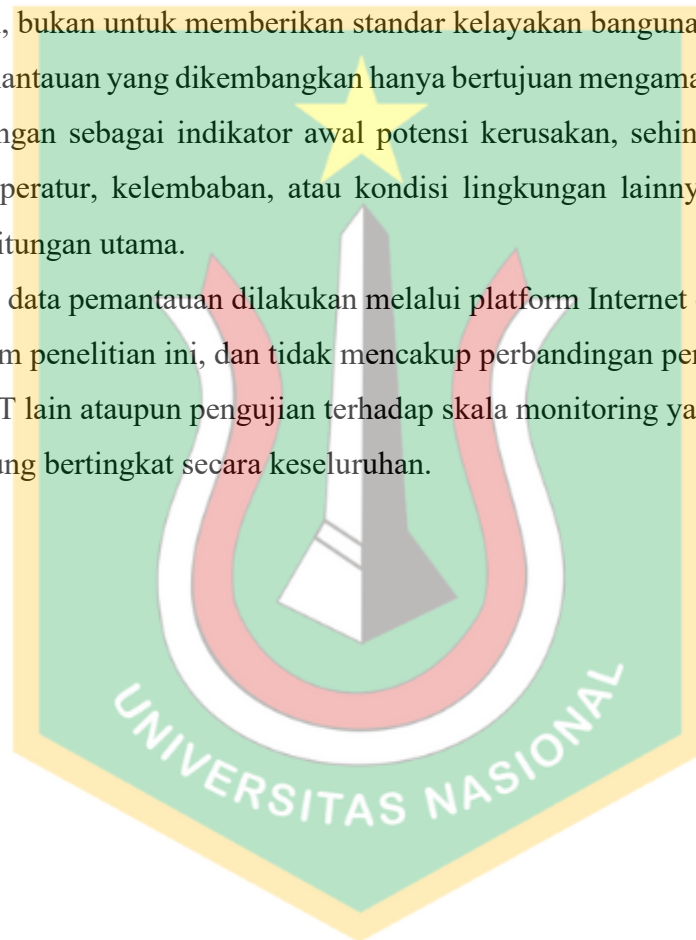
Berdasarkan uraian pada latar belakang, terdapat beberapa permasalahan pokok yang perlu ditinjau dalam penelitian saya ini, berisi tentang.

1. Bagaimana tingkat akurasi pembacaan sensor accelerometer dan tilt meter setelah dilakukan proses kalibrasi?
2. Seberapa efektif penerapan Kalman Filter dalam mereduksi noise pada data kemiringan (pitch dan roll) serta getaran struktur?
3. Bagaimana pengaruh penerapan metode threshold terhadap klasifikasi kondisi struktur menjadi kategori Normal, Waspada, dan Bahaya?
4. Bagaimana pola tren historis getaran dan kemiringan struktur berdasarkan analisis statistik (mean dan standar deviasi)?
5. Sejauh mana sistem IoT yang dirancang mampu memberikan indikasi dini terhadap potensi gangguan struktural?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap berada dalam lingkup yang jelas dan terarah, terdapat beberapa batasan yang ditetapkan dalam proses perancangan dan pengujian sistem, yaitu:

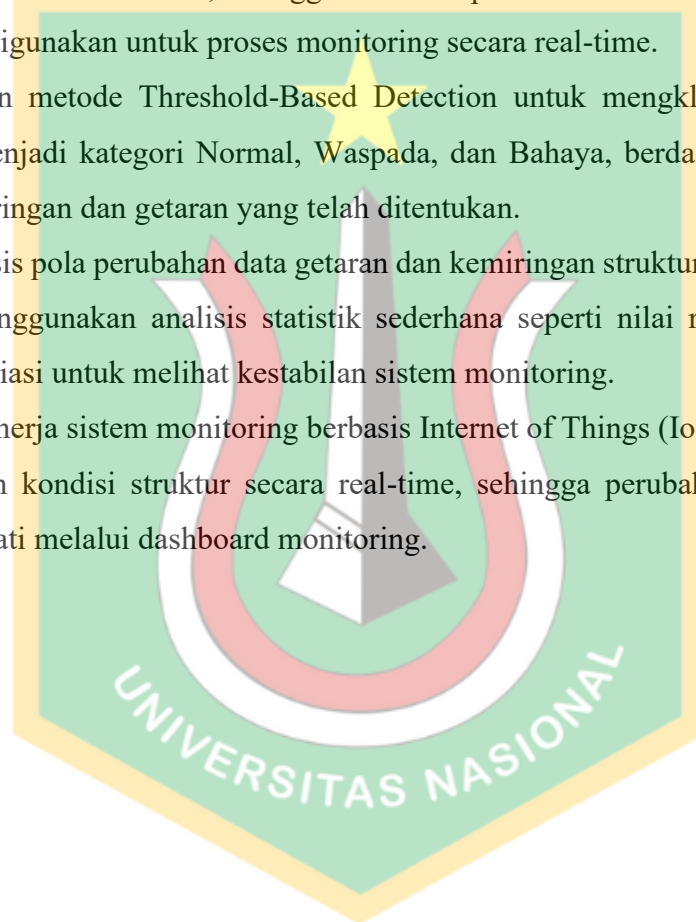
1. Penelitian ini difokuskan pada pemantauan kondisi struktur bangunan menggunakan sensor accelerometer dan tilt-meter, sehingga aspek lain seperti analisis retakan visual atau pemodelan struktur secara menyeluruh tidak dibahas lebih jauh.
2. Pengujian sistem dilakukan pada bangunan skala kecil atau miniatur struktur yang mewakili kondisi nyata, sehingga hasilnya lebih diarahkan untuk melihat kemampuan deteksi dini, bukan untuk memberikan standar kelayakan bangunan secara umum.
3. Sistem pemantauan yang dikembangkan hanya bertujuan mengamati perubahan getaran dan kemiringan sebagai indikator awal potensi kerusakan, sehingga faktor eksternal seperti temperatur, kelembaban, atau kondisi lingkungan lainnya tidak dimasukkan dalam perhitungan utama.
4. Pengiriman data pemantauan dilakukan melalui platform Internet of Things yang dipilih dalam penelitian ini, dan tidak mencakup perbandingan performa dengan platform IoT lain ataupun pengujian terhadap skala monitoring yang lebih luas seperti sistem gedung bertingkat secara keseluruhan.



1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan rumusan masalah dan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor accelerometer dan tilt meter setelah dilakukan proses kalibrasi, sehingga diperoleh data kemiringan (pitch dan roll) serta percepatan yang lebih mendekati kondisi sebenarnya.
2. Menganalisis efektivitas penerapan Kalman Filter dalam mereduksi noise pada data accelerometer dan tilt meter, sehingga data hasil pembacaan sensor menjadi lebih stabil dan dapat digunakan untuk proses monitoring secara real-time.
3. Menerapkan metode Threshold-Based Detection untuk mengklasifikasikan kondisi struktur menjadi kategori Normal, Waspada, dan Bahaya, berdasarkan nilai ambang batas kemiringan dan getaran yang telah ditentukan.
4. Menganalisis pola perubahan data getaran dan kemiringan struktur berdasarkan dataset sensor, menggunakan analisis statistik sederhana seperti nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi untuk melihat kestabilan sistem monitoring.
5. Menguji kinerja sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dalam melakukan pemantauan kondisi struktur secara real-time, sehingga perubahan kondisi struktur dapat diamati melalui dashboard monitoring.



1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan, skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- **BAB I Pendahuluan**

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

- **BAB II Tinjauan Pustaka**

Membahas teori-teori yang relevan, penelitian terdahulu, dan konsep dasar SHMS, sensor, IoT, serta Algoritma Threshold.

- **BAB III Metodologi Penelitian**

Menjelaskan tahapan perancangan, alat dan bahan, diagram sistem, flowchart, pengembangan perangkat keras dan lunak, serta metode pengujian.

- **BAB IV – Hasil dan Pembahasan**

Berisi hasil implementasi alat, pengujian sensor, tampilan data, analisis perubahan sudut, serta proses klasifikasi status menggunakan metode threshold-based detection. Pada bagian ini juga dilakukan pembahasan terhadap kinerja sistem berdasarkan data yang diperoleh.

- **BAB V – Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan untuk pengembangan dan perbaikan sistem di masa mendatang.

