

BAB V

PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS SISTEM

5.1. Tujuan Pengujian dan Analisa Alat

Pengujian dan analisa alat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem peringatan pergerakan tanah longsor yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan tujuan perancangan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat dalam mendeteksi pergerakan tanah menggunakan sensor mekanik pull switch serta kemampuan sistem dalam memberikan peringatan secara langsung. Pengujian dan analisa alat ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- Mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi pergerakan tanah menggunakan sensor mekanik pull switch yang dipasang pada titik rawan longsor.
- Menganalisis respon sistem terhadap kondisi bahaya yang ditunjukkan melalui perubahan status pada layar LCD 20×4.
- Memastikan fungsi sirine dan lampu rotator sebagai peringatan audio dan visual dapat bekerja secara otomatis ketika sistem berada pada kondisi bahaya.
- Mengetahui kestabilan sistem dalam kondisi aman maupun bahaya tanpa ketergantungan pada koneksi internet atau layanan berbasis cloud.
- Menilai kelayakan alat sebagai sistem peringatan dini tanah longsor yang sederhana, responsif, dan dapat diterapkan di wilayah rawan longsor dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi.

5.2. Prosedur Pengujian dan Analisa Alat

Hasil Prosedur pengujian alat dilakukan secara bertahap untuk memastikan seluruh komponen sistem peringatan pergerakan tanah longsor dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Adapun langkah-langkah pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan seluruh rangkaian sistem unit transmitter dan unit receiver pada pendeteksi longsor yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor pull switch pada empat arah mata angin (Utara, Selatan, Timur, dan Barat), layar LCD 20×4, sirine, dan lampu rotator.
2. Memastikan sumber catu daya sistem berada dalam kondisi normal dan seluruh komponen telah terhubung dengan baik sebelum pengujian dilakukan.
3. Menghidupkan sistem dan mengamati tampilan awal pada layar LCD 20×4 untuk memastikan sistem berada pada kondisi awal atau kondisi aman.
4. Melakukan pengujian kondisi normal dengan memastikan seluruh pull switch berada pada posisi tidak tertarik atau tidak terputus, kemudian mengamati bahwa status sistem tetap berada pada kondisi aman serta sirine dan lampu rotator dalam keadaan tidak aktif.
5. Melakukan simulasi pergerakan tanah dengan memberikan tarikan atau pemutusan pada salah satu pull switch, kemudian mengamati respon sistem terhadap perubahan kondisi tersebut.
6. Mengamati perubahan status sistem pada layar LCD 20×4, termasuk informasi arah pull switch yang terdeteksi dalam kondisi bahaya.
7. Mengamati aktivasi sirine dan lampu rotator sebagai peringatan audio dan visual ketika sistem memasuki kondisi bahaya.
8. Mengulangi pengujian pada setiap pull switch secara bergantian untuk memastikan seluruh sensor dapat memicu sistem peringatan .

9. Melakukan pengujian dengan memicu lebih dari satu pull switch secara bersamaan untuk memastikan sistem tetap stabil dan mampu menampilkan lebih dari satu arah bahaya.
10. Melakukan reset sistem dengan mengembalikan seluruh pull switch ke kondisi aman, kemudian memastikan sistem kembali ke mode siaga dan peringatan dinonaktifkan.
11. Mencatat hasil pengujian berupa kondisi input dan respon output sistem ke dalam tabel data pengujian untuk keperluan analisa lebih lanjut.

Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen fisik sistem telah terpasang dengan benar dan siap digunakan dalam proses pengujian berikutnya.

5.3. Pengujian dan Analisa Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi pergerakan tanah menggunakan sensor mekanik pull switch serta respon sistem dalam memberikan peringatan dini. Pengujian difokuskan pada perubahan kondisi input dan respon output sistem tanpa melibatkan pencatatan waktu maupun penyimpanan data historis.

5.3.1. Pengujian Alat Pada lokasi Dengan Menggunakan Longsor Buatan

Pengujian alat pada simulasi longsor buatan dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pendeteksi pergerakan tanah dalam kondisi yang mendekati kejadian nyata. Simulasi ini bertujuan untuk menguji kemampuan sensor mekanik pull switch dalam mendeteksi pergeseran tanah secara langsung serta respon sistem peringatan dini yang dihasilkan.



Gambar 5. 1 Pengujian Alat pada Lereng

Pada Gambar 5.1 diatas menunjukan simulasi longsor buatan dilakukan dengan cara memberikan tarikan atau pemutusan pada tali penghubung pull switch yang dipasang pada beberapa arah mata angin. Tarikan tersebut merepresentasikan terjadinya pergerakan atau pergeseran tanah pada titik rawan longsor. Setiap perubahan kondisi pull switch diamati sebagai input sistem yang kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32.



Gambar 5. 2 Respon Alat

Pada saat salah satu pull switch terdeteksi dalam kondisi bahaya, sistem secara langsung mengubah status dari aman menjadi bahaya tanpa memerlukan proses pengolahan data lanjutan. Informasi kondisi sistem dan

arah terjadinya pergerakan tanah ditampilkan melalui layar LCD 20×4. Secara bersamaan, sirine dan lampu rotator aktif sebagai peringatan audio dan visual di lokasi pengujian seperti pada Gambar 5.2.

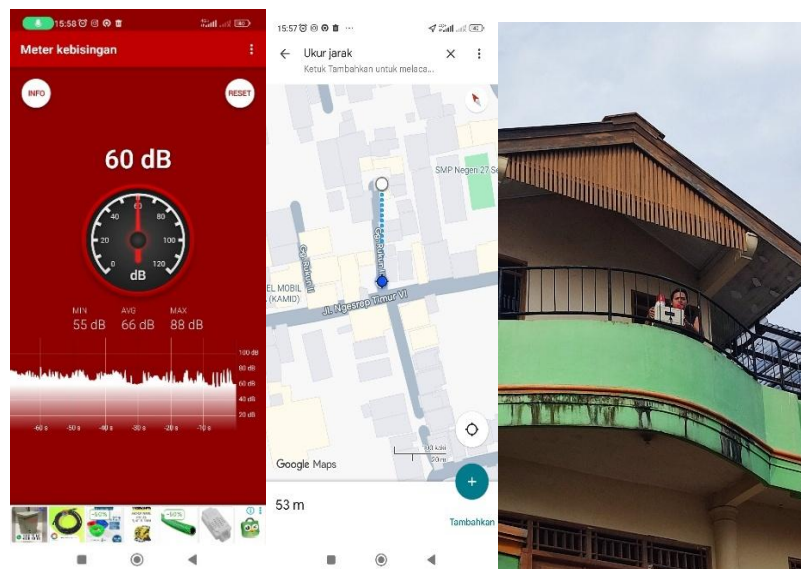
Tabel 5. 1 Tabel Hasil Respon Sistem

No.	Timur (T)	Barat (U)	Timur (S)	Selatan (B)	Status Sistem	Sirine	Lampu Rotator
1	A	A	A	A	AMAN	OFF	OFF
2	A	A	A	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
3	A	A	T	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
4	A	A	T	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
5	A	T	A	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
6	A	T	A	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
7	A	T	T	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
8	A	T	T	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
9	T	A	A	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
10	T	A	A	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
11	T	A	T	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
12	T	A	T	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
13	T	T	A	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
14	T	T	A	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
15	T	T	T	A	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
16	T	T	T	T	!!!LONGSOR!!!	ON	ON
17	A	A	A	A	RESET/AMAN	OFF	OFF

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respon peringatan secara cepat dan jelas terhadap simulasi pergerakan tanah yang diberikan. Pengujian ini membuktikan bahwa alat yang dirancang dapat bekerja secara andal sebagai sistem peringatan dini tanah longsor yang sederhana, responsif, dan tidak bergantung pada koneksi internet maupun layanan berbasis cloud, sehingga sesuai untuk diterapkan di wilayah rawan longsor dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi.

5.3.2. Pengujian Kebisingan Suara Sirine

Pengukuran kebisingan suara sirine dilakukan untuk mengetahui tingkat intensitas suara yang dihasilkan oleh sirine sebagai peringatan audio pada sistem pendeteksi longsor. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa suara sirine masih dapat terdengar dengan jelas pada jarak tertentu sehingga efektif digunakan sebagai peringatan dini bagi masyarakat di sekitar lokasi alat.



Gambar 5. 3 Pengukuran Kebisingan Suara

Tabel 5. 2 Pengukuran Kebisingan Suara

Jarak (Meter)	Kebisingan (dB)
1	80
5	79
10	73
15	68

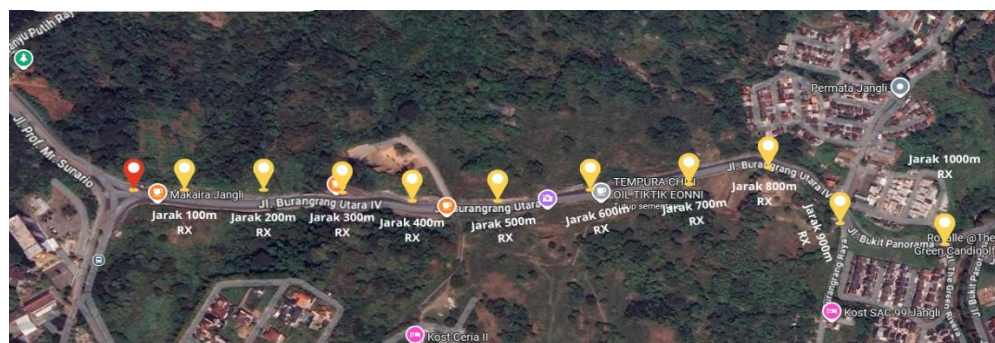
Jarak (Meter)	Kebisingan (dB)
20	67
25	66
30	65
35	64
40	63
45	61
50	60

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 5.2, tingkat kebisingan suara sirine mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak pengukuran. Dimulai dari 80 dB pada jarak 1 meter yang sangat keras, lalu sedikit menurun menjadi 79 dB pada 5 meter. Penurunan intensitas mulai signifikan menjadi 73 dB pada jarak 10 meter, dan terus berkurang hingga mencapai kisaran 60-65 dB pada jarak 30 hingga 50 meter, di mana suara sirine masih dapat terdengar jelas sebagai peringatan. Penurunan intensitas ini disebabkan oleh faktor perambatan gelombang suara di udara.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sirine yang digunakan pada sistem ini mampu menghasilkan tingkat kebisingan yang cukup untuk berfungsi sebagai peringatan dini pada jarak tertentu. Dengan demikian, sirine dinilai efektif sebagai peringatan audio lokal dalam sistem pendeteksi longsor, terutama pada area di sekitar lokasi pemasangan alat.

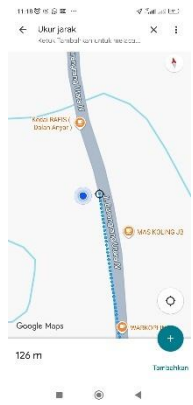
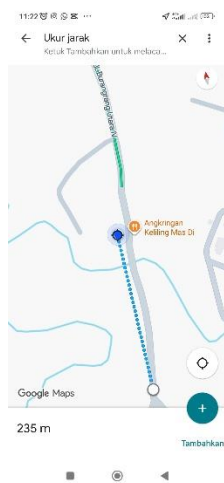
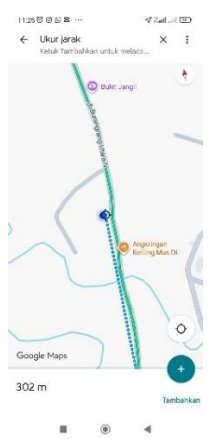
5.3.3. Pengujian Jarak Komunikasi LoRa E220 900T22D

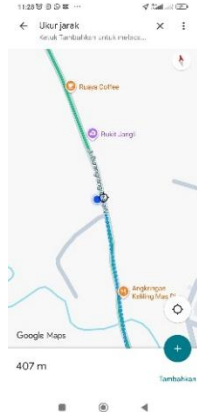
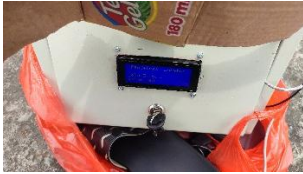
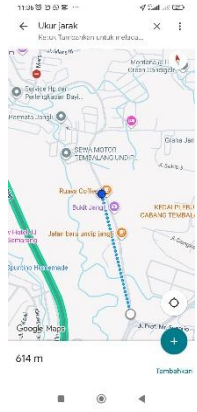
Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana komunikasi LoRa dapat berjalan dengan baik antara unit *transmitter* (pengirim) dengan unit *receiver* (penerima). Pengujian dilakukan di area terbuka Jalan Baru UNDIP menggunakan modul LoRa E220-900T22D yang terkoneksi pada mikrokontroler ESP32. Pada sistem ini digunakan antena eksternal bawaan pada sisi transmitter dan receiver untuk meningkatkan kualitas komunikasi data. Data peringatan dikirimkan dari ESP32 unit *transmitter* (pengirim) menuju unit *receiver* (penerima), kemudian dilakukan pengamatan terhadap keberhasilan penerimaan data yang ditampilkan melalui LCD sebagai indikator koneksi. Seluruh hasil pengujian dicatat secara langsung dan disajikan dalam bentuk tabel serta analisa. Pengujian dilakukan dengan mengatur jarak antara perangkat pengirim dan penerima secara bertahap, mulai dari jarak 0 meter, 100 meter, 200 meter, dan seterusnya hingga mencapai jarak 1 kilometer. Pada setiap jarak, sistem dijalankan dan diamati keberhasilan penerimaan data yang ditampilkan melalui LCD sebagai indikator koneksi, apakah data peringatan masih dapat diterima oleh unit penerima.

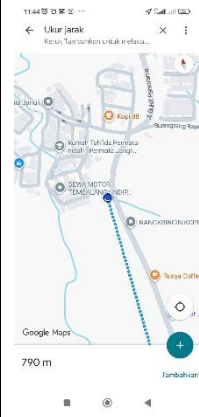
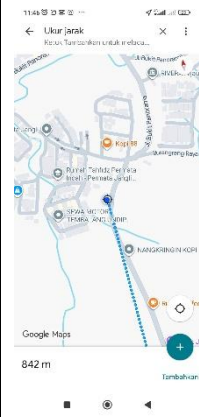
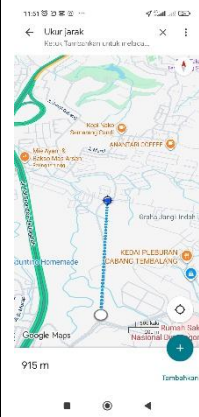


Gambar 5. 4 Pengujian Jarak Komunikasi LoRa

Tabel 5. 3 Data Pengujian Jarak Komunikasi LoRa E220

No.	Jarak (m)	Data Masuk	Dokumentasi Jarak	Status Koneksi
1	100	SUKSES		
2	200	SUKSES		
3	300	SUKSES		

No.	Jarak (m)	Data Masuk	Dokumentasi Jarak	Status Koneksi
4	400	SUKSES		
5	500	SUKSES		
6	600	SUKSES		

No.	Jarak (m)	Data Masuk	Dokumentasi Jarak	Status Koneksi
7	700	SUKSES		
8	800	SUKSES		
9	900	SUKSES		

No.	Jarak (m)	Data Masuk	Dokumentasi Jarak	Status Koneksi
10	1000	GAGAL		

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi LoRa E220T22D masih berfungsi dengan baik pada jarak 0 meter hingga 900 meter. Pada rentang jarak tersebut, data peringatan berhasil dikirim dan diterima dengan normal oleh unit *receiver*, serta LCD sistem menunjukkan “*Connected*” atau terkoneksi. Namun, pada jarak 1 kilometer, komunikasi tidak lagi berhasil karena data tidak dapat diterima oleh unit *receiver* (penerima). Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi antenna standar yang digunakan, jarak komunikasi efektif LoRa E220-900T22D dalam ujicoba ini adalah ± 1 Km.