

## Implementation of system landslide disaster mitigation based internet of things

### Rancang bangun mitigasi bencana longsor berbasis internet of things

Rendi Sahila Tua<sup>1</sup>, Muchlis Abdul Muthalib<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Electrical Engineering, Malikussaleh University, Indonesia

\*Corresponding Author: Rendi.180150120@mhs.unimal.ac.id

#### ABSTRACT

Landslide mitigation tools are specifically made to detect angular slopes in the ground. This tool is a series of simple tools that utilizes an ESP32 microcontroller and real-time monitoring media via smartphone. This landslide mitigation tool consists of a tool frame which is generally made of iron, a MPU6050 sensor and a controller box. The main power source for the tool comes from a battery with a capacity of 12 V 7A. This tool is equipped with other components such as LCD, MPU6050 sensor, relay and siren. The designed tool will be placed in areas where landslides often occur. The MPU6050 sensor plays a role in detecting slopes on the ground. When the sensor detects a predetermined tilt level, the sensor will send data to the microcontroller. The microcontroller will process the data and send notifications to the smartphone via the blynk application. Along with this, data will also be displayed on the LCD and the sirens will be active to provide an indication that a landslide will occur. Based on testing, the average notification display delay on the LCD is very small, namely 0.26s, while the average notification delay on smartphones via the blynk application is 0.30s. The percentage measurement error by the MPU6050 sensor is 1.2%.

**Keywords:** esp32, blynk, smartphone, MPU6050, microcontroller.

#### ABSTRAK

Alat mitigasi tanah longsor dibuat khusus untuk mendeteksi kemiringan sudut pada tanah. Alat ini merupakan rangkaian alat sederhana yang memanfaatkan mikrokontroler esp32 dan media monitoring secara realtime melalui smartphone. Alat mitigasi tanah longsor ini terdiri dari kerangka alat yang umumnya terbuat dari besi, sensor MPU6050 dan box kontroler. Sumber daya utama pada alat berasal dari baterai dengan kapasitas 12 V 7A. Alat ini dilengkapi dengan komponen lain seperti LCD, sensor MPU6050, relay dan sirine. Alat yang dirancang akan diletakkan pada area yang sering terjadi longsor. Sensor MPU6050 berperan untuk mendeteksi kemiringan pada tanah. Ketika sensor mendeteksi tingkat kemiringan yang sudah ditentukan, sensor akan mengirimkan data ke mikrokontroler. Mikrokontroler akan memproses data tersebut dan mengirimkan notifikasi pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi blynk. Bersamaan dengan hal tersebut, data juga akan ditampilkan ke LCD dan sirine akan aktif untuk memberikan indikasi akan terjadi tanah longsor. Berdasarkan pengujian rata-rata delay tampilan pemberitahuan pada LCD sangat kecil yaitu 0.26s, sedangkan rata-rata delay notifikasi pemberitahuan pada smartphone melalui aplikasi blynk adalah sebesar 0.30s. Presentase error pengukuran oleh sensor MPU6050 adalah sebesar 1.2%.

**Kata kunci:** esp32, blynk, smartphone, MPU6050, mikrokontroler.

Manuscript received 15 Jan. 2024, Accepted 29 May. 2024.

Journal Geuthee of Engineering and Energy is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



## 1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan proses berpindahnya tanah atau batuan dari satu tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah akibat dorongan air, angin, atau gaya gravitasi [1]. Pergerakannya dapat berjalan perlahan maupun spontan menuruni lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan atau penyusutan lereng yang dapat disebabkan oleh erosi, getaran, kenaikan kapasitas air dalam tanah, kemiringan lereng, curah hujan yang tinggi, dan penebangan liar tanpa melakukan reboisasi [2].

Faktor pemicu bencana ini adalah curah hujan, kemiringan lereng kadar air dan jenis tanah. Bencana tanah longsor sering terjadi di beberapa daerah di Indonesia, terutama di daerah perbukitan, lembah, dan gunung berapi. Berdasarkan peta zona kerentanan bencana tanah longsor menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, ada sekitar 918 daerah rawan longsor yang tersebar di Indonesia dengan jumlah daerah rawan longsor tertinggi 327 lokasi berada di Provinsi Jawa Tengah (PVMBG, 2006). BNPB juga mencatat bahwasanya terdapat 572 kejadian bencana tanah longsor di Indonesia sepanjang tahun 2020, terhitung sejak 1 Januari hingga 28 Desember 2020 [3].

Risiko jatuhnya korban jiwa yang lebih besar dapat dihindari melalui upaya mitigasi dengan memanfaatkan kemajuan teknologi. Adanya instrumen yang mampu mengukur parameter utama tanah longsor dapat dijadikan sebagai mitigasi dini. Berdasarkan aspek tersebut, penulis tertarik untuk membuat instrumen pendeteksi tanah longsor. Proyek akhir ini diusulkan berjudul "Rancang Bangun Mitigasi Bencana Longsor Berbasis Internet of Things". Alat ini menggunakan esp32 sebagai pengendali keseluruhan sistem. Ketika sistem mendeteksi longsor maka esp32 akan mengirimkan pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi blynk. Alat ini menggunakan metode resistifitas untuk mendeteksi adanya cracks pada tanah pada lokasi tertentu.

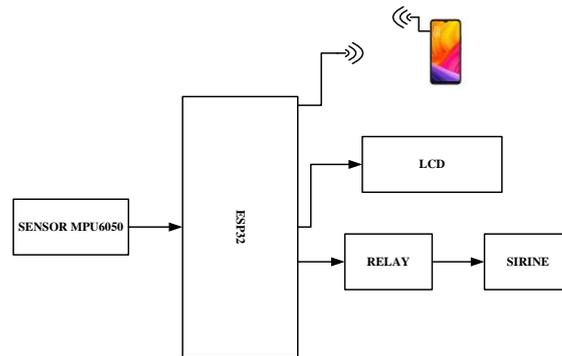
Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan terhadap sistem pendeteksi longsor. Penelitian oleh Fitriani, dkk membuat alat mitigasi longsor menggunakan sensor soil moisture dan potensiometer silinder. Pada penelitian yang akan penulis buat penulis menggunakan sensor yang berbeda yaitu sensor MPU6050 untuk mendeteksi kemiringan tanah, sehingga ketika sensor mendeteksi perubahan kemiringan yang signifikan sensor akan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler. Sandi dkk, membuat sistem pendeteksi tanah longsor sederhana. Penelitian ini memanfaatkan soil moisture sebagai pendeteksi kelembaban tanah dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi pergerakan tanah. Penelitian ini memanfaatkan kelembaban tanah untuk mendeteksi adanya longsor, Sedangkan penelitian penulis memanfaatkan nilai kemiringan (sudut) tanah untuk mendeteksi adanya longsor.

Kemudian penelitian Gita Okta Diana dan Wildan membuat sebuah sistem pendeteksi dini tanah longsor berbasis SMS. Metode yang digunakan adalah metode penginderaan berat dengan sistem sensor terdiri dari sensor jarak VL53L00X (objek pantul berupa cermin) dan pegas. Pada penelitian ini penulis membuat alat mitigasi dini berbasis IoT menggunakan metode resistivitas. Data pembacaan tanah longsor pada lokasi tertentu akan dikirimkan ke smartphone melalui aplikasi blynk.

## 2. METODELOGI PENELITIAN

### 2.1. Blok Diagram

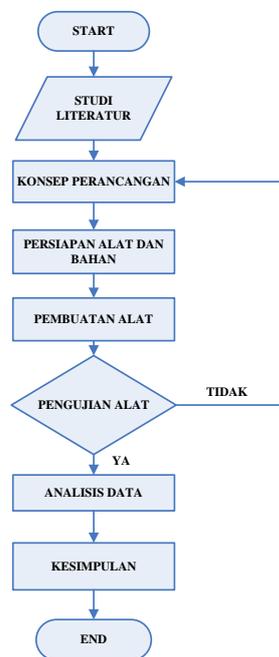
Perancangan mitigasi longsor berbasis internet of things ini memiliki perangkat keras yang mendukung dalam pengoperasiannya. Blok diagram dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram alat mitigasi longsor.

## 2.2. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir pada perancangan alat mitigasi tanah longsor.



Gambar 2, Diagram Alir Penelitian.

## 2.3. Prinsip Kerja Alat

Adapun modul yang dirancang dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah alat mitigasi tanah longsor berbasis internet of things. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler esp32 untuk mengendalikan keseluruhan sistem. Alat ini dilengkapi dengan komponen lain seperti LCD, sensor MPU6050, relay dan sirine. Alat yang dirancang akan diletakkan pada area yang sering terjadi longsor. Sensor MPU6050 berperan untuk mendeteksi kemiringan pada tanah. Ketika sensor mendeteksi tingkat kemiringan yang sudah ditentukan, sensor akan mengirimkan data ke mikrokontroler. Mikrokontroler akan memproses data tersebut dan mengirimkan notifikasi pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi blynk. Bersamaan dengan hal tersebut, data juga akan ditampilkan ke LCD dan sirine akan aktif untuk memberikan indikasi akan terjadi tanah longsor. Ketika nilai kemiringan  $4^\circ$  notifikasi peringatan "Bahaya Ringan" akan masuk ke blynk. Ketika nilai kemiringan  $10^\circ$  notifikasi peringatan "Bahaya Sedang" akan masuk ke blynk. Ketika nilai kemiringan  $20^\circ$  notifikasi peringatan "Tingkat waspada" akan masuk ke blynk. Pada saat nilai kemiringan tanah  $30^\circ$ , notifikasi "Tingkat bahaya" akan dikirimkan ke smartphone. Ketika nilai kemiringan tanah  $36^\circ$  notifikasi "Sangat Bahaya" akan dikirimkan ke smartphone. Sedangkan

ketika nilai kemiringan tanah  $<46^\circ$  peringatan "Potensi Longsor" akan muncul pada layar smartphone melalui aplikasi blynk.

#### 2.4. Spesifikasi Alat

Desain ukuran pada alat mitigasi tanah longsor berbasis internet of things secara umum adalah sebagai berikut:

1. Panjang : 30 cm
2. Lebar : 30 cm
3. Tinggi : 100 cm

#### 2.5. Tahapan Perancangan

Tahap perancangan terdiri atas perancangan mekanik dan perancangan program. Pada perancangan mekanik dilakukan pembuatan kerangka alat. Kerangka alat mitigasi longsor ini dibuat menggunakan besi hollow serta dilengkapi dengan modul GPS yang digunakan untuk mendeteksi lokasi longsor. Perancangan program meliputi tahapan pembuatan program menggunakan bahasa C melalui aplikasi arduino ide, perancangan rangkaian elektronik dan proses upload program.

#### 2.6. Perancangan Kebutuhan Sistem

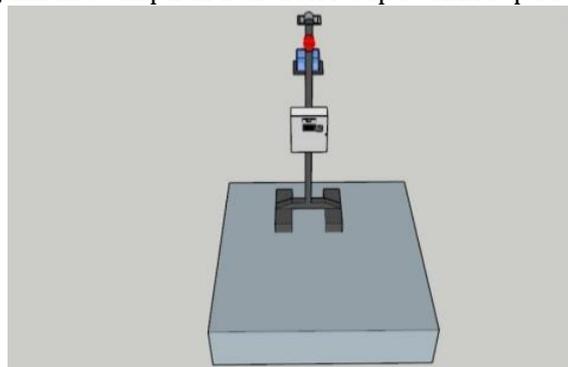
Sebelum menentukan kapasitas baterai yang akan digunakan pada perancangan alat ini, maka terlebih dahulu perlu dilakukan pendataan kebutuhan daya listrik. Rumus yang digunakan untuk mencari total beban pemakaian per hari adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Beban pemakaian} = \text{daya} \times \text{lama waktu pemakaian}$$

#### 2.7. Perancangan dan Pembuatan Mekanik

Berikut adalah desain 3D yang akan dibangun sebagai gambaran dalam pembuatan alat mitigasi tanah longsor secara real. Desain 3D dapat dilihat pada Gambar 10.

Pada saat membentuk sebuah karakter yang diinginkan, maka gelombang cahaya yang dipantulkan tidak dapat menembus lapisan molekul yang sudah menyesuaikan serta segmen yang aktif terlihat gelap, sebagaimana tampilan LCD 20x4 dapat dilihat pada Gambar 7.

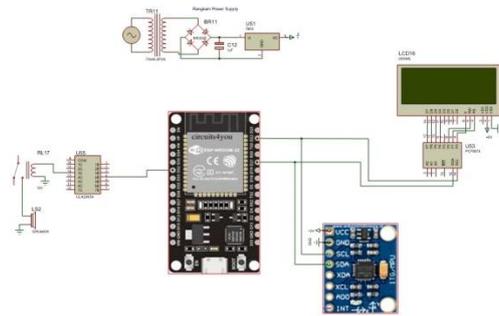


Gambar 3, Desain keseluruhan alat.

#### 2.8. Perancangan Komponen Elektronik

Alat mitigasi bencana longsor berbasis internet of things ini bekerja berdasarkan pemrograman pada mikrokontroler ESP32. Dalam perancangan alat ini, dibuatlah skematik untuk menghubungkan sensor MPU5060 sebagai input ke ESP32, LCD dan sirine sebagai output. Selain itu alat ini memanfaatkan transmitter dan receiver bawaan ESP32 pada proses pengiriman data ke smartphone. ESP32 memiliki beberapa pin out yang terdiri dari 18 pin ADC (Analog Digital Converter) yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke digital, 2 pin DAC (Digital Analog Converter) yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital ke analog, 16 pin PWM (Pulse Width Modulation), 10 pin sensor sentuh, 2 pin jalur antarmuka UART, serta pin antarmuka I2C, I2S, dan

SPI. Rangkaian skematik keseluruhan pada alat mitigasi bencana longso dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 4, Rangkaian skematik keseluruhan

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk membuktikan kebenaran dari program yang telah dibuat. Pengujian tersebut membutuhkan pengecekan kebenaran terhadap setiap peralatan yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 dan dibutuhkan pengujian pada setiap blok komponen yang digunakan sehingga akan didapatkan hasil yang diinginkan. Dengan demikian dapat disimpulkan apakah program yang telah dirancang sudah dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh. Blok rangkaian elektronika yang terdapat pada perancangan alat yang akan di uji dan di analisa yaitu:

- a. Pengujian tegangan komponen elektronik
- b. Pengujian keakuratan sensor
- c. Pengujian delay pemberitahuan pada aplikasi blynk dan LCD
- d. Pengujian program.

#### 3.2. Hasil Rancangan Alat Mitigasi Tanah Longsor Berbasis Internet Of Things

Alat mitigasi tanah longsor dibuat khusus untuk mendeteksi kemiringan sudut pada tanah. Alat ini merupakan rangkaian alat sederhana yang memanfaatkan mikrokontroler esp32 dan media monitoring secara realtime melalui smartphone. Alat mitigasi tanah longsor ini terdiri dari kerangka alat yang umumnya terbuat dari besi, sensor mpu6050 dan box kontroler. Sumber daya utama pada alat berasal dari baterai dengan kapasitas 12 V 7A. Adapun hasil rancangan alat mitigasi tanah longsor secara real dapat dilihat pada Gambar 12.



Figure 5. Desain real alat mitigasi longsor

### 3.3. Pengujian Tegangan Kerja Komponen Elektronik

Adapun tegangan kerja komponen elektronik ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan kerja komponen elektronik alat mitigasi tanah longsor

Perangkat Elektronik	Tegangan Input
Baterai	12.30 AC
Modul step down	12.30
Esp32	5.07 V DC
Relay	5.01
LCD	5.10 DC
Sensor MPU6050	5.01

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa tegangan input setiap perangkat elektronik diberikan sesuai dengan tegangan pada data sheet masing-masing perangkat elektronik.

### 3.4. Pengujian Delay Tampilan Pembacaan Kemiringan Sudut Pada Tanah

Sensor mpu6050 akan mendeteksi kemiringan sudut. Data kemiringan sudut ini akan ditampilkan ke LCD dan smartphone melalui aplikasi blynk. Delay tampilan pembacaan kemiringan sudut pada LCD dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Delay tampilan pembacaan kemiringan sudut pada LCD

No	Sudut kemiringan (°)	Delay (s)	Keterangan
1.	0.00	0.00	-
2.	1.80	0.24	Potensi bahaya ringan
3.	3.10	0.20	Potensi bahaya ringan
4.	4.11	0.11	Potensi bahaya ringan
5.	5.80	0.32	Potensi bahaya sedang
6.	6.30	0.12	Potensi bahaya sedang
7.	7.11	0.17	Potensi bahaya sedang
8.	10.09	0.21	Potensi bahaya sedang
9.	11.80	0.54	Waspada
10.	12.73	0.56	Waspada
11.	15.01	0.47	Waspada
12.	18.13	0.6	Waspada
13.	20.21	0.43	Waspada
Rata-rata delay : 0.26 s			

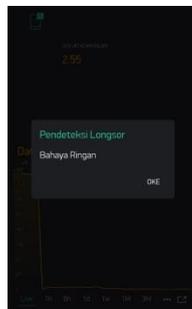
Berdasarkan data pada tabel 2 diketahui bahwa rata-rata delay tampilan pemberitahuan pada LCD sangat kecil yaitu 0.26s . Untuk melihat perbandingan delay pada tampilan LCD dan smartphone melalui aplikasi blynk maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian delay notifikasi pemberitahuan pada aplikasi blynk dapat dilihat pada tabel 3

Table 3. Delay tampilan pembacaan kemiringan sudut pada aplikasi blynk

No	Sudut kemiringan (°)	Delay (s)	Keterangan
1.	0.00	0.00	-
2.	1.80	0.18	Potensi bahaya ringan
3.	3.10	0.27	Potensi bahaya ringan
4.	4.11	0.27	Potensi bahaya ringan
5.	5.80	0.32	Potensi bahaya sedang
6.	6.30	0.21	Potensi bahaya sedang
7.	7.11	0.11	Potensi bahaya sedang
8.	10.09	0.8	Potensi bahaya sedang
9.	11.80	0.40	Waspada
10.	12.73	0.43	Waspada
11.	15.01	0.27	Waspada
12.	18.13	0.16	Waspada
13.	20.21	0.47	Waspada

Rata-rata delay : 0.30 s

Rata-rata delay notifikasi pemberitahuan pada smartphone melalui aplikasi blynk adalah sebesar 0.30s. melalui perbandingan pada Tabel 2 dan 3 diketahui bahwa delay pada aplikasi blynk lebih besar dari delay tampilan LCD. Hal ini masih bisa dimaklumi mengingat aplikasi blynk perlu jaringan data yang stabil.. Adapun tampilan notifikasi pada aplikasi blynk adalah sebagai berikut.



Gambar 5, Tampilan notifikasi pada aplikasi blynk

### 3.5. Pengujian Perbandingan Keakuratan Sensor MPU6050 Dan Busur

Data perbandingan derajat kemiringan pada alat mitigasi tanah longsor dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4. Perbandingan derajat kemiringan tanah pada alat mitigasi tanah longsor

No	Derajat kemiringan (°)		Error (%)
	Sensor MPU6050	Busur	
1.	5.10	5.00	1.9
2.	8.30	8.00	3.6
3.	10.5	10.00	4.7
4.	30.00	30.00	0
5.	45.20	45.00	0.4
6.	63.00	63.00	0
7.	77.12	77.00	0.1
8.	89.20	89.00	0.2

9. 90.10 90 0.1  
 Rata-rata error : 1.2 %

Tujuan dari perhitungan presentase error adalah untuk mengukur seberapa dekat nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya (real). Berdasarkan data pada Tabel 4.2 diketahui bahwa presentase error pengukuran oleh sensor MPU6050 adalah sebesar 1.2%.

**3.6. Pengujian Ketahanan Baterai Pada Alat Mitigasi Longsor**

Data pengujian alat dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5. Data pengujian alat.

Daya (watt)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
6.36	12	0.53

Ketahanan baterai pada saat pengujian berdasarkan perhitungan adalah sebagai berikut.

$$P = V \cdot I$$

$$I = P/V$$

Dimana I adalah kuat arus (Ampere), P adalah daya (Watt) dan V adalah tegangan (Volt). Pada pengujian diatas, besarnya daya yang terukur adalah 6.36 watt, tegangan terukur adalah 12volt dan kuat arus yang terukur adalah 0,53 A. Berdasarkan perhitungan, besar kuat arus adalah sebagai berikut.

$$I = P/V$$

$$I = 6.36W / (12 V)$$

$$I = 0,53 A$$

Kuat arus yang terukur pada alat ukur maupun berdasarkan perhitungan menunjukkan nilai yang sama. Hal ini menandakan bahwa tidak terjadi error pada alat ukur. Baterai yang digunakan pada alat ini ialah baterai dengan spesifikasi 12V/7.2 Ah. Dengan demikian dapat diketahui berapa lama ketahanan baterai yaitu sebagai berikut.

$$\text{Waktu pemakaian} = 7.2Ah (0,53 A)$$

$$= 1.36 \text{ hours}$$

$$= 1.36 \text{ jam (1 jam 21 menit 36 detik)}$$

Dengan dieffisiensi baterai 20% maka waktu pemakaian akan berkurang sebanyak 20% sebagai berikut.

$$\text{Waktu pemakaian} = 1.36 \text{ jam} - \text{dieffisiensi } 20\%$$

$$= 1.36 \text{ jam} - 0.27 \text{ jam}$$

$$= 1.09 \text{ jam (1 jam 5 menit 24 detik)}$$

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa energi baterai dengan kapasitas 12V 7.2Ah mampu digunakan selama 1.09 jam (1 jam 5 menit 24 detik).

**3.4. Pengujian Program**

Hasil pengujian perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 14 berikut ini.



Gambar 6, Pengujian running program.

Berdasarkan running program diketahui bahwa program yang telah dirancang sudah sesuai dengan yang diinginkan dan tidak ada kesalahan (error). Pemrograman pada alat ini menggunakan bahasa C melalui aplikasi arduino ide.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat yaitu Rancang Bangun Mitigasi Tanah Longsor Berbasis Internet Of Things dapat disimpulkan bahwa sistem alat mitigasi tanah longsor berbasis internet of things dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang telah dirancang serta didapatkan bahwa rata-rata delay tampilan pemberitahuan pada LCD sangat kecil yaitu 0.26s, sedangkan rata-rata delay notifikasi pemberitahuan pada smartphone melalui aplikasi blynk adalah sebesar 0.30s. Disamping itu, nilai error pengukuran oleh sensor MPU6050 adalah sebesar 1.2%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Risdiyanto. 2016. "Mitigasi bencana tanah longsor Untuk Membantu Kewaspadaan dini pada daerah dataran Tinggi". Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. No. 1 Bandar Lampung 35145.
- [2] Parwati (2018). "Keunggulan Sensor MPU6050 Dalam Perancangan Komponen Elektronik". Jurnal Electro National Conference.
- [3] Arifin, 2020. "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Sederhana Berbasis Sensor Soil Moisture dan Sensor Ultrasonik". Jurnal Prosiding SKF. Mataram, Indonesia.
- [4] Fitriani, dkk. 2018. "Alat Mitigasi Longsor Menggunakan Sensor Soil Moisture Dan Potensiometer Silinder". Jurnal teknik elektro Vol 2 (3): 28-33.
- [5] Sandi, dkk. 2016. "Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Sederhana". Jurnal Techno-Socio Ekonomika, Vol. 13(1).
- [6] Diana, okta dita, dkk. 2019. "Rancang Bangun Sistem Pendeteksian Dini Tanah Longsor Berbasis SMS". Jurnal Fisika Unand Vol. 8(1) : 20-25.
- [7] Risdiyanto, I. 2016. Identifikasi Daerah Rawan Longsor: Researchgate, (<https://www.researchgate.net/publication/305560255>). Diakses tanggal 24 September 2022.
- [8] Hartono, (2002) "All Datasheet". (online) tersedia : [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mega2560%20datasheet&gclid=EA1aIQobChMli\\_OPs8Kb8gIVNgwGAB04IAhGEAAYASAAEgKF3\\_D\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mega2560%20datasheet&gclid=EA1aIQobChMli_OPs8Kb8gIVNgwGAB04IAhGEAAYASAAEgKF3_D_BwE)
- [9] Een Sutra, (2013) "Prinsip Kerja Relay". (online) Tersedia : <https://listrik-praktis.com/storage/73/68247071/68247071.pdf> diakses 20 September 2022.