

SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA LONGSOR BERBASIS ANDROID

Dhiky Juansyah¹, Ade Rukmana², Helfy Susilawati³

¹ Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

² Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

³ Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: lord.soul006@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:22-12-2021

Revised:26-12-2021

Accepointed:27-12-2021

Abstrak

Curah hujan yang tinggi dapat terjadinya tanah longsor. Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, dari tahun 2019 sampai tahun 2020, kejadian bencana longsor di Indonesia mencapai 356 kasus. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dirancanglah suatu sistem peringatan dini bencana longsor dengan *website* sebagai monitoring dan *telegram* sebagai notifikasinya. Sensor yang digunakan yaitu sensor curah hujan untuk mengukur intensitas curah hujan dengan nilai kurang dari 50mm/jam, sensor kelembaban untuk mengukur kelembaban tanah dengan nilai kurang dari 51%, dan sensor pergeseran tanah untuk mengukur pergerakan tanah dengan nilai kemiringan kurang dari 15°. Jika salah satu nilai hasil baca sensor menghasilkan lebih dari nilai yang ditentukan, maka sistem akan mengirim notifikasi peringatan lewat *telegram*. Setelah alat selesai dirancang terdapat hasil penyelesaian yaitu rata-rata tingkat kesalahan hasil pengukuran sensor curah hujan 0.1%, kelembaban tanah dapat membedakan kondisi kering, lembab, dan basah, dan pergeseran tanah di sumbu Ax 6.2%, Ay 7.2%, dan Az 5.9%.

Kata kunci: sensor curah hujan, sensor kelembaban tanah, sensor pergeseran tanah, telegram

Android-based Landslide Early Warning System

Abstract

Heavy rainfall can cause landslides. According to data from the National Disaster Management Agency, from 2019 to 2020, landslides in Indonesia reached 356 cases. Based on these problems, an early warning system for landslides was designed with a website as monitoring and a telegram as a notification. Sensors used are rainfall sensors to measure the intensity of rainfall with value of less than 50mm/hour, a humidity sensor to measure soil moisture with value of less than 51%, and a soil shift sensor to measure soil movement with slope value of less than 15°. If one of the sensor readings results in more than the specified value, the system will send a warning notification via telegram. After the tool has been designed, there are settlement results, namely the average error rate of the rainfall sensor measurement results is 0.1%, soil moisture can distinguish dry, moist, and wet conditions, and soil shifts on the Ax axis are 6.2%, Ay 7.2%, and Az 5.9%.

Keyword: *rainfall sensor, soil moisture sensor, shift sensor, telegram*

1. Pendahuluan

Hujan adalah sebuah peristiwa Presipitasi (jatuhnya suatu cairan dari atmosfer yang berwujud cair maupun beku ke permukaan bumi) berwujud cairan [1]. Hujan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, contohnya seperti menyuburkan tanaman, persediaan air minum, bahkan sebagai sumber perekonomian sebagian masyarakat. Namun terjadinya hujan deras terus-menerus atau disebut intensitas curah hujan yang tinggi, dapat mengakibatkan terjadinya bencana tanah longsor, terutama di daerah tanah dangkal.

Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, dari tahun 2019 sampai tahun 2020, kejadian bencana longsor di Indonesia mencapai 356 kasus [2]. Solusi untukantisipasi terjadinya bencana longsor adalah dengan cara mengetahui tanda-tanda terjadinya longsor dan mendapat peringatan dini bencana longsor. Maka diperlukan suatu alat sistem peringatan dini bencana longsor agar dapat diantisipasi dan masyarakat lebih siap menghadapi bencana tanah longsor. Perancangan alat sistem tersebut memerlukan beberapa sensor, dimana sensor curah hujan untuk mengukur intensitas curah hujan, sensor *Soil Moisture* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah, dan sensor *Accelerometer* digunakan untuk mengetahui pergeseran atau pergerakan tanah. Dalam perancangan ini menggunakan mikrokontroler *Node Mcu* yang digunakan untuk pemrosesan data informasi yang akan dikirim ke website untuk monitoring dan aplikasi Telegram untuk notifikasi peringatan dini bencana longsor.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya. Dimana hasil dari penelitian tersebut mendukung penelitian ini dalam menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor pergeseran tanah, dan nilai ambang batas dari kelembaban tanah diperoleh lebih dari 51%. Tetapi perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah tidak adanya sensor curah hujan untuk mengukur intensitas curah hujan dan sistem notifikasi berupa pesan instan [3]. Penelitian ini menambahkan sensor curah hujan untuk pembaruan dari penelitian sebelumnya, dan menggunakan aplikasi *Telegram* untuk sistem notifikasinya. Nilai ambang batas curah hujan dari penelitian ini mengutip dari jurnal penelitian tentang intensitas curah hujan memicu tanah longsor. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh jika intensitas curah hujan lebih dari 50mm/jam, maka dapat memicu terjadinya tanah longsor [4]. Tetapi penelitian tersebut tidak membuat sebuah alat sistem peringatan dini bencana longsor.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode studi literatur dan perancangan *prototyping*. Metode studi literatur yaitu metode yang memahami dan mempelajari teori dasar komponen yang digunakan, sedangkan metode perancangan *prototyping* yaitu dimana membuat dan merancang suatu sistem atau perangkat yang akan dikembangkan kembali [5].

2.1. Alat dan Bahan

2.1.1. Sensor Curah Hujan

Sensor *Rain Gauge* yang bekerja ketika magnet yang ditempel ditengah *Tipping Bucket* bergerak disaat curah hujan masuk ke dalam corong yang akan ditampung pada *Tipping Bucket* yang membuat *Tipping Bucket* terjungkit yang kemudian sensor akan mendeteksi magnet yang ada pada *Tipping Bucket* [6].

2.1.2. Sensor Kelembaman Tanah

Sensor *Soil Moisture* jenis YL-69 merupakan modul untuk mendeteksi kelembaban tanah, yang dapat diakses menggunakan mikrokontroler seperti arduino. Cara kerja sensor kelembaban tanah yaitu pada saat diberikan catudaya dan disensingkan pada tanah, maka nilai output analog akan berubah sesuai dengan kondisi kadar air dalam tanah [7].

2.1.3. Sensor Pergeseran Tanah

Sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* merupakan perangkat Motion Tracking pertama di dunia yang terintegrasi 6 axis dengan menggabungkan 3 axis MPU6050 dan 3 axis gyroscope serta Digital Motion Processor yang semuanya dalam paket ukuran kecil, 4x4x0.9 mm [8].

2.1.4. Mikrokontroler NodeMcu ESP8266

Node Mcu ESP8266 adalah sebuah platform *IoT* yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* ESP8266, dari buatan *Espressif System*, juga firmware yang digunakan bahasa pemrograman *scripting lua* [9].

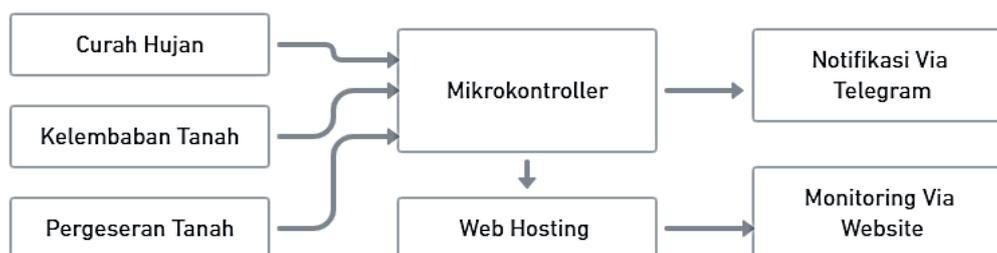
2.2. Perangkat Lunak

2.2.1. Visual Code sebagai Editor bahasa pemrograman seperti HTML, PHP dll.

2.2.2. Arduino IDE sebagai aplikasi untuk mengkode program sensor yang digunakan.

2.2.3. Telegram sebagai aplikasi untuk menerima notifikasi peringatan.

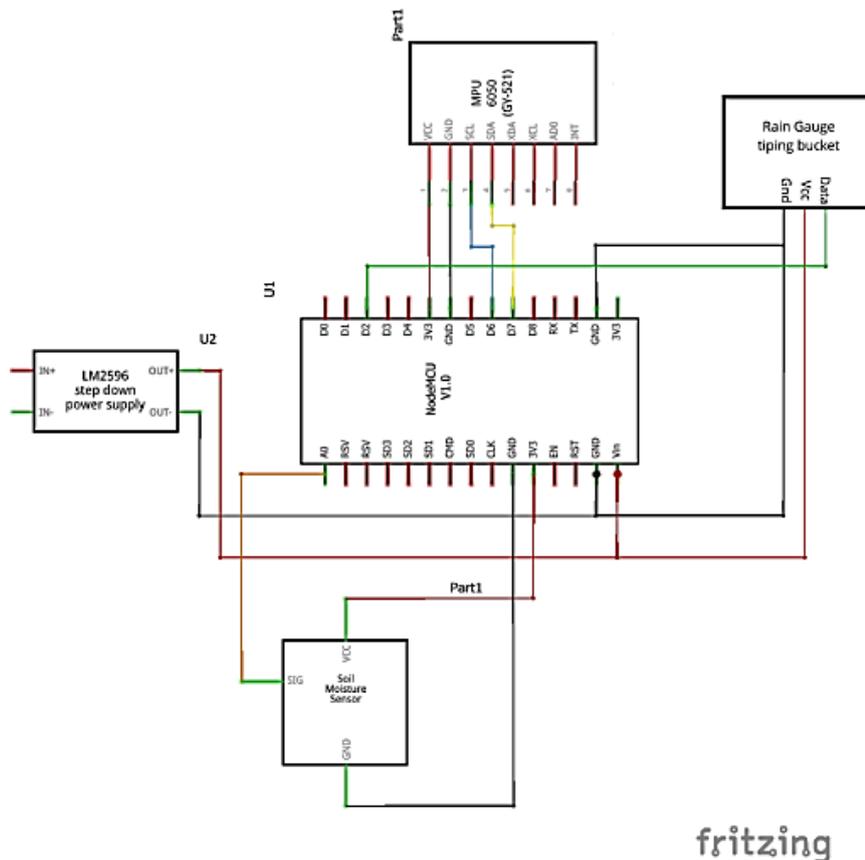
2.3. Blok Diagram Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Blok diagram memiliki beberapa bagian, yaitu bagian input, proses, dan output. Pada bagian input terdapat sensor curah hujan, sensor kelembaban tanah, dan Sensor pergeseran tanah. Kemudian pada bagian proses terdapat NodeMcu yang di gunakan untuk memproses data dari sensor, dan *database web hosting* untuk menyimpan data yang dikirim dari NodeMcu. Kemudian pada bagian output ada dua bagian, yaitu untuk monitoring sensor lewat website, sedangkan untuk notifikasi peringatan yaitu lewat aplikasi *Telegram*.

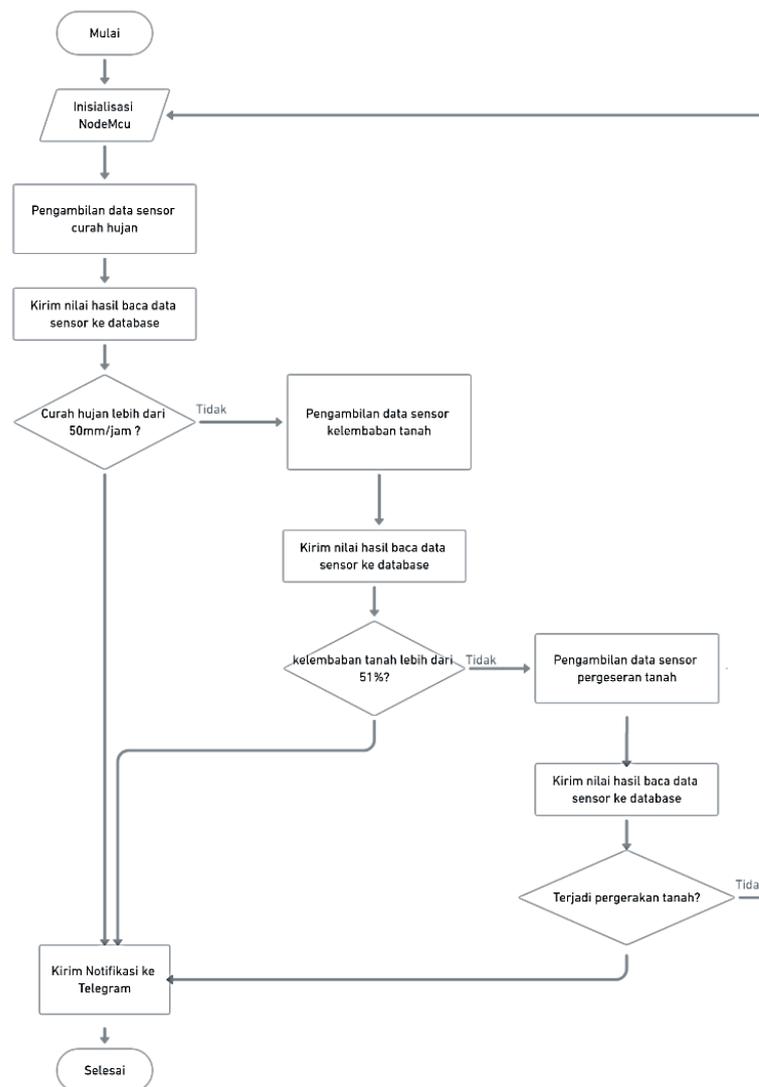
2.4. Skematik Rangkaian



Gambar 2. Skematik Rangkaian

2.5. Flowchart Sistem

Cara kerja alat dan aplikasi pada penelitian ini, pertama adalah inisialisasi NodeMcu, kemudian data pengukuran setiap sensor akan dikirimkan ke database dan ditampilkan ke website. Selanjutnya proses pengambilan data sensor curah hujan apakah pengukuran curah hujan telah mencapai 50mm/jam atau tidak. Proses pengambilan data sensor kelembaban tanah apakah pengukuran kelembaban tanah telah mencapai lebih dari 51% atau tidak. Proses pengambilan data sensor pergerakan tanah apakah terdeteksi tanah bergerak atau tidak. Langkah selanjutnya apabila semua sensor atau salah satu sensor mendeteksi indikator pendeteksinya maka node mcu akan mengirim pesan peringatan lewat Telegram.



Gambar 3. Flowchart Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Realisasi Aplikasi

Pada penelitian ini dilakukan pengujian nilai intensitas curah hujan, nilai kelembaban tanah, nilai pergeseran tanah, monitoring melalui website, dan notifikasi peringatan yang akan dikirimkan ke aplikasi telegram.

3.1.1. Pengujian sistem monitoring dengan status aman

Pengujian ini dilakukan untuk mensimulasikan status aman dengan kondisi curah hujan kurang dari 50mm/jam, kelembaban tanah kurang dari 51%, dan kondisi tanah diam. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan kondisi tidak hujan, tanah kering dan diam. Pada gambar 4. merupakan gambar ketika prototype dalam kondisi aman dan tampilan pada website.



Gambar 4. Kondisi Aman dan Tampilan pada Website

Tabel 1. Hasil Pengujian Status Aman

No	Curah Hujan	Kelembaban Tanah	Pergeseran Tanah	Kondisi	Waktu Respon	Keterangan
1	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
2	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
3	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
4	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
5	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
6	0	18.91%	Diam	Aman	3 Detik	Berhasil
7	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
8	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil
9	0	18.77%	Diam	Aman	3 Detik	Berhasil
10	0	18.77%	Diam	Aman	2 Detik	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa sistem dapat mengidentifikasi status aman dengan persentase keberhasilan 100% dengan rata-rata waktu respon adalah 2 detik.

3.1.2. Pengujian sistem status bahaya dengan curah hujan lebih dari 50mm/jam.

Pengujian ini dilakukan untuk mensimulasikan status bahaya dengan kondisi intensitas curah hujan lebih dari 50mm/jam, kelembaban tanah kurang dari 51%, dan kondisi tanah diam. Pengambilan data dilakukan simulasi dengan menyiramkan air ke prototype longsor yang telah dibuat dan pengambilan data sebanyak 10 kali.



(a)



(b)

Gambar 5. (a). Pengujian status bahaya pada kondisi curah hujan lebih dari 50mm/jam. (b). Tampilan kondisi bahaya pada website dan notifikasi aplikasi Telegram

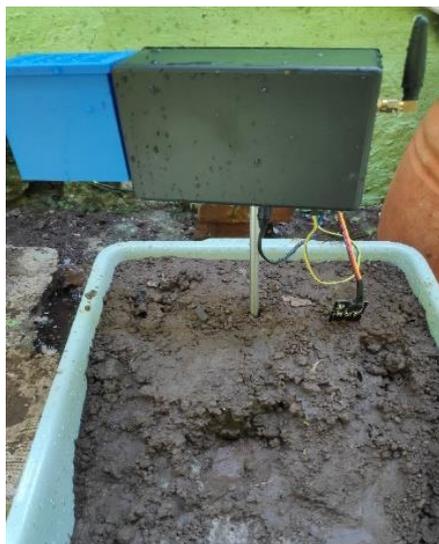
Tabel 2. Hasil pengujian posisi curah hujan tinggi

No	Curah Hujan	Kelembaban Tanah	Pergeseran Tanah	Kondisi	Waktu Respon	Keterangan
1	55	19.63%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
2	55	19.65%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
3	55	19.65%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
4	55	19.65%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
5	55	19.64%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
6	55	19.64%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
7	55	19.64%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
8	55	19.65%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
9	55	19.64%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
10	55	19.64%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa sistem dapat mengidentifikasi status bahaya dengan persentase keberhasilan 100%, dan rata-rata waktu respon adalah 4 detik.

3.1.3. Pengujian sistem status bahaya dengan kelembaban tanah lebih dari 51%

Pengujian ini dilakukan untuk mensimulasikan status bahaya dengan kondisi intensitas curah hujan kurang dari 50mm/jam, kelembaban tanah lebih dari 51%, dan kondisi tanah diam. Pengambilan data ini dilakukan simulasi dengan menyiramkan air ke media tanah yang telah dibuat dan pengambilan data diambil sebanyak 10 kali.



(a)



(b)

Gambar 6. (a). Pengujian sistem status bahaya pada kondisi kelembaban tanah > 51%.
 (b). Tampilan kondisi bahaya pada Website dan notifikasi aplikasi Telegram.

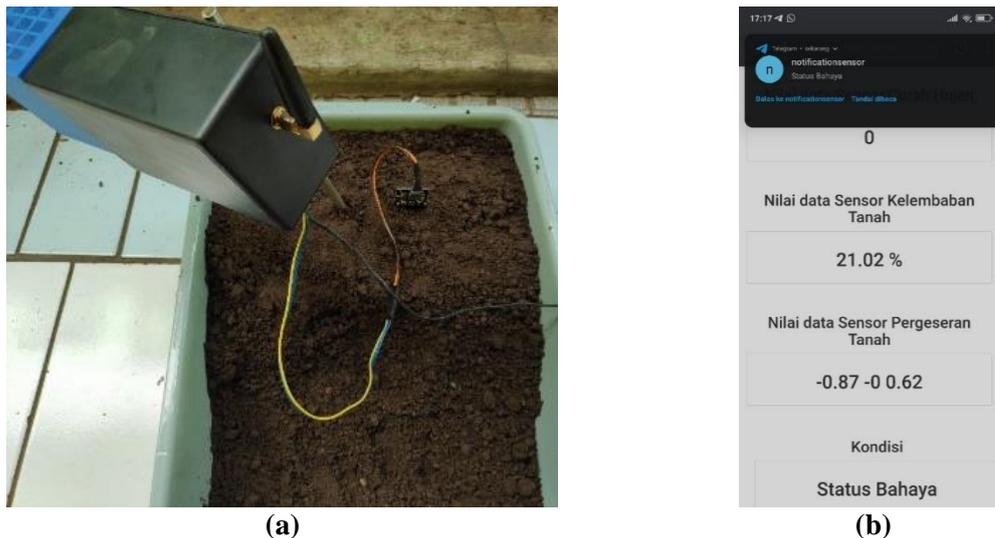
Tabel 3. Hasil pengujian posisi kelembaban tanah tinggi

No	Curah Hujan	Kelembaban Tanah	Pergeseran Tanah	Kondisi	Waktu Respon	Keterangan
1	0	51.30%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
2	0	51.36%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
3	0	51.42%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
4	0	51.42%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
5	0	51.42%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
6	0	51.40%	Diam	Bahaya	3 Detik	Berhasil
7	0	51.40%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
8	0	51.36%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
9	0	51.36%	Diam	Bahaya	4 Detik	Berhasil
10	0	51.36%	Diam	Bahaya	3 Detik	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi status bahaya dengan persentase keberhasilan 100% dengan rata-rata waktu respon adalah 4 detik.

3.1.4. Pengujian sistem status bahaya dengan posisi tanah bergerak ke kiri

Pengujian ini dilakukan untuk mensimulasikan status bahaya dengan kondisi intensitas curah hujan kurang dari 50mm/jam, kelembaban tanah kurang dari 51%, dan kondisi tanah bergeser ke arah kiri. Pengambilan data ini dilakukan simulasi dengan menggerakkan media tanah prototype longsor yang telah dibuat dan pengambilan data diambil sebanyak 10 kali.



Gambar 7. (a) Pengujian status bahaya pada kondisi tanah bergerak, (b) Tampilan kondisi bahaya pada website dan notifikasi Telegram

Tabel 4. Hasil pengujian posisi tanah bergerak

No	Curah Hujan	Kelembaban Tanah	Pergeseran Tanah	Kondisi	Waktu Respon	Keterangan
1	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
2	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
3	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
4	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
5	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
6	0	21.03%	Bergerak	Bahaya	3 Detik	Berhasil
7	0	21.02%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
8	0	21.03%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
9	0	21.03%	Bergerak	Bahaya	4 Detik	Berhasil
10	0	21.03%	Bergerak	Bahaya	3 Detik	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa sistem dapat mengidentifikasi status bahaya dengan persentase keberhasilan 100% dan rata-rata waktu respon adalah 4 detik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh bahwa alat sistem peringatan dini bencana longsor berhasil berfungsi sehingga mampu mengetahui tanda-tanda akan terjadinya bencana longsor. Sistem dari alat yang dirancang memiliki fungsi sebagai berikut untuk melakukan monitoring kondisi curah hujan, kelembaban tanah, pergeseran tanah, dan kondisi ke dalam website. Jika salah satu sensor terdeteksi maka akan mengirimkan notifikasi berupa pesan peringatan ke telegram dengan waktu tunda empat detik dan pergantian nilai curah hujan selama satu jam. Alat sistem peringatan dini bencana longsor bekerja pada saat salah satu sensor memenuhi nilai dengan tanda-tanda hujan deras dengan curah hujan lebih dari 50mm/jam; tanah

basah dengan kelembaban tanah lebih dari 51%; Tanah bergerak ketika sumbu Ax, Ay, dan Az berubah dengan nilai minimal pergeseran sebesar 15%.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut, dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama yang baik dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Bitar, "Pengertian Hujan – Proses, Siklus, Manfaat, Alat, Jenis, Ombrometer, Radar Cuaca, Mahluk Hidup," Guru Pendidikan, 14 September 2021. [Online]. Available: <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-hujan/>. [Accessed 6 October 2020].
- [2] B. N. P. Bencana, "Geoportal data bencana di Indonesia," [Online]. Available: <https://gis.bnpb.go.id/>. [Accessed 20 October 2020].
- [3] O. Oktaviani, B. Rahmadya and R. E. Putri, "Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android," 2018.
- [4] Hasnawir, "Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal Di Sulawesi Selatan," *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2012.
- [5] C. L. Safaringga, "Prototyping Pendeteksi Aliran Air Otomatis Pada Pompa Menggunakan Bluetooth Berbasis Arduino Uno," 2019.
- [6] M. Syahbeni, "Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh," *Rancang Bangun Pendeteksi Curah Hujan Menggunakan Tipping Bucket Rain Sensor dan Arduino Uno*, 2018.
- [7] Algorista, "Sensor Kelembaban Tanah atau Soil Moisture," Algorista, Friday January 2020. [Online]. Available: <http://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>. [Accessed Monday November 2020].
- [8] O. O. Artha, *Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android*, 2018.
- [9] A. Fatoni, "Pengertian nodemcu," Kamis Juli 2020. [Online]. Available: <https://www.excellentcom.id/mengenal-platform-iot-nodemcu-board/#:~:text=NodeMCU%20adalah%20sebuah%20platform%20IoT,menggunakan%20bahasa%20pemrograman%20scripting%20Lua..> [Accessed 14 November 2020].