

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data yang dirilis Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di website resminya, sepanjang tahun 2022 tercatat ada 834 kasus tanah longsor di Indonesia. Bencana ini merupakan yang tertinggi dibandingkan puting beliung (635 kasus) dan banjir (584 kasus) dari total 2.322 kasus. Akibatnya, sebanyak 753 bangunan rusak, 735 warga terdampak, dan 7 orang meninggal dunia[1].

Melihat kondisi tersebut, Tim Peneliti dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (FMIPA UI) yang terdiri atas Dr. Parluhutan Manurung (Geografi), Dr. Supriyanto (Geosains), dan Iskandar Koto, M.Sc. (Geosains), mengembangkan Landslide 2.0, yaitu *Landslide Early Warning System* (LEWS) untuk pemantauan tanah longsor secara online. Dengan mendeteksi perubahan jarak dan kemiringan di daerah rawan longsor, sistem peringatan dini ini menggunakan sensor laser *distance* yang dioperasikan secara terus-menerus dari lokasi pantau melalui transmisi data komunikasi *cellular* atau komunikasi *Internet of Things* (IoT)[1].

Tanah longsor adalah proses memindahkan tanah ke bawah dan menjauh dari sumber badan pembentuk lereng, yang mungkin batu, tanah, atau kombinasi keduanya, yang bergerak dengan jatuh, berguling (rotasi), bergeser (*lotion*), menyebar, atau mengalir [2]. Tanah longsor disebabkan oleh bahan yang lemah, pelapukan, diskontinuitas (kesalahan, hubungan material), dan perbedaan kekakuan material[3]. Upaya penanggulangan bencana tanah longsor selalu dilakukan bersamaan dengan pemetaan, investigasi, pemeriksaan, pemantauan, pengenalan, dan inspeksi bencana tanah longsor [4] .

Karena dampak yang ditimbulkan longsor ini sangat serius, maka tim peneliti dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung berupaya meminimalkan dampak longsor dengan memasang sistem perangkat deteksi longsor di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Sistem deteksi pemantau gerakan tanah

diberi nama *Wireless Sensor Network For Landslide Monitoring (Wiseland)*. Sistem ini berbasis jaringan sensor nirkabel. Perangkat deteksi menggunakan empat kotak anak (*node*) yang tersebar sejauh maksimal 500 meter antar titik di Kampung Sidamukti. Tiap kotak berisi dua sensor, yakni sensor TILT untuk mengukur perubahan kemiringan lereng akibat pergerakan, dan kabel baja ekstensometer sebagai pengukur besaran pergerakan laju perpindahan masa tanah[5].

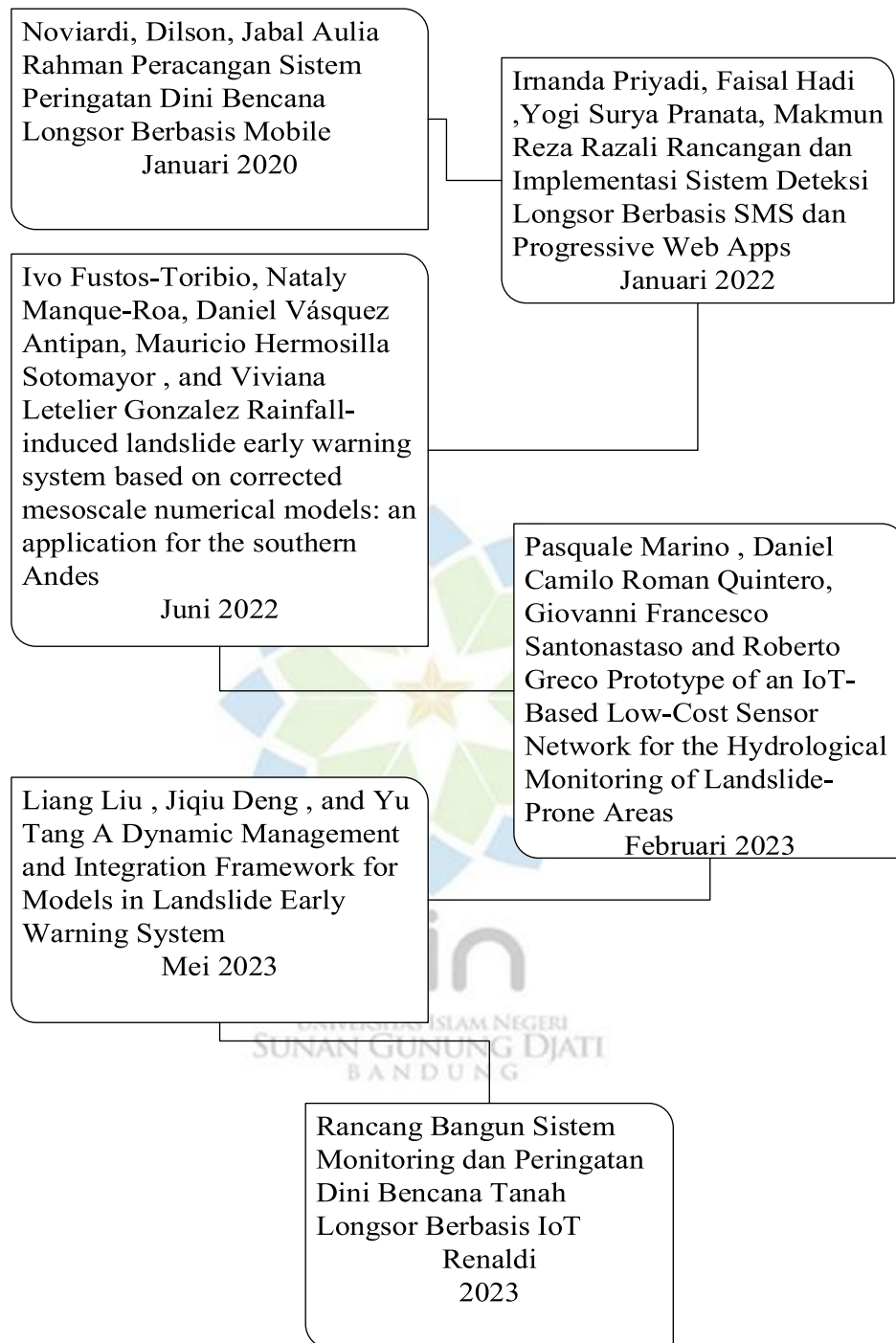
Penelitian-penelitian terkait deteksi longsor yang pernah dilakukan oleh peneliti lain diantaranya oleh Artha dkk. Dalam penelitiannya, rancangan alat deteksi longsor menggunakan dua sensor yaitu sensor MPU6050 untuk mendeteksi pergerakan tanah dan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kelembaban tanah. Hasil rancangan menunjukkan sensor MPU6050 dapat membaca data pergerakan tanah dengan persentase *error* sebesar 0,42% dan sensor *soil moisture* dapat membaca kelembaban tanah dengan persentase *error* sebesar 1,49%. [6].

Pada penelitian lain, Setyawan dkk merancang sistem peringatan dini tanah longsor menggunakan sensor FC-28 dan *Node MCU* untuk mendeteksi kelembaban tanah jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil deteksi sensor kategori kondisi siaga terjadi pada kelembaban antara 27% - 54% dengan kemiringan lereng antara 25° -35° dan kondisi bahaya terjadi saat kelembaban lebih dari 54%. [7].

Dari permasalahan-permasalahan yang timbul terkait bencana tanah longsor di atas, maka dapat dibuat sebuah penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis IoT”. Pada penelitian ini dibuat sistem yang dapat melakukan monitoring kemiringan tanah, pergeseran, dan kelembaban tanah. Sistem ini memanfaatkan *cloud ubidots* sebagai penampil *system* monitoring dan pemberi notifikasi.

1.2 State of The Art

State of the art merupakan pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan merupakan hal yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan pihak lain. Dalam bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian terdahulu yang dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Adapun Referensi penelitian lainnya dijabarkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 *State of The Art*

Tabel 1.1 merupakan tabel penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Pada Tahun 2020 Noviardi, Dilson, Jabal Aulia Rahman, melakukan penelitian yang berjudul Perancangan Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor

Berbasis *Mobile*. Sistem ini dirancang dengan metode DSRM yang bertujuan untuk memberikan informasi tanda-tanda bencana longsor kepada masyarakat sehingga memberikan kewaspadaan kepada masyarakat dan meminimalisir terjadinya korban jiwa [8]. Kemudian pada Januari 2022, Irnanda Priyadi, Faisal Hadi, Yogi Surya Pranata, dan Makmun Reza Razali melakukan penelitian yang berjudul Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Longsor Berbasis SMS dan *Progressive Web Apps*. Pada penelitian ini sistem deteksi bencana longsor dirancang untuk dapat mengetahui kondisi pergerakan tanah secara *real time* sebagai bagian dari sistem peringatan dini (*early warning system*) terhadap bahaya terjadinya longsor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mendeteksi kondisi Bahaya dan mengirimkan SMS “Awas Longsor” pada nomor tujuan [5]. Pada Juni 2022 Ivo Fustos-Toribio, Nataly Manque-Roa, Daniel Vásquez Antipán, Mauricio Hermosilla Sotomayor¹, dan Viviana Letelier Gonzalez melakukan penelitian yang berjudul *Rainfall-induced landslide early warning system based on corrected mesoscale numerical models: an application for the southern Andes*. Penelitian ini menggunakan simulasi curah hujan yang akurat dan lereng, menunjukkan kapasitas prediksi yang tinggi. RILEWS bisa menjadi pendukung bagi pengambil keputusan saat terjadi curah hujan ekstrim terkait perubahan iklim di Selatan Andes [9]. Pada Februari 2023 Pasquale Marino, Daniel Camilo Roman Quintero, Giovanni Francesco Santonastaso dan Roberto Greco melakukan penelitian yang berjudul *Prototype of an IoT-Based Low-Cost Sensor Network for the Hydrological Monitoring of Landslide-Prone Areas*. Pada penelitian ini disebutkan sejak 1 Desember 2022, jaringan berbiaya rendah yang dapat diakses dari jarak jauh telah dipasang untuk memperluas lapangan pemantauan hidrologi. Secara khusus, jaringan prototipe yang diuji memungkinkan pengukuran air tanah konten di dua titik berbeda, berkomunikasi melalui sistem IoT berbasis *Wi-Fi* menggunakan papan ESP32. Platform *ThingSpeak™* IoT telah digunakan untuk visualisasi data lapangan jarak jauh. Prototipe jaringan biaya rendah berbasis IoT ini menunjukkan potensi untuk memperluas jumlah data hidrologi, cocok untuk menyiapkan sistem peringatan dini di daerah rawan longsor [10]. Pada Mei 2023 Liang Liu, Jiqui Deng, dan Yu Tang melakukan penelitian yang berjudul *A Dynamic Management*

and Integration Framework for Models in Landslide Early Warning System. Pada penelitian ini menggunakan sistem *Landslide Early Warning System* (LEWS) yang mengandalkan berbagai model untuk pengolahan data, prediksi, peramalan, dan diskriminasi tingkat peringatan. Penelitian ini mengusulkan kerangka kerja untuk manajemen dinamis dan integrasi model di LEWS dengan menggunakan *WebAPI* dan *Docker* untuk memfasilitasi penyebaran model [11]. Yang membedakan penelitian yang saya lakukan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh para peneliti di atas adalah pada penelitian saya lakukan adalah parameter yang dideteksi oleh sensor semakin banyak sehingga dari segi akurasi lebih tinggi. Selain itu digunakan juga *cloud server* ubidots yang dapat menampilkan data secara *real-time* dan dapat mengirimkan notifikasi berupa *email* ketika terjadi perubahan data.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dan realisasi sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT ?
2. Bagaimana kinerja sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT ?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT.
2. Menganalisis kinerja sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini dapat dikategorikan ke dalam dua hal, yaitu:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pustaka keilmuan mengenai sistem kontrol, terutama dalam pengaplikasian IoT sehingga kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan lebih baik lagi sesuai kebutuhan yang ada dilapangan.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kewaspadaan dan membantu mempersiapkan diri dengan adanya peringatan dini terjadinya bencana alam tanah longsor.

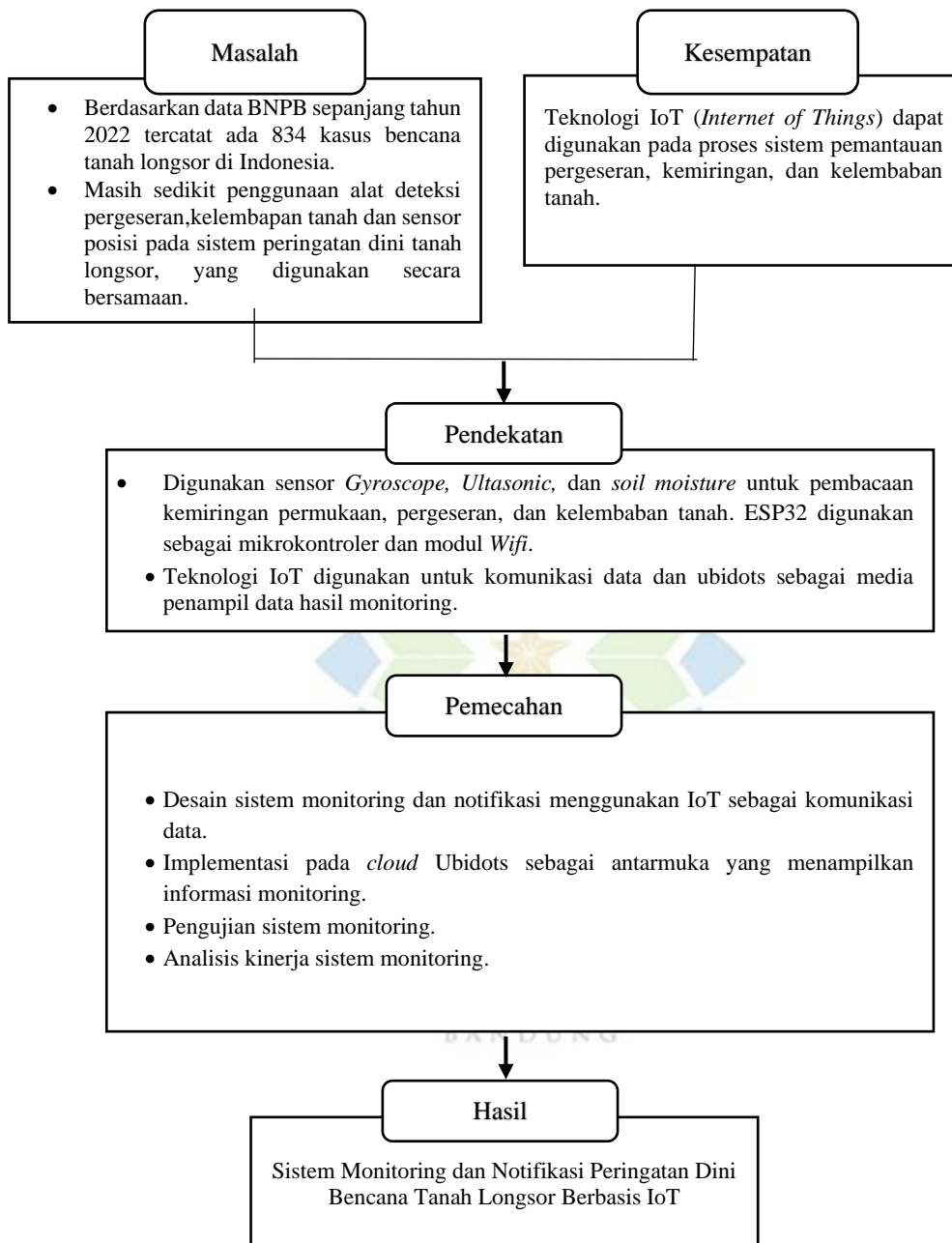
1.6 Batasan Masalah

Dalam Penelitian ini diharapkan mempunyai fokus penelitian yang jelas, Sehingga perlu adanya batasan masalah untuk menghindari meluasnya topik, batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat kendali yang digunakan adalah Mikrokontroler ESP32,
2. *Cloud* yang digunakan adalah Ubidots sebagai media untuk menampilkan data yang dimonitoring,
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Bahasa C,
4. Sensor *Gyroscope* yang digunakan adalah MPU6050,
5. Sensor Ultrasonik digunakan sebagai pendeteksi pergeseran tanah dengan pergerakan garis lurus.

1.7 Kerangka Berpikir

Penelitian ini berdasarkan adanya masalah serta kesempatan dalam pembuatan prototipe sistem monitoring dan peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT , untuk memudahkan memahami hal tersebut, maka dibuatlah kerangka pemikiran yang ada pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Kerangka berfikir

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berperan untuk menghasilkan struktur penyusunan serta penulisan yang sesuai dan benar, tugas akhir ini mempunyai kerangka dan sistematika yang memenuhi regulasi yang sudah ditetapkan. Penulisan tugas akhir ini, memiliki sistematika penulisan yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan awal dari penulisan proposal penelitian ini. Dalam bab ini memuat hal-hal pokok dari awal sebuah tulisan, yaitu: latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran serta sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab dua menguraikan mengenai hal-hal ini sebelum dilakukannya sebuah penelitian, karena berkaitan dengan penelitian, maka perlu adanya kapabilitas dalam teori yang berkaitan dan mendukung dalam merancang serta membangun prototipe sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis teknologi *Internet Of Things*(IoT). Dalam bab ini membahas teori dasar dari Sistem kendali, *Internet of Things*, tanah longsor, Sensor dan Ubidots.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga ini menguraikan mengenai bentuk metodologi yang dipakai dalam penelitian ini. Metodologi penelitian ini mencakup studi literatur, rumusan masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, integrasi sistem, pengujian sistem, analisis hasil, dan jadwal penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab empat ini dijelaskan mengenai perancangan dan implementasi prototipe sistem monitoring dan notifikasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT meliputi prinsip kerja secara umum, perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat keras, dan implementasi sistem.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab lima ini dijelaskan tentang pengujian yang akan dilakukan pada bagian sistem early warning sistem dan bagian sistem monitoring serta akan menampilkan analisis data dan hasil pengujian.

BAB VI PENUTUP

Pada bab enam ini menguraikan tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dan akan dilampirkan saran selanjutnya untuk penelitian sistem monitoring dan peringatan dini bencana tanah longsor berbasis IoT.