

## MONITORING PERGESERAN TANAH DENGAN SENSOR *ACCELEROMETER* DAN KELEMBAPAN TANAH BERBASIS IOT

### *LAND SHIFT MONITORING WITH ACCELEROMETER AND SOIL MOISTURE SENSORS BASED ON IOT*

Irvan Akbar Anka Pratama<sup>1</sup>, Muhammad Ary Murti<sup>2</sup>, Erwin Susanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom [irfanankapra@gmail.com](mailto:irfanankapra@gmail.com)

<sup>2</sup>[erwinelektro@telkomuniversity.ac.id](mailto:erwinelektro@telkomuniversity.ac.id) <sup>3</sup>[arymurti@telkomuniversity.ac.id](mailto:arymurti@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Tanah longsor adalah salah satu bencana alam yang sering melanda Indonesia terutama pada daerah dataran tinggi, lembah, lereng gunung, dan curah hujan yang tinggi. Terjadinya pergeseran tanah dan curah hujan yang tinggi menjadi penyebab terjadinya tanah longsor, ketika tanah terkena intensitas hujan yang cukup tinggi maka air akan masuk ke dalam tanah menambahkan bobot tanah dan mengenai bidang gelincir tanah yang mengakibatkan tanah longsor. Karena bencana tanah longsor itu dapat merugikan masyarakat seperti rusaknya rumah, rusaknya perkebunan, rusaknya peternakan serta mengakibatkan korban jiwa yang cukup banyak

Pengujian dilakukan pada sebuah *prototype* longsor. Simulasi longsor dilakukan dengan melakukan sebuah dorongan dan siraman air pada tanah yang mengakibatkan sistem atau alat bergerak yang akan membaca pergeseran tanah dengan sensor MPU-6050 dan YL-69. Untuk monitoring, data yang terbaca oleh sistem akan otomatis terkirim ke *platform* IoT ANTARES. Dan pengiriman notifikasi waspada dikirim melalui pesan singkat dengan modul GSM SIM 800L ke *handphone* orang yang memonitoring.

Hasil dari pengujian dijadikan sebuah parameter keberhasilan sistem, dengan hasil pengujian tersebut sistem berfungsi dengan sangat baik. Pembacaan pergeseran tanah dan kelembapan tanah cukup baik dan pengiriman data ke ANTARES sangat baik. Untuk notifikasi waspada dengan modul GSM SIM 800L berfungsi cukup baik. Sistem ini dapat di terapkan pada setiap desa yang memiliki lereng-lereng yang curam.

**Kata kunci:** Tanah Longsor, MPU-6050, YL-69, ANTARES, SIM8000L

#### Abstract

*Landslides are one of the natural disasters that often hit Indonesia, especially in the highlands, valleys, mountain slopes, and high rainfall. The occurrence of land shifts and high rainfall are the causes of landslides, when the land is exposed to high rainfall intensity, the water will enter the soil adding to the weight of the soil and the ground slides that cause landslides. Because the landslide disaster can harm the community such as damage to homes, damage to plantations, damage to livestock and resulting in considerable casualties*

*Tests carried out on an avalanche prototype. Avalanche simulation is carried out by carrying out a push and splash of water on the ground which results in a moving system or device that will read the ground shift with sensors MPU-6050 and YL-69. For monitoring, data that is read by the system will automatically be sent to the IoT ANTARES platform. And sending alert notifications sent via text message with the GSM SIM 800L module to the monitoring person's cellphone.*

*The results of the test are used as a parameter of the success of the sistem, with the test results the sistem is functioning very well. The reading of soil shift and soil moisture is quite good and sending data to ANTARES is very good. For alert notifications with the GSM SIM 800L module it works quite well. This sistem can be applied to every village that has steep slopes.*

**Keywords:** landslide, MPU-6050, YL-69, ANTARES, SIM8000L

#### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang sering terkena dampak dari bencana tanah longsor dikarenakan banyaknya pemukiman warga yang berdiri di lereng pegunungan dan menjadi ancaman yang sangat serius. Proses terjadinya tanah longsor adalah sebuah peristiwa perpindahan material pembentuk lereng yang berupa batuan atau tanah yang

bergeser atau bergerak turun ke bawah yang terjadi karena kondisi lahan yang tidak seimbang atau terkena tekanan dari atas seperti hujan deras[1]

Dengan menggunakan sensor *accelerometer* dan *gyro* dan kelembapan tanah sebuah sistem pendeteksi pergerakan tanah dapat membantu mengurangi dampak longsor tanah yang terjadi, dan dengan berbasis *internet of things* nantinya akan memudahkan memonitor data pergerakan tanah secara *real time*.

Dari uraian di atas pada tugas akhir ini akan dirancang alat untuk memonitoring pergeseran pada tanah untuk mengurangi efek dari dampak yang ditimbulkan saat bencana longsor terjadi.

**2. Dasar Teori**

**2.1 Sensor Kelembapan Tanah**

Sensor kelembapan tanah atau *soil moisture* adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembapan pada tanah atau intensitas air di dalam tanah. [4].

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui kelembapan tanah ditunjukkan persamaan:

$$MA = MTB - MTK \dots\dots\dots(1)$$

$$KT = \frac{ma}{mtk} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

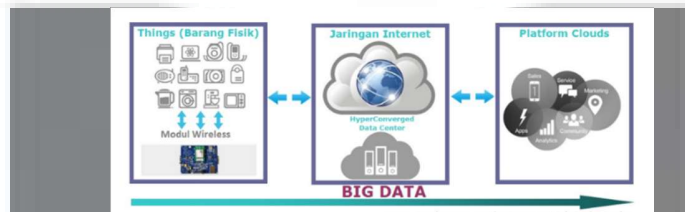
Dengan:

- MA = Massa Air
- MTB = Massa Tanah Basah
- MTK = Massa Tanah Kering

**2.2 MPU 6050**

MPU 6050 adalah modul sensor yang terdiri dari *accelerometer* dan *gyroscope* dengan nilai keluaran percepatan dan kecepatan sudut.

**2.3 Internet of Things**

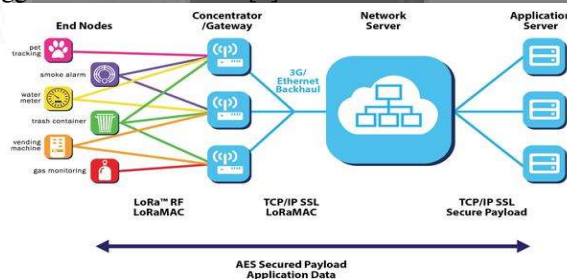


Gambar 1. Blok diagram IoT[13]

Dari penjelasan blok diagram pada Gambar 2 secara sederhana konsep IoT adalah sebuah sensor atau perangkat keras yang mampu mendeteksi seperti deteksi cuaca, pergerakan, suhu, dan sebagainya dikirim melalui modul IoT dengan jaringan internet ataupun menggunakan gateway yang nantinya akan dikirim menuju *cloud server* IoT.

**2.4 LoraWAN**

LoRa (*Long Range*) adalah suatu format modulasi yang unik dan menggunakan yang dibuat oleh Semtech. modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM[9].

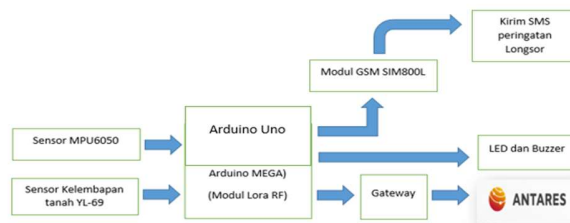


Gambar 2. Diagram LoRaWAN[9]

Dari gambar 2.3 dapat disimpulkan konsep kerja lora adalah sensor yang akan mendeteksi baik untuk *tracking* pada hewan peliharaan, *smart farm*, monitoring tanah longsor, dan lainnya dikirim melalui gateway menuju *cloud* IoT seperti Antares.

**3. Perancangan Sistem**

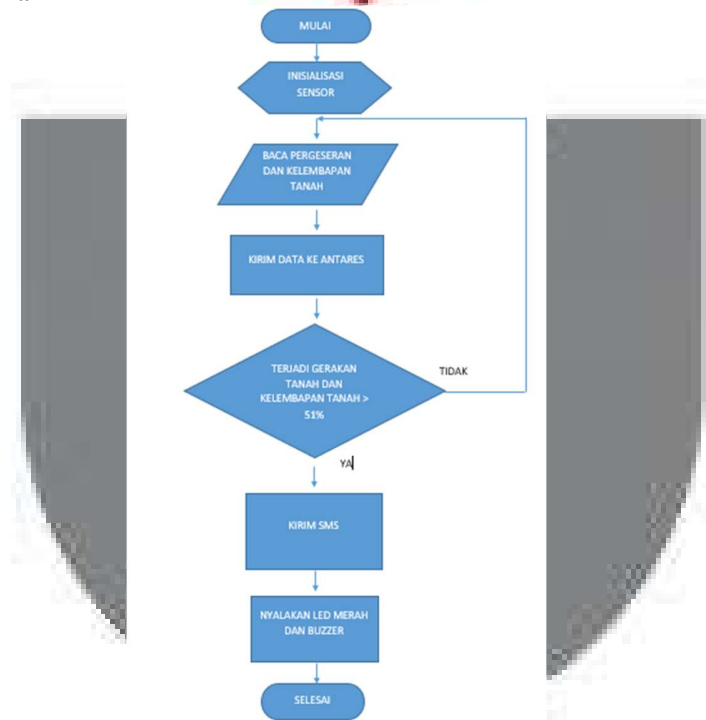
**3.1 Diagram Blok Sistem**



Gambar 4. Blok diagram sistem

Sistem dimulai dari sensor MPU6050 dan sensor kelembapan YL-69 membaca data pergerakan tanah dengan menanam tiang yang telah dipasang kan sistem monitoring pergerakan tanah. Setelah itu data di proses oleh mikrokontrol Arduino Uno dan MEGA yang apabila sistem membaca data aman maka LED hijau akan menyala dan ketika sistem membaca data bahaya maka LED merah akan menyala dan *buzzer* menyala. Dan data yang terbaca akan dikirim menuju *platform* IoT yaitu Antares untuk dilakukan monitoring secara *real time*.

### 3.2 Desain Perangkat Lunak



Gambar 5. Diagram alir sistem

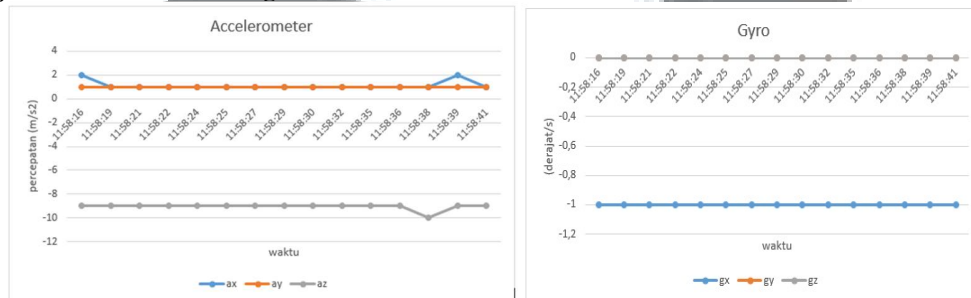
Pada gambar 3.10 berdasarkan diagram alir dimulai dengan melakukan inialisasi pada sensor,yaitu sensor MPU6050 dan Sensor kelembapan tanah YL-69. Kemudian dimasukan program pada *software* Arduino IDE yang diolah oleh mikrokontrol. Setelah itu sensor akan membaca data untuk pergeseran tanah dan kelembapan tanah yang langsung dikirim menuju *platform* IoT Antares. Kemudian apabila nilai keluaran sensor melebihi nilai *threshold* yang di tentukan maka akan mengirim sms peringatan serta LED dan *buzzer* akan aktif. Apabila tidak melebihi nilai *threshold* maka sistem akan kembali melakukan *looping*.

## 4. Hasil Pengujian dan analisis

### 4.1 Pengujian kalibrasi nilai *offset*

sebelum menggunakan perhitungan nilai offset						
Waktu (s)	Ax (m/s <sup>2</sup> )	Ay (m/s <sup>2</sup> )	Az (m/s <sup>2</sup> )	Gx (°/s)	Gy (°/s)	Gz (°/s)
12:34:14	16432	-1796	15052	620	294	-79
12:34:14	16856	-2068	15076	606	255	-47
12:34:15	16564	-2212	15088	605	316	-101
12:34:15	16892	-2352	14916	592	270	-74
12:34:16	16524	-1992	15084	618	295	-104
Setelah dimasukan library untuk perhitungan nilai offset						
Waktu (s)	Ax (m/s <sup>2</sup> )	Ay (m/s <sup>2</sup> )	Az (m/s <sup>2</sup> )	Gx (°/s)	Gy (°/s)	Gz (°/s)
12:17:24	1	1	-9	-1	0	0
12:17:25	1	1	-10	-1	0	0
12:17:26	1	1	-9	-1	0	0
12:17:27	1	1	-10	-1	0	0
12:17:29	1	1	-9	-1	0	0

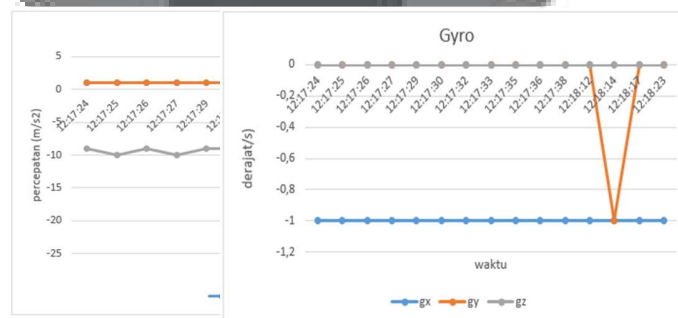
4.2 Pengujian Alat Pada Posisi Tegak Lurus dan Diam



Gambar 6. Hasil pengujian saat diam

Dengan hasil ini nilai pada *accelerometer* dan *gyro* menjadi nilai acuan awal atau nilai aman untuk menentukan posisi alat jika terjadi pergerakan tanah.

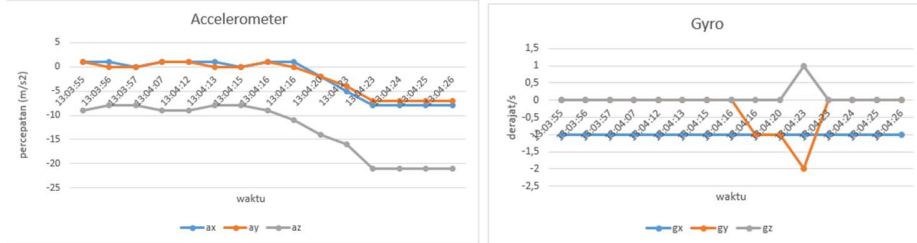
4.3 Pengujian Alat saat Mendapat Dorongan ke Depan



Gambar 7. Hasil pengujian saat mendapat dorongan ke depan

Ketika mendapatkan dorongan, alat bergerak ke arah depan atau sumbu z dan di waktu 12:18:14 *accelerometer* membaca data pergerakan tanah, dengan nilai pada *accelerometer* di arah sumbu y bernilai 0 pada sumbu x bernilai 0 dan pada sumbu z bernilai -17. Dengan begitu hasil menunjukkan bahwa pergerakan jatuh searah pada sumbu z.

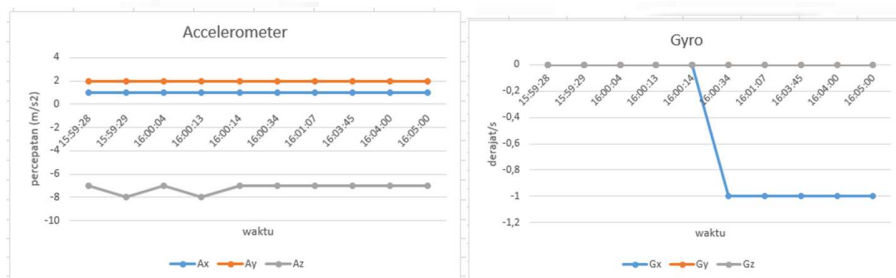
**4.4 Pengujian Alat saat Mendapat Dorongan ke Samping**



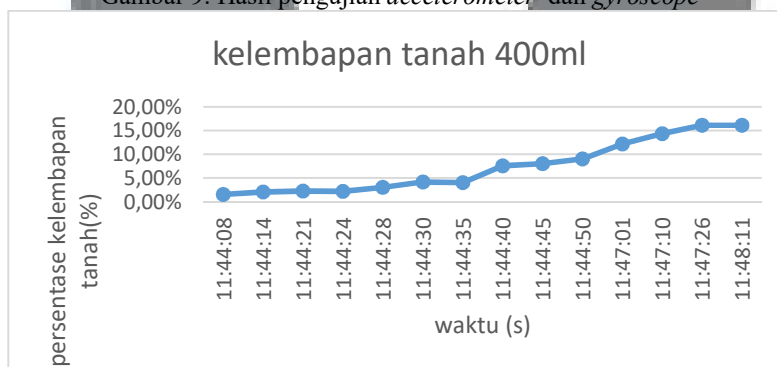
gambar 8. Hasil pengujian saat mendapat dorongan ke samping

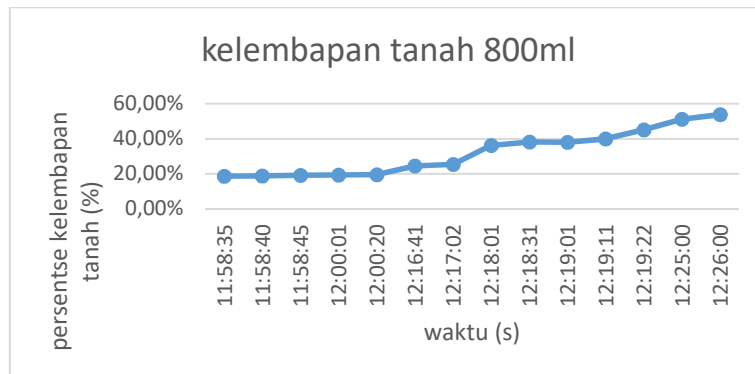
dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai *accelerometer* x,y,dan z saat posisi diam masih sama seperti pengujian sebelum nya dan tidak terjadi pergeseran atau pergerakan apapun pada tanah. Ketika tanah mendapat dorongan ke arah samping pada waktu 13:04:20 terjadi pergerakan tanah, *accelerometer* mengalami perubahan posisi yaitu pada sumbu x adalah -2, pada sumbu y adalah -2 dan pada sumbu z adalah -14. Pada 13:04:23 pergerakan tanah terjadi lagi dan alat memberikan peringatan terjadinya longsor karena nilai *accelerometer* telah melewati *threshold* longsor.

**4.5 Pengujian dengan Menggunakan Air dan Sensor Kelembapan Tanah dengan Bobot Air 400 ml dan 800 ml**



Gambar 9. Hasil pengujian *accelerometer* dan *gyroscope*



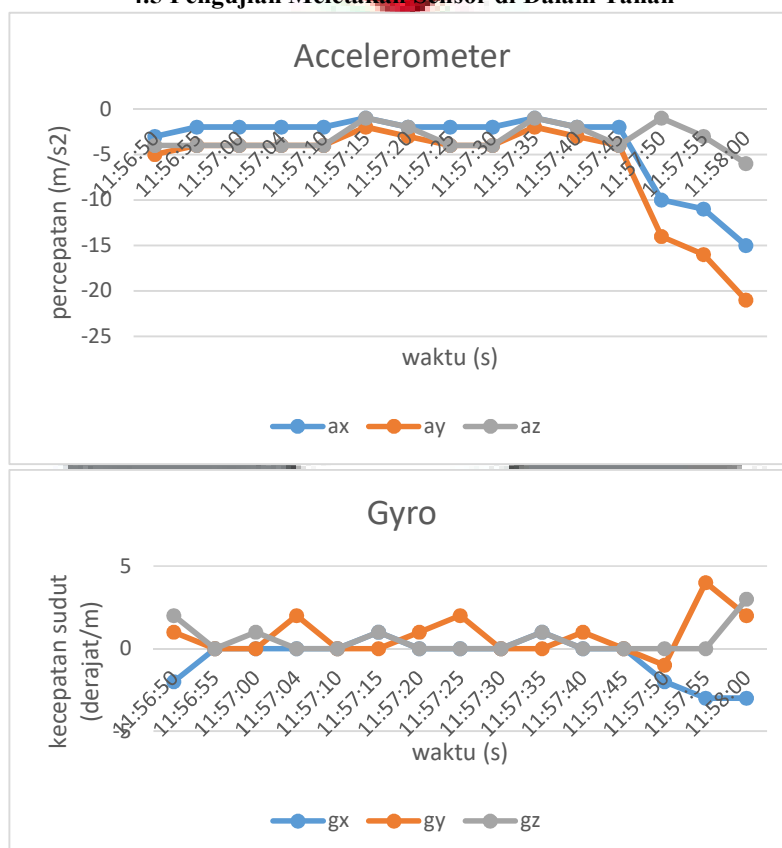


Gambar 10. Hasil pengujian dengan bobot air 400 ml dan 800 ml

dapat dilihat bahwa pergerakan tanah tidak terjadi saat diberikan air yang di siramkan pada tanah dengan bobot 400 ml. Dengan hasil ini nilai kelembapan tanah dengan rata-rata nilai 16,32 % masih berada pada level yang aman untuk terjadinya longsor.

tanah yang diberikan bobot air sebanyak 800 ml masih belum menggerakkan tanah. Namun berdasarkan parameter kelembapan tanah, nilai diatas 51% dijadikan tahap waspada, meskipun tidak terjadi pergerakan pada tanah dikarenakan kelembapan tanah yang melebihi 51% sudah memiliki potensi longsor, sehingga warga nantinya dapat evakuasi lebih dini.

#### 4.5 Pengujian Meletakkan Sensor di Dalam Tanah



Gambar 10. Grafik *accelerometer* dan *gyro*

Ketika di tempatkan di dalam tanah sensor membaca pergeseran dengan lebih baik.

#### 4.6 Pengujian Kirim Data ke Antares

Tabel 1. Hasil pengujian lora

pengujian	mulai kirim	antares	delay (s)	status
1	14:03:24:876	14:03:31:000	6,124	terkirim
2	14:03:29:975	14:03:36:000	6,025	terkirim
3	14:03:34:867	14:03:42:000	7,133	terkirim
4	14:03:39:327	14:03:47:000	7,673	terkirim
5	14:03:44:643	14:03:52:000	7,357	terkirim
6	14:03:49:104	14:03:57:000	7,896	terkirim
7	14:03:54:738	14:04:02:000	7,262	terkirim
8	14:04:00:102	14:04:08:000	7,898	terkirim
9	14:04:05:729	14:04:13:000	7,271	terkirim
10	14:04:10:378	14:04:18:000	7,622	terkirim

Untuk menghitung persentase *error* dari pengiriman data ke antares dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$error = \frac{data - data\ berhasil}{data} \times 100\%$$

Dengan begitu, persentase *error* adalah:

$$\frac{10-10}{10} \times 100\% = 0 \times 100\% = 0\%$$

Dengan perhitungan di atas nilai *error* adalah 0 %.

#### 4.7 Pengujian Kirim SMS

Tabel 2. Hasil pengujian sms

kirim sms	terima sms	status	delay
18:14	18:14	terkirim	0 menit
18:45	18:46	terkirim	1 menit
18:50	18:50	terkirim	0 menit
18:51	18:52	terkirim	1 menit
18:54	Loss sinyal	tidak terkirim	loss
18:56	18:56	terkirim	0 menit
18:58	18:58	terkirim	0 menit
19:00	19:00	terkirim	0 menit
19:01	19:01	terkirim	0 menit

Untuk melihat nilai *error* pengiriman dapat dihitung dengan:

$$error = \frac{data - data\ berhasil}{data} \times 100\%$$

Dengan begitu, persentase *error* adalah:

$$\frac{10-9}{10} \times 100\% = 0,1 \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan di atas menerangkan bahwa nilai *error* pengiriman data melalui SMS adalah 10 %.

#### 4.8 Pengujian Duty Cycle

rata-rata waktu kondisi sinyanya *high* adalah 0,033 detik. Dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{PW}{T} \times 100\%$$

Nilai *duty cycle* adalah 0,66 %

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah:

1. Telah dibuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi pergeseran tanah dengan menggunakan sebuah sensor *accelerometer* dan kelembapan tanah dimana pembacaan pergeseran tanah dilakukan dengan membaca nilai perubahan percepatan pada *accelerometer*.
2. Telah dibuat sistem untuk komunikasi data dengan menggunakan sistem IoT LoRa yang dapat mengirim data dari *node* menuju *gateway* tanpa menggunakan jaringan *internet* dan hanya perlu menggunakan radio frekuensi.
3. Telah dibuat aplikasi yang cukup baik untuk *monitoring* data yang dibaca oleh sistem, yaitu aplikasi pada *platform* IoT Antares yang dapat di *monitor* secara *real time*.

## Daftar Pustaka:

- [1] Aulialia. (2016, Oktober 13). "Proses Terjadinya Longsor dan Penyebabnya", <https://ilmugeografi.com/geologi/proses-terjadinya-longsor>, di akses pada November 2019
- [2] Purnama, Y.P. (2016). Jurnal Fisika. *INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN ZONA KERENTANAN LONGSOR DI DESA GERBOSARI, KECAMATAN SAMIGALUH, KABUPATEN KULONPROGO MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE*, vol 5, 2, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- [3] Sari, Maya. (2016, Februari 2). "6 jenis-jenis longsor beserta penjelasannya", <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/geomorfologi/jenis-jenis-longsor>, di akses pada Oktober 2019.
- [4] Husdi (2018). Jurnal Ilmiah. *MONITORING KELEMBABAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC-28 DAN ARDUINO UNO*, vol 10, 02, Gorontalo: Universitas Ichsan Gorontalo
- [5] Sinaga, T.E *SISTEM PENGAMANAN HANDPHONE MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER UNTUK MENDETEKSI GERAKAN JATUH BEBAS*, Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara
- [6] Jefiza, A. (2017). *SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Riyadi, M. (2010). *Pendeteksi Posisi Menggunakan Sensor Accelerometer MMA7260Q Berbasis Mikrokontroler Atmega 32*, 12(2), 76-81, Semarang: Universitas Diponegoro
- [8] Rif'an, M, Djurianto B, Sulistiyanto, N, Siwindarto, P, Aswin, M, & Nurdinawati, V. (2012) Jurnal EECCIS.. *Pemanfaatan 3 axis Gyroscope L3G4200D untuk pengukuran Sudut Muatan Roket*, vol 6, 02, Malang: Universitas Brawijaya
- [9] Qrimly, K. (2017, Juli 24). "apa itu lora?", <https://www.logicgates.id/blogs/news/apa-itu-lora>, di akses pada November 2019
- [10] Bakti. "BERKENALAN DENGAN GSM, PENGERTIAN, SEJARAH, SERTA FUNGSINYA", [https://www.baktikominfo.id/en/informasi/pengetahuan/berkenalan\\_dengan\\_gsm\\_pengertian\\_sejarah\\_serta\\_fungsinya-671](https://www.baktikominfo.id/en/informasi/pengetahuan/berkenalan_dengan_gsm_pengertian_sejarah_serta_fungsinya-671), di akses pada November 2019
- [11] Dewaweb. (2018). "Internet of Things: Panduan Lengkap", <https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/>, di akses pada November 2019
- [12] Pratama, S.E. (2019). *PERANCANGAN DAN REALISASI NODE MCU IOT KOMUNIKASI LORA*. Bandung: Telkom University.