# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak di sekitar garis Khatulistiwa yang beriklim lembap dengan dua musim, yakni kemarau yang umumnya terjadi pada bulan April - Agustus dan penghujan yang terjadi antara bulan September hingga Maret [1]. Menurut data yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), diperkirakan curah hujan di Indonesia umumnya mencapai kisaran 1500–4500 mm/tahun, di mana Provinsi Jawa Timur termasuk ke dalam kategori wilayah yang memiliki curah hujan yang relatif rendah dibanding kebanyakan daerah lain di Indonesia, yakni kurang dari 1500 mm/tahun pada tahun 2024 [2]. Selain faktor iklim, Indonesia memiliki ragam topografi yang bervariasi, terutama kawasan dataran tinggi dengan sudut kemiringan lereng yang terjal di atas 25° [3], [4]. Karakteristik wilayah dengan kontur tanah lunak, kemiringan yang curam, serta akumulasi curah hujan yang tinggi ini menjadikannya sangat rentan terhadap bencana tanah longsor. Tanah longsor sendiri merupakan fenomena alam yang terjadi ketika bergerak atau berpindahnya material tanah serta bebatuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah akibat dorongan angin, air, atau tarikan dari gaya gravitasi bumi , [3], [5].

Urgensi dari penanganan bencana ini terlihat dari besarnya dampak kerugian material dan korban jiwa yang ditimbulkan setiap tahunnya. Berdasarkan laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sepanjang tahun 2024 saja telah tercatat sebanyak 201 kejadian tanah longsor yang menyebabkan 59.531 orang mengungsi dan 203 di antaranya menjadi korban jiwa [6]. Secara teknis, tanah longsor dipicu oleh interaksi multivariabel seperti kemiringan tanah, curah hujan, kepadatan tanah, jenis batuan, serta tata lahan. Namun, permasalahan yang ada pada sistem deteksi dini konvensional saat ini adalah masih digunakannya nilai ambang batas (*threshold*) yang kaku dalam membaca parameter lingkungan tersebut. Hal ini menimbulkan risiko kesalahan deteksi (*false alarm*) yang tinggi akibat sifat kondisi alam yang fluktuatif dan penuh ketidakpastian. Selain itu, belum adanya integrasi visual yang memetakan status kerawanan secara spasial membuat pihak berwenang kesulitan mengidentifikasi titik-titik kritis dengan cepat guna melakukan manajemen tanggap darurat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem deteksi dini yang bersifat dinamis yang diintegerasikan dengan peta digital daerah rawan bencana longsor berbasis web menggunakan kombinasi sensor curah hujan dan IMU. Perangkat stasiun lapangan (*node sensor*) digunakan untuk mengakuisisi data lingkungan secara berkelanjutan, sekaligus dilengkapi alarm suara (*buzzer*) lokal untuk memberikan respon peringatan instan ketika hasil keluaran *fuzzy* menunjukkan potensi bahaya longsor. Data mentah hasil pengukuran sensor kemudian ditransmisikan secara nirkabel menuju stasiun penerima untuk selanjutnya dkirimkan ke PC untuk proses pengolahan data lebih lanjut. Pembaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada pemisahan arsitektur antara perangkat yang bertugas dalam akuisisi data dengan pusat komputasi yang dieksekusi sepenuhnya pada *Personal Computer* (PC). Pada pendekatan ini, PC bertindak sebagai mesin inferensi yang mengolah tiga variabel lingkungan secara yakni intensitas curah hujan, sudut kemiringan lereng, dan percepatan linier menggunakan algoritma Logika *Fuzzy Mamdani* untuk menghasilkan klasifikasi tingkat kerawanan yang meliputi Aman, Waspada, Siaga, dan Awas. Selain itu, sistem dirancang menggunakan mekanisme komunikasi komunikasi nirkabel dua arah (*full-duplex*), di mana hasil keputusan *Fuzzy* dari PC tidak hanya divisualisasikan secara langsung pada antarmuka peta digital (WebGIS) menggunakan *Leaflet.js*, namun juga dikirimkan kembali ke titik lokasi pengamatan untuk memicu alarm bahaya (*buzzer*). Pendekatan komputasi terpusat ini dapat mengurangi beban kerja mikrokontroler dari pemrosesan algoritmik yang berat, serta menjamin stabilitas transmisi data dari titik pengamatan, serta menghadirkan sistem pemantauan spasial yang terintegrasi di bidang kebencanaan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara kerja sistem deteksi tanah longsor?
2. Bagaimana merancang sistem deteksi tanah longsor mennggunakan sensor IMU dalam mendeteksi Kemiringan dan pergerakan tanah serta sensor curah hujan?
3. Bagaimana sistem komunikasi untuk proses pengiriman data sensor dari Node ke Sink secara wireless?

4. Bagaimana cara mengolah data kemiringan, curah hujan dan percepatan linear untuk menentukan tingkat potensi kerawanan tanah longsor yang diintegerasikan ke dalam peta digital daerah rawan bencana longsor berbasis Web?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan dari Penelitian yang dilakukan, Terdapat beberapa aspek yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini, Antara lain :

1. Parameter yang dianalisis hanya Curah hujan (mm), Kemiringan tanah dan percepatan linear tanah, dengan tidak mempertimbangkan faktor-faktor alam yang lain.
2. Proses pengujian dilakukan di lingkungan kampus dan laboratorium.
3. Komunikasi data menggunakan Modul LoRa SX1278 dan Tidak membahas protokol selain LoRa .
4. Pengujian dilakukan pada skala prototipe dan Tidak mencakup kondisi ekstrem lapangan secara luas.
5. *Node* yang berisi sensor umtuk mendeteksi parameter potensi longsor hanya digunakan 1 titik *node* dan 1 titik *sink*.
6. Untuk mendeteksi kemiringan dan pergerakan pergeseran lahan dipergunakan sensor IMU.
7. LoRa yang digunakan Adalah tipe SX1278 yang mudah didapat
8. Sebagai tampilan peta digital dipergunakan data spasial yang sudah ada berupa peta berbasis web dari server penyedia.
9. Pengolahan data *fuzzy* menggunakan metode fuzzy mamdani untuk menentukan Tingkat kerawanan longsor.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang suatu sistem deteksi tanah longsor melalui variabel kemiringan lahan, percepatan linear serta curah hujan.
2. Mengimplementasikan penggunaan sensor IMU dan sensor curah hujan dalam sebuah embedded system.
3. Mengimplementasikan sistem komunikasi LoRa dalam pengiriman data sensor potensi longsor antara *Node* Sensor dengan *Node Sink*.
4. Menggunakan Metode *Fuzzy* yang menggabungkan multi-variabel potensi longsor untuk untuk menentukan tingkat kerawanan longsor.

5. Menampilkan hasil evaluasi secara *fuzzy* kedalam bentuk peta digital berbasis web dengan konsep dasar spasial.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Tujuan dari penilitian ini adalah untuk menerapkan *Embedded system* dan IoT dalam sistem deteksi untuk membantu pemeteaan daerah rawan bencana longsor dan mengintegrasikan Logika *Fuzzy* untuk menentukan tingkat kerawanan.

### 1.5.1 Bagi Mahasiswa

1. Menambah pemahaman tentang penerapan ilmu teknik elektro, khususnya pada sistem sensor dan komunikasi nirkabel.
2. Meningkatkan kemampuan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis mikrokontroler, WSN dan IoT.
3. Memberikan pengalaman dalam pengolahan data menggunakan Moving Average dan *fuzzy* logic berbasis Bahasa pemrograman Python.

### 1.5.2 Bagi Institusi (Kampus)

1. Menambah referensi penelitian di bidang lingkungan dan mitigasi bencana.
2. Menjadi bahan pembelajaran praktis bagi mahasiswa dalam pengembangan teknologi berbasis sensor dan komunikasi jarak jauh.
3. Mendukung pengembangan riset di bidang *Internet of Things* (IoT) dan *Wireless System Network* (WSN).

### 1.5.3 Bagi Masyarakat

1. Memberikan solusi awal untuk pemantauan daerah rawan longsor.
2. Membantu meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi bencana longsor.
3. Dapat dikembangkan menjadi sistem peringatan dini untuk mengurangi risiko kerugian akibat bencana.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Struktur dan Sistematika penulisan laporan penelitian ini disusun dalam lima bab dan dijelaskan melalui pembahasan sesuai dengan aturan

standar penulisan. Adapun Sistematika penulisan pada Laporan ini adalah sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan terkait bencana tanah longsor beserta parameter-parameter fisik pemicunya. Selain itu, bab ini juga memaparkan rumusan masalah yang akan diselesaikan, batasan masalah, serta tujuan penelitian, yaitu merancang sistem deteksi dini terpusat yang mampu mengklasifikasikan tingkat potensi bahaya longsor berdasarkan pembacaan sensor curah hujan, sudut kemiringan, dan percepatan linier dengan mengimplementasikan metode algoritma Logika *Fuzzy*.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan teori dan kajian literatur terdahulu yang mendukung penyelesaian penelitian. Pokok bahasan pada bab ini meliputi konsep dasar mekanika tanah longsor, prinsip kerja spesifikasi perangkat keras seperti mikrokontroler, LoRa, GPS, dan sensor terkait, konsep jaringan komunikasi serial, hingga pemahaman mendalam mengenai metode penyaringan sinyal (*Moving Average*), sistem inferensi Logika *Fuzzy Mamdani*, serta teknologi antarmuka pemetaan *WebGIS*.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tahapan dan metodologi perancangan sistem secara keseluruhan, dimulai dari arsitektur blok diagram sistem secara keseluruhan, perancangan diagram kelistrikan pada stasiun pengirim (*Node Sensor*) dan stasiun penerima (*Node Sink*), hingga alur kerja perangkat lunak (berupa *flowchart*). Selain itu, bab ini juga memuat perancangan sistem akuisisi data.

**BAB IV : HASIL DAN ANALISIS**

Pembahasan pada bab ini berfokus pada pengujian instrumen secara individual maupun terintegrasi, kalibrasi sensor, serta analisis terhadap performa Algoritma Moving Average Filter dalam menyaring derau data sensor IMU dan analisis terhadap mesin inferensi *Fuzzy* dalam mengeksekusi data lingkungan menjadi status peringatan akhir.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan berdasarkan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan, serta saran yang membangun untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem deteksi dini tanah longsor pada penelitian selanjutnya.

**[Halaman Ini Sengaja  Dikosongkan]**