



RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI TANAH LONGSOR BERBASIS IOT

Encik Wan Nur Azlansyah¹, Galang Rama Saputra¹, Peprizal¹, Ali Rizki Mulana^{1*}

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: Penulis_Empat@domain_institusi

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan terjadi bencana tanah longsor, terutama daerah perbukitan dengan kondisi tanah yang tidak stabil serta tingginya curah hujan. Keterlambatan dalam mendeteksi tanda-tanda awal longsor dapat meningkatkan risiko kerugian dan membahayakan keselamatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini yang mampu memberikan informasi kondisi tanah secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi tanah longsor berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mampu mendeteksi perubahan kondisi tanah serta memberikan peringatan dini secara real-time. Penelitian menggunakan metode desain dan pengembangan system meliputi identifikasi masalah, perancangan perangkat keras dan lunak, pembuatan konstruksi alat, pengujian dan kalibrasi sensor, implementasi sistem, serta pengujian kinerja sistem. Sistem menggunakan sensor limit switch, sensor GY-291 ADXL345, sensor ultrasonik HC-SR04, dan sensor Raindrops untuk mendeteksi perubahan kondisi lereng. Data dari seluruh sensor diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke sistem monitoring melalui Discord. Selain itu, sistem dilengkapi dengan sirine dan lampu strobo sebagai peringatan langsung di lokasi ketika terdeteksi kondisi bahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi aman, waspada, dan bahaya, mengirimkan notifikasi secara aktual, serta mengaktifkan perangkat peringatan sesuai kondisi yang terdeteksi. Dengan demikian, sistem dapat membantu meningkatkan kewaspadaan masyarakat serta mengurangi risiko korban akibat bencana tanah longsor.

Kata Kunci: ADXL345, Discord, ESP32, IoT, sistem peringatan dini, tanah longsor

ABSTRACT

Indonesia is highly prone to landslides, particularly in hilly areas with unstable soil conditions and high rainfall. Delays in detecting early signs of landslides may increase material losses and threaten public safety. Therefore, an early warning system capable of providing rapid and accurate information on soil and slope conditions is needed. This study aims to design and develop an IoT-based landslide detection system using an ESP32 microcontroller to detect slope changes and provide real-time early warnings. The research employed a system design and development method consisting of problem identification, hardware and software

design, device construction, sensor testing and calibration, system implementation, and performance evaluation. The system uses a limit switch, GY-291 ADXL345, HC-SR04 ultrasonic, and Raindrops sensors to monitor slope conditions. Sensor data are processed by the ESP32 and transmitted to a monitoring platform through Discord. The system is also equipped with a siren and strobe light to provide direct warnings when hazardous conditions are detected. Test results show that the system can identify safe, alert, and hazardous conditions, transmit real-time notifications, and activate warning devices accordingly. Thus, the system can improve community preparedness and help reduce the risk of casualties caused by landslides.

Keywords: ADXL345, Discord, early warning system, ESP32, IoT, landslide

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat potensi bencana tanah longsor yang cukup tinggi. Kondisi geografis yang didominasi oleh wilayah perbukitan, struktur tanah yang labil, serta intensitas curah hujan yang tinggi menjadi faktor utama penyebab terjadinya longsor di berbagai daerah. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, tanah longsor termasuk salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia dan menimbulkan dampak yang signifikan, baik berupa kerugian material maupun korban jiwa (Belitung, M. P. 2022).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa risiko tanah longsor di Indonesia masih cukup tinggi, terutama pada daerah dengan karakteristik geografis tertentu. Pada kenyataannya, daerah rawan longsor sering berada di lokasi yang jauh dari pemukiman atau area kerja tertentu, sehingga sistem peringatan dini sangat diperlukan untuk mempercepat respon masyarakat atau pekerja di sekitar lokasi. Jika hanya mengandalkan monitoring jarak jauh, maka terdapat kemungkinan keterlambatan informasi yang dapat meningkatkan risiko bahaya (Kurniawan, F. 2022).

Berkaitan dengan kondisi tersebut, tanah longsor umumnya disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu curah hujan tinggi yang menyebabkan peningkatan kadar air dalam tanah sehingga menurunkan kekuatan tanah, kemiringan lereng yang curam yang meningkatkan gaya gravitasi, serta adanya getaran yang dapat memicu pergerakan tanah (Nugroho, A. d. 2020). Selain itu, pergeseran tanah secara perlahan juga menjadi indikator awal terjadinya longsor yang dapat dideteksi sebelum bencana terjadi (Sari, D. P. 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai upaya telah dilakukan untuk meminimalisir risiko tanah longsor, salah satunya melalui pengembangan sistem pendeteksi berbasis sensor dan mikrokontroler dengan konsep Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kondisi tanah secara real-time (Kurniawan, F. 2022). Penelitian sebelumnya di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung telah merancang alat pendeteksi tanah longsor berbasis IoT yang berfokus pada sistem monitoring kondisi tanah. Hasilnya, alat ini sudah bisa mendeteksi perubahan kondisi lereng, mengirim data secara real-time, serta memberikan peringatan langsung melalui sirine dan lampu strobo. Selain itu, penelitian lain juga mengembangkan sistem pendeteksi longsor yang bisa digunakan di daerah terpencil dengan memanfaatkan energi alternative (Wikantama, P. T., et al, 2024). Dari hasil

penelitiannya, sistem tersebut tetap bisa bekerja secara mandiri dengan tenaga surya dan masih mampu melakukan monitoring serta mengirim data. Penelitian juga menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi tanah secara real-time. Sementara itu, menjelaskan bahwa penggunaan sensor dan mikrokontroler cukup efektif untuk mendeteksi tanda-tanda awal terjadinya pergerakan tanah (Belitung, M. P. 2022).

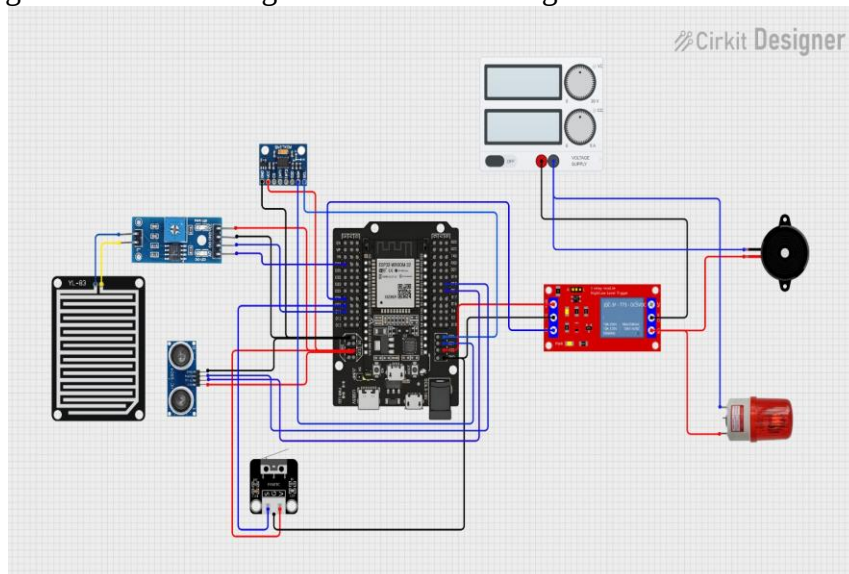
Meskipun demikian, sistem yang telah dikembangkan masih memiliki beberapa kekurangan. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada monitoring dan pengiriman data, sehingga respon masih bergantung pada pemantauan jarak jauh. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan jika tidak ada yang memantau secara terus-menerus. Selain itu, ketergantungan pada jaringan internet menjadi kendala di daerah terpencil. Sistem juga umumnya belum dilengkapi peringatan langsung di lokasi, seperti sirine atau lampu indikator, sehingga informasi yang dihasilkan kurang cepat ditindaklanjuti di lapangan (Tary, H, et al, 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada Proyek Akhir ini akan dibuat sistem pendeteksi tanah longsor berbasis IoT menggunakan ESP32 dengan sensor pergeseran, getaran, kemiringan, dan aliran air. Sistem ini bekerja dengan membaca kondisi tanah dan mengirimkan data secara real-time. Jika terdeteksi kondisi berbahaya, sistem akan langsung memberikan peringatan melalui sirine dan lampu strobo di lokasi. Dengan sistem ini, diharapkan respon terhadap potensi longsor menjadi lebih cepat, risiko dapat dikurangi, serta menjadi solusi yang lebih praktis karena menggabungkan beberapa sensor dan peringatan langsung di lapangan.

2. METODE

Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ADXL345 untuk mendeteksi kemiringan tanah, sensor HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air hujan, sensor Raindrop YL-83 untuk mendeteksi intensitas hujan, relay sebagai pengendali alarm, buzzer dan lampu strobo sebagai indikator bahaya.

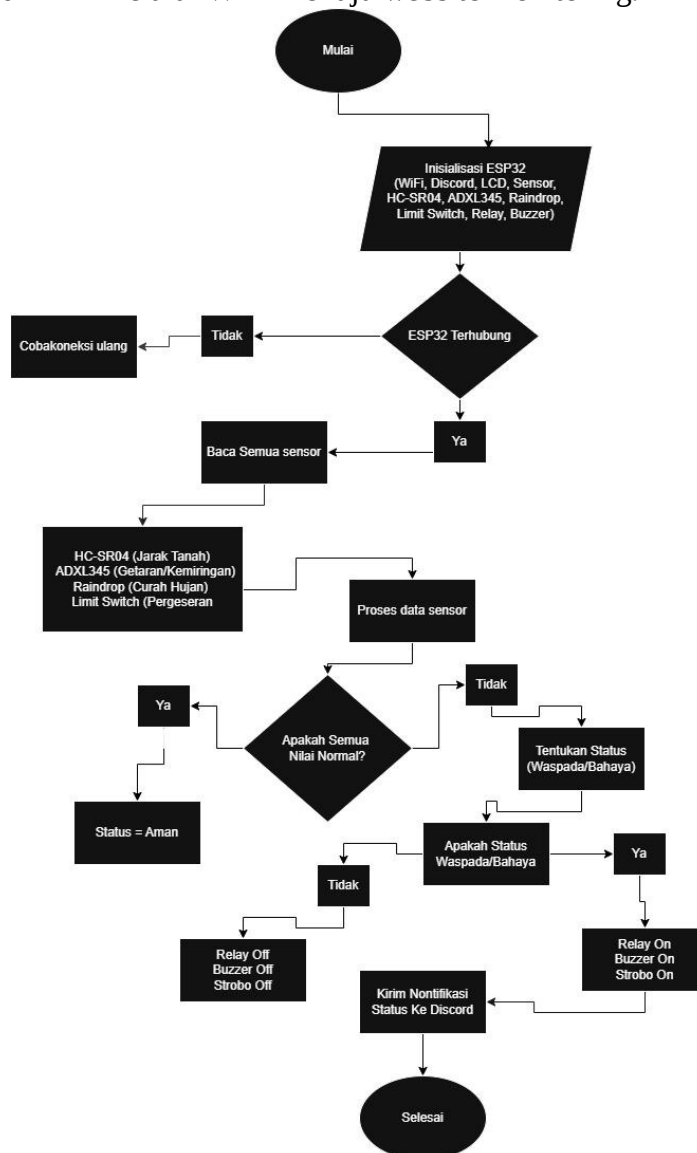
2.1 Rangkaian Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor



Gambar 1. Rangkaian Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor

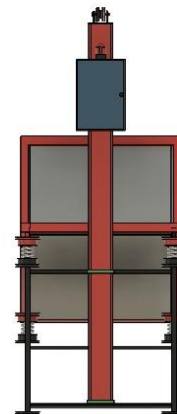
Pada rangkaian, ESP32 terhubung ke ADXL345 melalui antarmuka I2C, HC-SR04 melalui pin Trigger dan Echo, serta modul Raindrop melalui keluaran

digital. Relay dikendalikan ESP32 untuk mengaktifkan buzzer dan lampu strobo ketika parameter kemiringan, hujan, dan tinggi air memenuhi kondisi bahaya. Seluruh data dikirim melalui WiFi menuju website monitoring.



Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja Alat

2.2 Desain Kontruksi



Gambar 2.1 Desain Alat Tampak Depan Gambar 2.2 Desain Alat Tampak Belakang

Pada Gambar 3.3 (Desain Alat Tampak Depan) dan Gambar 3.4 (Desain Alat Tampak Belakang), terlihat rancangan konstruksi alat pendeteksi tanah longsor yang dibuat sebagai media simulasi sekaligus tempat pemasangan seluruh komponen sistem. Dari tampak depan, terlihat bak simulasi tanah yang dipasang dengan posisi miring untuk menyerupai kondisi lereng di alam. Desain ini dibuat agar proses pengujian dapat dilakukan dengan lebih realistis ketika terjadi perubahan kondisi tanah yang berpotensi menyebabkan longsor.

Sementara itu, tampak belakang memperlihatkan rangka penyangga beserta tiang utama yang digunakan untuk menopang box panel. Pada box panel tersebut terdapat beberapa komponen penting, seperti ESP32, relay, dan rangkaian kelistrikan yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Penempatan box panel di bagian atas dipilih agar lebih mudah dijangkau saat proses pemasangan, pemeriksaan, maupun perawatan alat.

Rangka utama menggunakan besi hollow karena memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang seluruh bagian alat. Bak simulasi dirancang dengan ukuran yang memadai sehingga dapat menampung media tanah serta menjadi tempat pemasangan berbagai sensor, seperti sensor ultrasonik untuk mengukur perubahan jarak permukaan tanah, sensor GY-291 ADXL345 untuk mendeteksi getaran dan kemiringan, sensor Raindrops untuk mendeteksi intensitas air hujan, serta limit switch sebagai pendeteksi pergeseran tanah. Seluruh data dari sensor diproses oleh ESP32, kemudian sistem akan menentukan kondisi Aman, Waspada, atau Bahaya. Apabila terdeteksi kondisi yang berpotensi longsor, buzzer dan lampu strobo akan aktif sebagai peringatan di lokasi, sementara notifikasi akan dikirimkan melalui Discord sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi alat secara real-time.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian menunjukkan seluruh sensor mampu memberikan data sesuai fungsi masing-masing. ADXL345 mendeteksi perubahan kemiringan, HC-SR04 mengukur tinggi air, dan Raindrop mendeteksi intensitas hujan. Data berhasil diproses ESP32 dan dikirim ke website monitoring secara real-time.

Berdasarkan pengujian integrasi, relay bekerja dengan baik untuk mengaktifkan buzzer dan lampu strobo saat kondisi bahaya. Website monitoring mampu menampilkan data sensor sehingga sistem dapat digunakan sebagai media peringatan dini.

Tabel 1. Hasil Penelitian

No	Ultrasonik (cm)	Rain Drop (ADC)	Pitch (°)	Roll (°)	Getaran (SR)	Limit Switch	Status Sistem	Discord	Sirine	Rotary Light	Keterangan
1	5	895	2.1	1.9	3.2	OFF	Aman	Tidak Terkirim	OFF	OFF	Seluruh parameter berada pada kondisi normal.
2	9	785	4.3	4.1	4.7	OFF	Aman	Tidak Terkirim	OFF	OFF	Sistem bekerja normal tanpa indikasi potensi longsor.
3	11	810	6.8	5.9	5.3	OFF	Waspada	Terkirim	OFF	Berkedip	Kemiringan dan getaran mulai meningkat.
4	8	645	3.8	3.5	4.4	OFF	Waspada	Terkirim	OFF	Berkedip	Intensitas hujan meningkat meskipun sensor lain masih normal.
5	13	710	7.4	6.6	5.8	OFF	Waspada	Terkirim	OFF	Berkedip	Ketinggian air dan kemiringan mencapai batas waspada.
6	12	520	10.8	9.7	6.4	OFF	Waspada	Terkirim	OFF	Berkedip	Beberapa parameter menunjukkan kondisi waspada.
7	16	385	12.5	11.8	6.8	OFF	Bahaya	Terkirim	ON	Menyala	Ketinggian air dan curah hujan telah memasuki kondisi bahaya.
8	18	360	17.3	16.1	7.4	ON	Bahaya	Terkirim	ON	Menyala	Limit switch aktif disertai kemiringan dan getaran tinggi.
9	20	310	18.9	17.6	7.9	ON	Bahaya	Terkirim	ON	Menyala	Sebagian besar parameter menunjukkan kondisi bahaya.
10	22	725	21.4	19.8	8.5	ON	Bahaya	Terkirim	ON	Menyala	Seluruh parameter berada pada kondisi bahaya maksimum sehingga sistem bekerja penuh.



Gambar 3. 1 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu bekerja sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Pada kondisi aman, sistem hanya melakukan proses pemantauan tanpa mengaktifkan aktuator maupun mengirimkan notifikasi. Ketika kondisi berubah menjadi waspada, sistem mengirimkan notifikasi ke Discord serta mengaktifkan rotary light sebagai peringatan visual. Apabila parameter

menunjukkan kondisi bahaya, sistem secara otomatis mengaktifkan sirine, rotary light, dan mengirimkan notifikasi ke Discord sehingga pengguna dapat segera mengetahui adanya potensi tanah longsor.

4. KESIMPULAN

Sistem peringatan dini tanah longsor berbasis IoT berhasil dirancang menggunakan ESP32, ADXL345, HC-SR04, sensor Raindrop, relay, buzzer, lampu strobo, dan website monitoring. Sistem mampu memantau kondisi secara real-time dan memberikan peringatan melalui alarm lokal serta website monitoring sehingga berpotensi mendukung mitigasi bencana tanah longsor.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bangka Belitung, para dosen pembimbing, serta teman-teman atas dukungan, bimbingan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M.T., Satyam, N., Pradhan, B. & Alamri, A.M. (2020) 'IoT-based geotechnical monitoring of unstable slopes for landslide early warning in the Darjeeling Himalayas', *Sensors*, 20(9), 2611. doi: 10.3390/s20092611.
- Belitung, M.P. (2022) 'Rancang bangun alat pendeteksi tanah longsor berbasis Internet of Things (IoT)', Repository Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung.
- El Houssaini, D., Khriji, S., Viehweger, C., Keutel, T. & Kanoun, O. (2022) 'Location-aware IoT-enabled wireless sensor networks for landslide early warning', *Electronics*, 11(23), 3971. doi: 10.3390/electronics11233971.
- Kurniawan, F. (2022) 'Rancang bangun sistem pendeteksi longsor bertenaga surya di daerah terpencil', *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(2), pp. 60–67.
- Nugroho, A. et al. (2020) 'Perancangan sistem peringatan dini tanah longsor menggunakan sensor dan mikrokontroler', *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), pp. 85–92.
- Sari, D.P. (2019) 'Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring dan peringatan dini bencana alam', 7(1), pp. 45–52.
- Wikantama, P.T., Bahalwan, M. and Akmal, M.A. (2024) 'SIGEMPA: Sistem peringatan dini gempa bumi berbasis IoT dengan ESP32', *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 4, pp. 63–70.
- Tary, H., Azizaturridha, F., Xaverius Axel, I., Missael Valent Joy, Z. and Putra Ryan, L. (2025) 'Evaluasi kepuasan pengguna aplikasi Discord sebagai media komunikasi komunitas menggunakan model End-User Computing Satisfaction (EUCS)', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9, pp. 8133–8140.
- Maulana, W. and Faisal, I. (2025) 'Rancang bangun sistem keamanan kompleks berbasis IoT dengan dashboard monitoring dan auto-trigger keamanan darurat', 2, pp. 26–33.
- Saleh, M. and Haryanti, M. (2017), *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, 8, pp. 87–94.