

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan serta hasil analisis dari berbagai pengujian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem berhasil mendeteksi perubahan kondisi tanah menggunakan sensor kelembapan dan sensor IMU untuk mendeteksi perubahan posisi tanah dengan algoritma *machine learning*.
2. Model *Logistic Regression* yang ditanamkan ke mikrokontroler ESP32 mampu melakukan klasifikasi kondisi tanah secara berkala menjadi dua kategori, yaitu Aman dan Bahaya, dengan rata rata nilai pada parameter pengujian sebesar 88%.
3. Sistem komunikasi nirkabel menggunakan LoRa terbukti efektif hingga jarak 600 meter dalam kondisi minim hambatan dan hingga 250 meter dalam kondisi banyak hambatan, dengan tingkat keberhasilan pengiriman data di atas 90% pada jarak ideal.
4. Pengujian konsumsi daya menunjukkan bahwa sistem hemat energi dan mampu beroperasi secara mandiri, dengan dukungan panel surya 20 Wp dan aki 3.5 Ah yang mampu menyuplai daya untuk dua node transmitter selama 2 hari dan node receiver selama 3.7 hari tanpa pengisian ulang.
5. Seluruh komponen sistem, mulai dari pembacaan sensor, klasifikasi ML, pengiriman data, hingga peringatan melalui LCD dan buzzer berjalan secara sinkron, menunjukkan keberhasilan pengujian *end-to-end* sistem dengan keluaran yang sesuai terhadap kondisi aktual lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, berikut adalah beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Penambahan jumlah node sensor agar sistem dapat memantau area yang lebih luas dan mendeteksi pergerakan tanah secara lebih menyeluruh di berbagai titik rawan.

2. Penambahan parameter sensor lain, seperti suhu, kelembapan udara, atau tekanan tanah untuk memperkaya data input dan meningkatkan keandalan prediksi sistem.
3. Pembuatan sistem peringatan jarak jauh, seperti pesan singkat, notifikasi aplikasi, atau sirine, agar sistem tidak hanya menampilkan status pada LCD dan buzzer lokal tetapi juga mampu memberikan peringatan ke pengguna secara cepat dan luas.
4. Pengujian lapangan jangka panjang dalam berbagai kondisi musim dan cuaca untuk memastikan ketahanan dan keakuratan sistem secara berkelanjutan di lingkungan nyata sehingga dapat menghindari kerugian-kerugian yang ditimbulkan dari pergeseran tanah.

