

# PERANCANGAN PROTOTIPE SISTEM PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR BERBASIS INTERNET OF THINGS

## Prototype Design of Warning System For Landslide Based On Internet Of Things

Syahdan Mujahid<sup>1</sup>, Budhi Irawan, Casi Setianingsih

<sup>1</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>syahdanmujahid@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>budhiirawan@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>setiacasie@telkomuniversity.ac.id

### ABSTRAK

Bencana tanah longsor adalah salah satu bencana yang memakan banyak korban jiwa dan material, khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, perlu diciptakan alat deteksi dini. Penyebab tanah longsor yaitu adanya pergeseran tanah, kelembapan tanah yang mempengaruhi kondisi tanah dan getaran dengan satuan Magnitudo. Untuk mengukur parameter tersebut, digunakan sebuah sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terhubung dengan berbagai macam sensor. Sensor yang digunakan antara lain yaitu MPU 6050 untuk membaca kemiringan lereng dan untuk getaran serta Soil Moisture untuk kelembapan tanah.

Sensor MPU6050 memiliki nilai error rata-rata 0,3472% pada sumbu X dan pada sumbu Y memiliki nilai error 1,069 %. Sensor MPU6050 untuk membaca getaran paling besar nilai akselerasinya yaitu 0,28 dan yang terakhir sensor soil moisture YL-69 memiliki nilai error rata-rata 18,733%

**Kata Kunci : IoT, Tanah Longsor, MPU 6050, Soil Moisture**

### ABSTRACT

*A landslide disaster is one of the disasters that has claimed many lives and material losses, especially in Indonesia. Therefore, an early detection tool needs to be created. The cause of landslides is the shifting of the soil, soil moisture that affects soil conditions and vibration with a magnitude unit. To measure these parameters, an Internet of Things (IoT) based system is used which is connected to various sensors. The sensors used include the MPU 6050 for reading slopes and for vibrations and Soil Moisture for soil moisture.*

*MPU6050 sensor has an average error value of 0.3472% on the X axis and on the Y axis has an error value of 1.069%. MPU6050 sensor to read the greatest vibration the acceleration value is 0.28 and finally the soil moisture sensor YL-69 has an average error value of 18.733%*

**Keywords: IoT, landslide disaster, MPU 6050, Soil Moisture**

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dari Sabang sampai Merauke dan di tiap daerah karakteristik geografisnya berbeda-beda dengan keadaan ini masalah yang dihadapi Indonesia yaitu penanggulangan bencana alam salah satunya bencana longsor. Pada tahun 2019 menurut BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) mencatat, sudah terjadi 355 bencana tanah longsor di Indonesia yang menimbulkan banyak korban jiwa, rusaknya rumah penduduk dan fasilitas umum [1].

Menurut data di atas, dapat disimpulkan bahwa dampak bencana longsor menimbulkan banyak kerugian. Untuk mengatasi dampak tersebut diperlukan sistem peringatan dini tanah longsor agar masyarakat dapat mengetahui tanda-tanda terjadi tanah longsor dan mendapatkan peringatan bahaya tanah longsor. Dengan adanya alat pendeteksi dini bencana tanah longsor, bencana tanah longsor dapat diantisipasi dan masyarakat lebih siap untuk menghadapi tanah longsor dan mengurangi dampak kerugian dari tanah longsor.

Pada penelitian sebelumnya sudah telah dirancang sistem peringatan dini tanah longsor menggunakan sensor *accelerometer* dan sensor kelembapan tanah berbasis android. Namun dalam

alat ini memiliki kekurangan yaitu tidak adanya parameter untuk membaca kemiringan lereng, dialat tersebut hanya membaca adanya pergerakan tanah atau tidak [2]. Parameter kemiringan lereng diperlukan dikarenakan penyebab terjadinya tanah longsor diakibatkan oleh kemiringan lereng, semakin curam kemiringan lereng berpotensi terjadinya bencana tanah longsor.

Untuk itu, didalam penelitian ini membuat sistem peringatan dini tanah longsor. Nilai dari suatu sensor akan dikirimkan ke Antares lalu diolah menggunakan *Artificial Intelligence* yang untuk mengambil kesimpulan akan terjadinya bencana longsor dan IoT (*Internet Of Things*) untuk mempermudah pemantauan alat ini.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Tanah Longsor

Di dunia ini bencana tanah longsor sering terjadi yang di daerah perbukitan atau pegunungan seperti di Indonesia, Jepang, China, Norwegia, Swiss, Yugoslavia dan lain-lainnya, dan merupakan permasalahan yang serius yang harus ditangani. Gerakan massa (*mass movement*) tanah atau batuan pada bidang longsor potensial disebut dengan longsor. Gerakan massa merupakan gerakan dari massa tanah yang besar di sepanjang bidang longsor kritisnya. Dikatakan tanah longsor (*landslide*) apabila gerakan massa tanah tersebut sangat berlebihan yang dapat melorot ke bawah dari material pembentuk berupa tanah, batu, tanah timbunan atau campuran dari material lain. Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng dan di daerah tropis basah [3].

Gerakan massa dapat menimbulkan dampak secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban manusia, tetapi juga kerusakan yang bersifat tidak langsung yang dapat melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi yang daerah terkena bencana tanah longsor. Selain itu, bencana alam gerakan massa tersebut cenderung semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia. Penyebab Longsor antara lain :

- Penambahan Beban, Penggalian, Erosi Kaki Lereng

Banyak terjadinya longsor dikarenakan adanya penggalian lereng untuk pembangunan jalan raya, jalan rel kereta api, perumahan, penggalian dasar sungai (diambil pasir atau batunya), dan longsor pada galian tempat pengambilan tanah dan galian tambang. Di puncak lereng didirikan bangunan berat juga dapat menyebabkan longsor dan longsor dapat terjadi di daerah longsor lama dengan hanya disebabkan oleh gangguan kecil stabilitas lerengnya [3].

Erosi atau penggalian tanah di bagian kaki lereng oleh akibat aliran air sungai dapat menyebabkan longsor pada lereng tanah berlempung. Erosi dasar di kaki lereng menyebabkan kemiringan lereng menjadi lebih besar dan tinggi lereng menjadi bertambah, dan berdampak lereng menjadi tidak stabil [3]

- Pembekuan dan Pencairan ES

Longsor lereng terjadi sesudah atau selama hujan lebat atau hujan yang berkepanjangan yang mengakibatkan kadar air bertambah, maka kuat turunan. Air yang berinfiltrasi ke dalam tanah, kecuali mengurangi kuat geser tanah juga menambah berat sendiri tanah pembentuk lereng, kombinasi keduanya sering menjadi sebab terjadinya longsor lereng [3].

- Gempa Bumi atau Getaran

Gempa bumi atau getaran dapat mengakibatkan terjadinya longsor yang ditimbulkan oleh akibat pemancangan tiang atau peledakan batuan. Getaran akibat gempa dapat mengakibatkan likuifikasi (*liquefaction*) pasir halus tidak padat atau lanau yang terendam air tanah. Selain itu, berkurangnya kuat geser diakibatkan oleh getaran pada beberapa lempung sensitif [3]

### 2.2 Internet of Things

*Internet of Things* atau disingkat dengan IoT merupakan suatu konsep yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer [5][4].

### 2.3 LoRa (Long Range)

*Long Range* atau biasa disebut LoRa merupakan sebuah *Connectivity*. LoRaWAN yaitu protokol jaringan low power, wide area atau biasa disingkat (LPWA). LoRa bersifat *Low Power* karena menggunakan frekuensi yang rendah. LoRa LPWA dirancang untuk *Internet of Things* karena

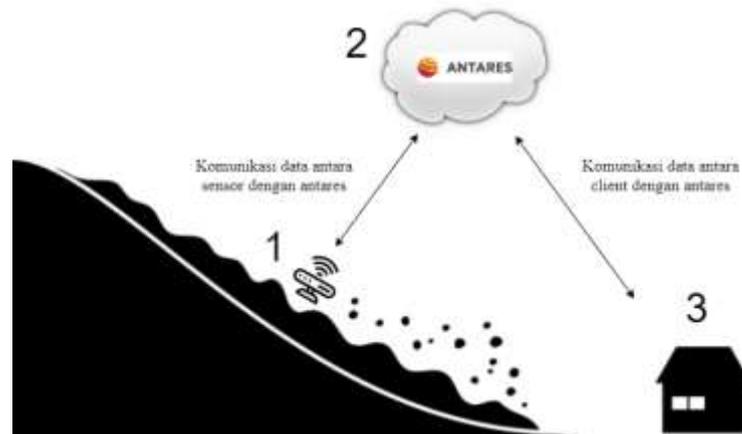
menghubungkan suatu device secara nirkabel ke internet di jaringan regional, nasional atau global [5].

#### 2.4 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16.[6]

### 3. Pembahasan

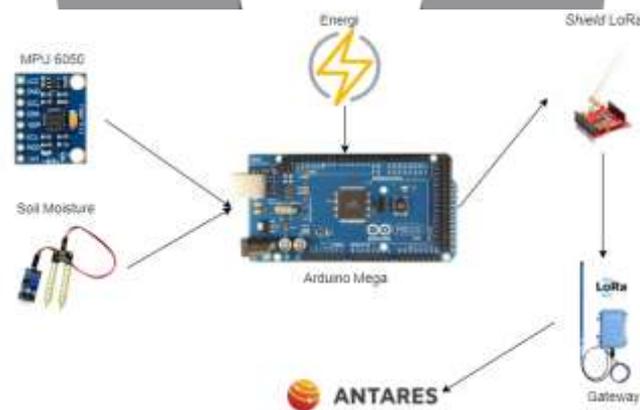
#### 3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 1. gambaran umum sistem

Pada Gambar 1 gambaran umum sistem yang dibuat. Pada Gambar 3.1 akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor akan mengambil data berupa kemiringan sudut lereng, getaran dan kadar air yang lalu dikirimkan ke Antares.
2. Antares menyimpan data dari sensor yang sebelumnya telah dikirim lalu dikirimkan ke client untuk diprediksi.
3. client menerima data dari Antares lalu melakukan prediksi dan hasil prediksi di beritahukan ke masyarakat.



Gambar 2. Sensor Device

Seperti pada gambar 2 Sensor *device* yang akan dibuat terdiri dari 2 buah. Setiap *device* terdiri dari sensor accelerometer dan gyroscope atau MPU 6050 untuk membaca kemiringan sudut serta getaran. Sensor soil moisture untuk mengukur kadar air tanah atau kelembaban tanah.

Sensor akan dikontrol oleh Arduino untuk memproses data yang diperoleh dari sensor, setelah data terkumpul akan dilakukan proses pengiriman data secara nirkabel melalui LoRa dengan menggunakan jaringan internet. Data akan dikirimkan ke server Antares.

### 3.2 Perancangan Sistem

#### 3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Keras salah satu langkah awal pembuatan sensor agar sensor dapat membaca nilai atau data yang di dapatkan.

##### 1. Pemasangan sensor *device*.

Pada proses ini sensor yang akan digunakan yaitu *Accelerometer* dan *Gyroscope* MPU 6050 . Sensor ini memiliki delapan pin yaitu pin *vcc*, *ground*, *scl*, *sda*, *xda*, *xcl*, *ado*, dan *int*. *Vcc* di hubungkan ke pin *vcc* 5v, *pin scl* akan dihubungkan ke pin *scl* ada Arduino, *pin sda* akan dihubungkan ke *pin sda* pada Arduino dan yang terakhir *pin ground* dihubungkan ke *pin ground* Arduino.

Sensor MPU6050 berfungsi untuk membaca kemiringan sudut dalam satuan derajat dan dapat mengukur getaran dalam nilai akselerasi. Dari hasil sensor tersebut dapat dijadikan parameter terjadinya tanah longsor. Selanjutnya sensor kedua yaitu soil moisture yang dapat mengeluarkan kelembaban tanah dengan satuan persen. Sensor ini terdiri dari empat pin meliputi pin *digital*, *analog*, *vcc*, dan *ground*. Pin yang digunakan pada sensor ini terdiri dari tiga pin yaitu pin *vcc*, *ground* dan analog. *Vcc* akan dihubungkan pada sumber tegangan Arduino 5v, *ground* ke *ground* Arduino dan pin analog akan dihubungkan ke pin analog nol (A0) pada Arduino.

##### 2. Pembacaan data

Sensor akan membaca data sesuai dengan fungsinya. Sensor Accelerometer dan Gyroscope membaca data kemiringan lereng dan getaran sedangkan sensor kadar air tanah mengukur kadar air di dalam tanah atau kelembaban tanah. Setelah data telah dibaca oleh sensor maka data tersebut dikirimkan ke platform Antares menggunakan jaringan *LoRa*.

##### 3. Kirim data

Data yang dikirimkan meliputi dari tiga data dalam bentuk string ke *platform* Antares. Data yang dikirim berupa sudut kemiringan dalam satuan derajat, kelembaban dengan satuan persen dan getaran dalam satuan nilai akselerasi (g).

##### 4. Data ke *database*



Gambar 3 data sampai di antares

Pada Gambar 3 data sensor telah sampai ke platform Antares berupa data kemiringan sudut x dan sudut y dengan satuan derajat ( $^{\circ}$ ), kadar air dengan satuan persen (%) dan getaran dengan satuan akselerasi (g).

### 3.3 Parameter Input

Parameter yang akan digunakan terdiri dari 3 yaitu :

1. Kemiringan Lereng.  
Untuk mengukur kemiringan lereng menggunakan sensor MPU6050 dengan satuan derajat ( $^{\circ}$ ).
2. Getaran  
Untuk mengukur getaran menggunakan sensor MPU6050 dengan satuan akselerasi (g).
3. Kelembaban Tanah  
Untuk mengukur kelembaban tanah menggunakan sensor Soil Moisture dengan satuan persen (%).

### 4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat berjalan sesuai dengan tujuan awal. Pengujian berupa pengujian sensor kelembaban, sensor kemiringan, sensor getaran dan simulasi tanah longsor.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembaban

Pengujian	Massa Tanah Kering (gram)	Penambahan Air (mL)	Massa Tanah Basah (gram)	Perhitungan Manual (%)	Hasil Sensor (%)	Nilai Error (%)
1	200	5	205	2,5	3	20
2	200	10	210	5	5	0
3	200	15	215	7,5	8	6,666
4	200	20	220	10	10	0
5	200	25	225	12,5	14	12
6	200	30	230	15	17	13,333
7	200	35	235	17,5	21	20
8	200	40	240	20	26	30
9	200	45	245	22,5	30	33,333
10	200	50	250	25	38	52
Rata-rata						18,733

Untuk mengukur kelembaban tanah secara manual, langkah awal yang dilakukan yaitu mencari Massa Air, lalu mencari nilai kelembaban tanah dengan satuan persen. Rumus yang dipakai yaitu :

$$\text{Massa Air} = \text{Massa Tanah Basah} - \text{Massa Tanah Kering}$$

$$\text{Hasil Kelembaban} = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100 \%$$

Menghitung nilai error dengan rumus :

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{\text{Hasil Sensor} - \text{Perhitungan Manual}}{\text{Perhitungan Manual}} \right| \times 100 \%$$

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Kemiringan

Pengujian	Sudut Busur	Sumbu X		Sumbu Y	
		Hasil Sensor (°)	Nilai Error (°)	Hasil Sensor (°)	Nilai Error (°)
1	0	0	0	0	0
2	10	10	0	10	0
3	20	20	0	20	0
4	30	30	0	30	0
5	40	40	0	40	0
6	50	50	0	49	2
7	60	60	0	60	0
8	70	70	0	68	2,857
9	80	81	1,25	78	2,5
10	90	92	2,222	87	3,333
Rata -Rata			0,3472		1,069

Menghitung nilai error dengan rumus :

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{\text{Hasil Sensor} - \text{Sudut Busur}}{\text{Perhitungan Manual}} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Rata - rata Error} = \frac{\text{nilai error}_1 + \text{nilai error}_2 + \dots + \text{nilai error}_n}{\text{Jumlah Pengujian}}$$

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Getaran

Pengujian	Gravity	AccX	AccY	[Acc X]^2	[Acc Y]^2
1	0	0	0	0	0
2	10	10	0	10	0
3	20	20	0	20	0
4	30	30	0	30	0
5	40	40	0	40	0
6	50	50	0	49	2
7	60	60	0	60	0
8	70	70	0	68	2,857
9	80	81	1,25	78	2,5
10	90	92	2,222	87	3,333

- Perhitungan Gravity:  
Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{acc } x^2 &= 0,0729 \\ \text{acc } y^2 &= 0,064 \end{aligned}$$

lalu dilakukan untuk menghitung gravity dengan cara berikut :

$$\begin{aligned} \text{gravity} &= \sqrt{0,0729 + 0,0064} \\ \text{gravity} &= 0,28 \end{aligned}$$

- Perhitungan Peak Ground Acceleration

Untuk menghitung Peak Ground Acceleration dengan cara berikut.

$$PGA = \left| \frac{(0,28 - 0,28) \times 1000}{1} \right| = 0$$

Tabel 4.4 Pengujian Simulasi Tanah Longsor

Pengujian	Kemiringan	Kelembaban	Getaran	Keterangan
1	0	0	0,00	Tidak Terjadi Longsor
2	7	5	0,00	Tidak Terjadi Longsor
3	13	17	0,00	Tidak Terjadi Longsor
4	17	28	0,00	Tidak Terjadi Longsor
5	23	25	0,00	Terjadi Longsor
6	28	26	0,00	Terjadi Longsor
7	32	32	0,00	Terjadi Longsor
8	35	45	0,00	Terjadi Longsor
9	42	35	0,00	Terjadi Longsor
10	45	42	0,00	Terjadi Longsor

Pada tabel 4.4 merupakan hasil simulasi tanah longsor dari nilai keluaran sensor yang sudah dilakukan dengan melakukan siram air ke daerah lereng menggunakan alat siraman tanaman di dalam akuarium dan tanah yang digunakan menggunakan tanah pasir lepas. Terjadinya tanah longsor di kemiringan 23°

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan :

1. Seluruh sensor berjalan dengan semestinya sesuai dengan kemampuan sensor nya masing masing.
2. Sensor MPU6050 untuk membaca sudut di sumbu X memiliki nilai error rata-rata 0,3472 % dan disumbu Y 1,069 %
3. Sensor MPU6050 untuk membaca getaran berjalan dengan baik. Nilai terbesar yang dikeluarkan sensor dengan nilai akselerasi 0,28
4. Sensor Soil Moisture memiliki nilai error rata-rata 18,733 %
5. Pada saat simulasi tanah longsor menggunakan akuarium ukuran Panjang 70 cm, Lebar 40 cm, Tinggi 40 cm, dan menggunakan pasir lepas terjadinya longsor di kemiringan 23° sesuai nilai keluaran sensor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, "Laporan Kejadian Bencana Tanah Longsor Tahun 2019," [Online]. Available: <https://bnpb.eloud/dibi/laporan5>. [Accessed 1 January 2020].
- [2] "Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android," *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, vol. II, pp. 14-20, 2018.
- [3] H. C. Hardiyatmo, Tanah Longsor & Erosi Kejadian dan Penanganan, Gajah Mada University Press, 2012.
- [4] "idcloudhost," Pengertian Internet Of Things, 23 June 2016. [Online]. Available: [idcloudhost, "Pengertian Internet Of Thin https://idcloudhost.com/pengertian-internet-of-things-iot/.](https://idcloudhost.com/pengertian-internet-of-things-iot/) [Accessed 6 March 2019].
- [5] B. I. a. A. M. A. M. O. Khutsoane, "IoT devices and applications based on LoRa/LoRaWAN," *43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2017
- [6] Arduino, "Arduino Mega 2560," [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>. [Accessed 31 11 2019]