

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pendakian gunung merupakan kegiatan wisata minat khusus yang melibatkan aktivitas fisik dalam mencapai puncak gunung melalui jalur tertentu. Kegiatan ini tidak hanya menuntut kesiapan fisik dan mental, tetapi juga pengetahuan tentang keselamatan, seperti penanganan hipotermia dan persiapan logistik [1]. Pendakian gunung termasuk aktivitas yang memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan maupun gangguan kesehatan, salah satunya kelelahan berat dan hipotermia [2]. Melansir dari data yang dihimpun oleh situs Jelajah Lagi, sejak 1 Januari 2013 hingga Mei 2024, sebanyak 155 pendaki meregang nyawa saat melakukan pendakian di berbagai gunung di Indonesia dengan berbagai penyebab yang melatarbelakanginya. Gunung Marapi di Sumatra Barat tercatat sebagai gunung dengan jumlah insiden kecelekaan terbanyak dalam rentang waktu 2013-2024, yakni 25 kasus, tercatat 18 kejadian kecelakaan pendaki di Gunung Lawu yang membentang di perbatasan Jawa Timur dan Jawa Tengah, Gunung Rinjani menempati posisi selanjutnya dengan 11 insiden, sedangkan Gunung Semeru dan Gunung Bawakaraeng masing-masing mencatat 10 dan 7 kejadian [3]. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu memantau lokasi pendaki secara *real-time* guna meningkatkan keamanan serta mempercepat upaya bantuan keselamatan.

Secara teori, pemanfaatan teknologi digital, khususnya *Internet of Things (IoT)*, memungkinkan perangkat sensor mengirimkan data lokasi secara otomatis melalui jaringan tertentu ke server yang dapat dipantau secara *real-time*. *Internet of Things (IoT)* adalah teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat di sekitar kita terhubung ke internet, sehingga dapat saling berkomunikasi, bertukar data, dan menjalankan fungsi tertentu secara otomatis untuk meningkatkan kemudahan dan efisiensi aktivitas sehari-hari [4]. *IoT* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti transportasi, pertanian, hingga kesehatan, untuk memudahkan proses monitoring dan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam konteks

pendakian gunung, *IoT* memiliki potensi besar sebagai solusi efektif untuk memantau posisi pendaki dan mengurangi risiko tersesat [5].

Faktanya penerapan sistem pelacakan lokasi pendaki berbasis *IoT* masih menghadapi kendala, khususnya pada aspek ketersediaan jaringan komunikasi di wilayah pegunungan yang cenderung tidak stabil [6][7]. Kondisi ini menyebabkan perangkat *IoT* tidak dapat mengirimkan data lokasi secara kontinu ke server, sehingga terjadi kehilangan data dan ketidaklengkapan informasi pergerakan pendaki. Akibatnya, sistem pelacakan yang ada hanya mampu menampilkan titik lokasi terakhir yang berhasil dikirimkan, tanpa memberikan estimasi pergerakan selanjutnya [8]. Dalam situasi darurat, keterbatasan ini dapat menghambat proses pencarian dan evakuasi karena pihak penyelamat tidak memiliki gambaran prediktif mengenai arah atau kemungkinan posisi pendaki berikutnya. Oleh karena itu, sistem pelacakan konvensional yang sepenuhnya bergantung pada konektivitas jaringan belum optimal untuk diterapkan pada lingkungan seperti pendakian gunung.

Berdasarkan beberapa literatur yang telah direview, terdapat beberapa penelitian yang mengangkat topik mengenai keamanan pendaki. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Rifky Abdurrafy Hasibuan dan Mahardika Abdi, yang mengimplementasikan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai arsitektur komunikasinya. Namun, penggunaan jaringan internet memiliki kelemahan, yaitu kualitas sinyal yang tidak stabil di area pegunungan sehingga data tidak selalu dapat dikirimkan ke server secara real-time. Penelitian lain oleh Agung Rizky Putra Pratama menggunakan teknologi LoRa sebagai arsitektur komunikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pelacakan secara real-time, tetapi jangkauan komunikasi LoRa pada penelitian tersebut terbatas hingga sekitar 230 meter. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Rahmat Perjalanan dan Irving Vitra Paputungan, yang berhasil meningkatkan jangkauan komunikasi LoRa hingga 5 kilometer, meskipun jangkauan tersebut masih memiliki keterbatasan pada kondisi medan tertentu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem pelacakan lokasi pendaki berbasis *IoT* yang tidak hanya mampu mengirimkan data lokasi secara *real-*

time, tetapi juga mampu memprediksi lokasi berikutnya ketika sinyal hilang. Salah satu metode yang relevan untuk digunakan adalah menerapkan sistem prediksi lokasi dengan model *Long Short-Term Memory* (LSTM), yaitu model jaringan saraf tiruan yang efektif dalam memproses data deret waktu serta memiliki kemampuan mengingat jangka panjang. LSTM telah terbukti unggul dalam berbagai aplikasi prediksi pada data deret waktu [9].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pelacakan lokasi pendaki berbasis *Artificial Internet of Things* (AIoT) dengan menerapkan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk prediksi lokasi. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu pemantauan posisi pendaki secara lebih akurat meskipun terdapat keterbatasan sinyal, serta memberikan nilai tambah dalam meningkatkan aspek keamanan dan mitigasi risiko selama kegiatan pendakian.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang Masalah, didapatkan rumusan-rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi algoritma *Long Short-Term Memory* untuk prediksi lokasi pendaki berbasis *Internet of Things*?
2. Bagaimana evaluasi algoritma *Long Short-Term Memory* untuk prediksi lokasi pendaki berbasis *Internet of Things*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengimplementasikan algoritma *Long Short-Term Memory* untuk prediksi lokasi pendaki berbasis *Internet of Things*.
2. Mengevaluasi kinerja algoritma *Long Short-Term Memory* dalam melakukan prediksi lokasi pendaki berbasis *Internet of Things*.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam implementasi dibatasi hanya penggunaan ESP32 *devkit*, modul *GPS Ublox NEO-6M*, modul *GSM SIM800L V2*.
2. Masalah yang dibahas pada penelitian ini hanya masalah kehilangan data lokasi karena kegagalan jaringan.
3. Penelitian ini hanya membahas aspek pelacakan lokasi dan prediksi lokasi tanpa mencakup fitur tambahan seperti notifikasi, sensor kecepatan, atau deteksi kejadian darurat.
4. Platform yang digunakan dalam sistem ini dibatasi hanya pada aplikasi web. Untuk mendukung komunikasi antara perangkat *IoT* dan aplikasi web, digunakan *NestJS* sebagai teknologi *backend* dan *ReactJs* sebagai teknologi *frontend*.
5. Dataset yang digunakan pada model *LSTM* hanya menggunakan data pendakian dari Gunung Manglayang via Batukuda.

1.5 Manfaat

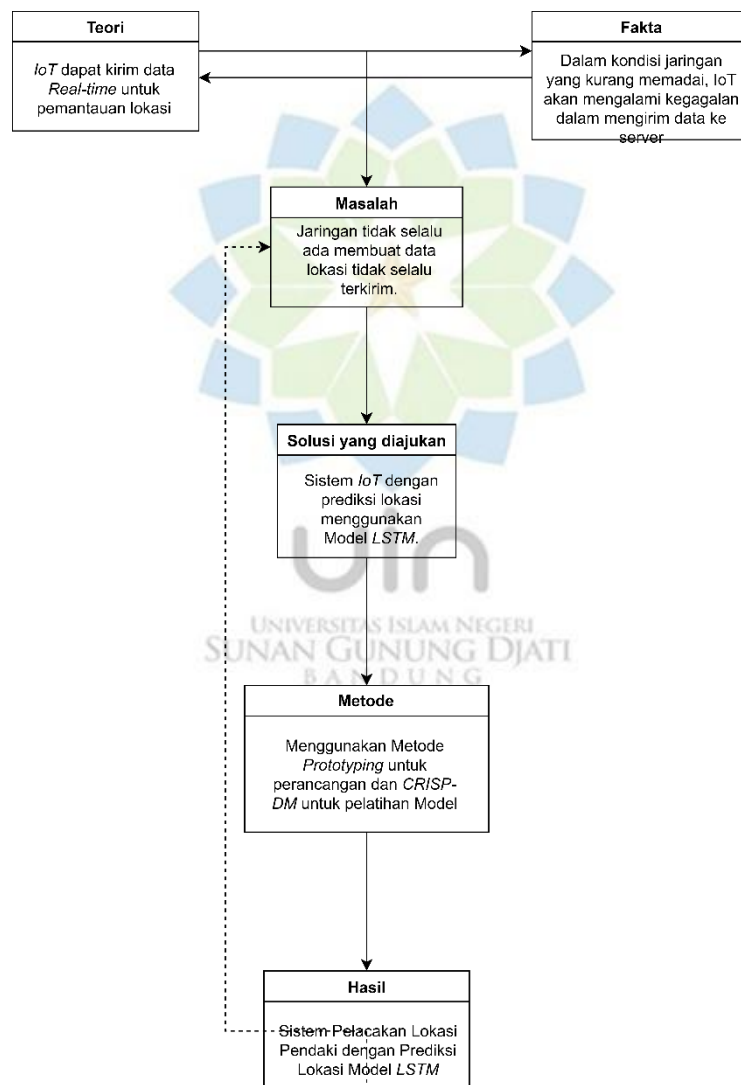
Manfaat penelitian ini secara garis besar meliputi:

1. Memberikan kontribusi ilmiah mengenai penerapan *Internet of Things* (*IoT*) dalam bidang keselamatan outdoor.
2. Menambah literatur mengenai penggunaan *Long Short-Term Memory* (*LSTM*) dalam memprediksi data spasial berbasis deret waktu (*time series*).
3. Memperkuat kajian akademik tentang integrasi *IoT*, *machine learning*, dan sistem pelacakan lokasi.
4. Memberikan kontribusi pada pengembangan sistem monitoring cerdas (*smart monitoring system*) berbasis *AI*.
5. Menghasilkan model *LSTM* yang dapat diaplikasikan untuk prediksi lokasi dalam kondisi kehilangan data atau sinyal.
6. Menunjukkan penerapan nyata integrasi antara perangkat *IoT*, pengolahan data spasial, dan *machine learning*.
7. Efisiensi Tim Penyelamat (*SAR*), membantu tim *SAR* atau pengelola basecamp dalam mempersempit area pencarian jika terjadi kecelakaan, berkat adanya data prediksi lokasi terakhir yang akurat.

8. Monitoring *Real-Time* bagi Pengelola, memudahkan petugas basecamp untuk mengawasi distribusi pendaki di jalur secara otomatis tanpa harus bergantung pada laporan manual.

1.6 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan suatu model konseptual yang didalamnya berisi variabel-variabel yang diberkaitan dalam sebuah penelitian. Berikut adalah kerangka pemikiran dari penelitian ini.



Gambar 1. 1 Kerangka pemikiran

1. Teori

Teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan perangkat untuk mengirimkan data lokasi secara *real-time* ke server menggunakan jaringan internet. Dengan sensor *GPS* dan konektivitas jaringan, *IoT* dapat menyediakan pemantauan posisi secara berkelanjutan. Teori ini menjadi dasar bahwa *IoT* mampu menjadi solusi pemantauan pendaki dalam kondisi normal.

2. Fakta

Koneksi internet di daerah pegunungan yang tidak stabil dapat mengakibatkan kegagalan perangkat *IoT* dalam proses pengiriman data yang menyebabkan lokasi tidak terpantau.

3. Masalah

Lingkungan pegunungan sering mengalami keterbatasan jaringan telekomunikasi. Ketika jaringan lemah atau tidak tersedia, perangkat *IoT* gagal mengirimkan data lokasi sehingga terjadi missing data atau celah informasi. Hal ini menyulitkan tim penyelamat untuk mengetahui posisi terkini pendaki dan berpotensi memperlambat penanganan darurat.

4. Solusi yang Diajukan

Untuk mengatasi data lokasi yang hilang, sistem *IoT* dipadukan dengan model prediksi lokasi menggunakan *Long Short-Term Memory (LSTM)*. *LSTM* mampu mempelajari pola pergerakan dari data *GPS* sebelumnya dan memprediksi lokasi saat data *real-time* tidak dapat dikirim. Dengan penggabungan ini, sistem tetap memberikan estimasi posisi meskipun koneksi jaringan terputus.

5. Metode

Kerangka pemikiran ini menggunakan metode *Prototyping* untuk merancang dan membangun sistem secara iteratif hingga sesuai kebutuhan pengguna. Untuk pemodelan prediksi lokasi, digunakan pendekatan *CRISP-DM*, yang mencakup pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan implementasi untuk melatih model *LSTM* secara sistematis.

6. Hasil yang Diharapkan

Hasil akhir dari alur pemikiran ini adalah terciptanya sistem pelacakan pendaki berbasis *IoT* yang dapat mengirimkan data lokasi *real-time* sekaligus

memberikan prediksi lokasi ketika jaringan tidak tersedia, sehingga meningkatkan keandalan dan keselamatan dalam kegiatan pendakian.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari 6 bab dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan konteks penelitian, mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat, serta batasan-batasan untuk menjaga fokus penelitian.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi tinjauan pustaka terhadap penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang mendasari penelitian, mencakup konsep *AIoT*, teknologi spesifik yang digunakan seperti *ESP32-DevKit* dan model *LSTM*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan kerangka kerja penelitian secara rinci. Metode yang digunakan adalah gabungan antara Prototyping untuk tahap perancangan dan pembangunan sistem, serta metode *CRISP-DM* untuk tahap pelatihan model *LSTM*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi prototipe sistem serta data hasil pengujian terhadap model *LSTM*. Setiap hasil akan dibahas dan dianalisis secara mendalam untuk menjawab rumusan masalah.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian dan analisis, serta menyajikan saran untuk pengembangan atau penelitian lebih lanjut di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA