

Accelerometer sebagai Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah

Firmansyah M S Nursuwars¹, Neng I Kurniati¹, Muhamad T Hidayat¹

¹Jurusan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Jawa Barat.

Informasi Artikel

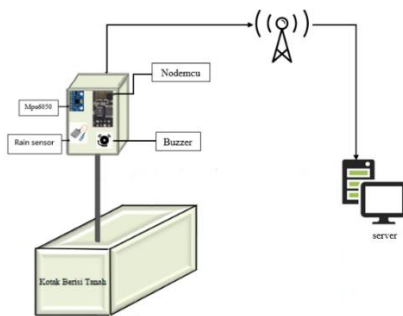
Naskah Diterima : 16 Maret 2019

Direvisi : 14 April 2019

Disetujui : 15 Juni 2019

*Korespondensi Penulis :
firmansyah@unsil.ac.id

Graphical abstract



Abstract

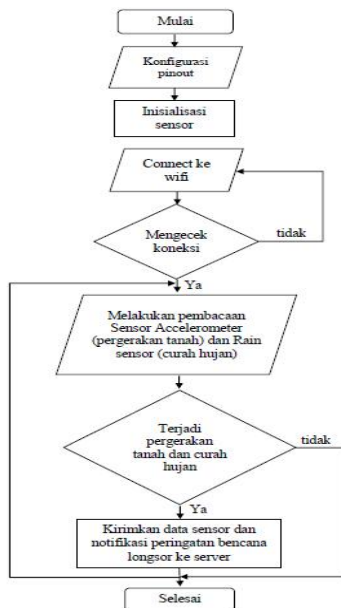
Tasikmalaya Regency is the location of mountains and unstable slopes. Based on data from the National Disaster Management Agency (BNPB) in 2017, Tasikmalaya Regency is an area with 3 categories of regencies / cities in West Java that have landslide prone locations. Potentially damaged landslides such as general, agricultural land, or community activities are hampered. The amount of costs caused by landslides because if used, there is no early detection that can be used to detect landslides. The main problem of a disaster detection system, aside from how to provide information in the future, will make the potential for disasters to occur, namely how to detect natural errors that occur. In general, ground motion detectors use GPS to detect movement by adjusting the position of the satellite position. The use of GPS will be updated. Weather information that can be seen as ground movement. The use of an accelerometer reduces the risk of detecting ground motion because it only measures the acceleration of the movement of the device against gravity.

Keywords: Accelerometer, Disaster, Landslide

Abstrak

Kabupaten Tasikmalaya yang secara geografis merupakan daerah pegunungan dan memiliki lereng - lereng menjadikan tanah tidak stabil. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2017, Kabupaten Tasikmalaya merupakan daerah dengan kategori 3 terbesar kabupaten/ kota se Jawa Barat yang memiliki lokasi rawan longsor. Bencana tanah longsor tersebut menimbulkan kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun aktivitas masyarakat menjadi terhambat. Besarnya kerugian yang diakibatkan oleh tanah longsor karena hilangnya harta benda bahkan nyawa dikarenakan kurangnya bahkan tidak adanya pendeteksi dini pergerakan tanah yang dapat digunakan untuk mendeteksi awal terjadinya tanah longsor. Permasalahan utama dari sistem pendeteksi bencana, selain dari bagaimana memberikan peringatan terhadap warga akan potensi terjadi bencana yaitu bagaimana mendeteksi gejala alam yang terjadi merupakan tanda valid sebagai tanda terjadinya bencana alam. Pada umumnya pendeteksi pergerakan tanah menggunakan GPS untuk mendeteksi pergerakan dengan cara mendeteksi perubahan posisi alat terhadap posisi satelit. Pemanfaatan GPS akan terpengaruh cuaca yang menghalangi sinyal dari satelit sehingga hilangnya sinyal bisa dianggap sebagai pergerakan tanah. Pemanfaatan accelerometer mengurangi resiko salahnya pendeteksian pergerakan tanah karena hanya mengukur percepatan pergerakan alat terhadap gravitasi bumi.

Kata kunci: Accelerometer, Bencana, Longsor



© 2019 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Pergerakan tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia, salah satunya daerah Kabupaten Tasikmalaya. Secara geografis merupakan daerah pegunungan dan memiliki lereng – lereng menjadikan tanah tidak stabil. Bencana tanah longsor tersebut menimbulkan kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun aktivitas masyarakat menjadi terhambat.

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2017, Kabupaten Tasikmalaya merupakan daerah dengan kategori 3 terbesar kabupaten/ kota se Jawa Barat yang memiliki lokasi rawan longsor. Berdasarkan rekapitulasi data yang diterbitkan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 2017 terdapat 104 kejadian rawan longsor dari 39 Kecamatan se Kabupaten Tasikmalaya yang terus meningkat dari tahun - tahun sebelumnya.

Dari banyaknya bencana longsor yang terjadi, adanya proses monitoring terhadap pergerakan tanah masih sangat jarang, padahal alat tersebut sangat berguna untuk mendeteksi adanya potensi tanah longsor, sehingga apabila bencana tanah longsor benar – benar terjadi, maka proses evakuasi sudah dilakukan sebelumnya. Kesenambungan seperti ini mampu untuk mengurangi kerugian maupun jatuhnya korban jiwa. Pemanfaatan GPS untuk pendeteksi pergerakan tanahpun dianggap kurang efektif, karena GPS tergantung dari kualitas sinyal satelit yang di dapat, kurangnya sinyal satelit karena terganggu cuaca buruk atau terganggu adanya benda yang menghalangi GPS bisa mengakibatkan salahnya deteksi, karena GPS menunjukkan perubahan posisi dari alat. Penggunaan sensor lain seperti sensor ultrasonic yang bekerja mengukur jarak pendeteksi terhadap benda tertentu akan bermasalah jika ada benda yang menghalangi antara sensor dengan benda acuan jarak, pemanfaatan sensor accelerometer diharapkan bisa mendeteksi gejala alam sebagai tanda akan terjadi longsor dengan akurat karena hanya mengukur percepatan pergerakan alat terhadap grafitasi bumi

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian perancangan sistem pendeteksi dini pergerakan tanah menggunakan sensor accelerometer, yaitu:

- a) Studi literatur
Studi literatur adalah tahapan yang dilakukan untuk mencari sumber atau referensi untuk mempelajari komponen utama perancangan sistem pendeteksi dini pergerakan tanah longsor menggunakan Accelerometer dan kemudian menentukan metode yang akan digunakan untuk mencapai target yang telah ditetapkan.
- b) Perancangan (Design)
Perancangan merupakan gambaran garis besar cara kerja sistem yang digunakan melalui model-model yang saling berhubungan.
- c) Unit Check
Unit Check merupakan pengujian komponen setiap unit pada sistem. Pengujian unit check meliputi pengujian setiap unit yang dipakai pada perancangan sistem pendeteksi dini pergerakan tanah menggunakan Accelerometer.
- d) Implementasi Perancangan
Setelah dilakukan perancangan maka langkah selanjutnya yaitu membangun alat-alat untuk menjadi sistem yang akan digunakan pada penelitian ini.
- e) Pengujian
Pengujian adalah tahapan dimana hasil implementasi perancangan yang telah dilakukan dan dibangun untuk mengetahui apakah sistem pendeteksi dini pergerakan tanah menggunakan Accelerometer sudah berjalan dengan baik atau tidak.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana proses penelitian Sistem Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah menggunakan sensor Accelerometer sebagai dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.3 Perancangan Penelitian

Perancangan sistem Pendeteksi pergerakan tanah yang dibuat pada penelitian tergiri dari beberapa tahap konfigurasi seperti berikut:

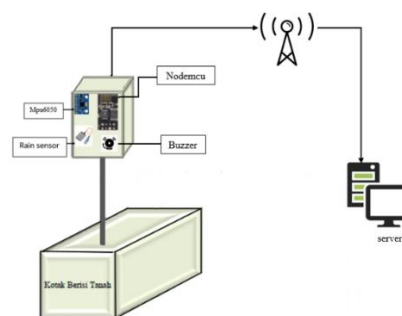
- a. Konfigurasi Hardware
Konfigurasi Hardware adalah hasil dari perancangan hardware sebelumnya menjadi sebuah sistem yang terhubung satu sama lain.
- b. Konfigurasi Sistem Hardware
Konfigurasi Sistem Hardware adalah hasil perancangan sistem sebelumnya menjadi sebuah sketch yang akan diupload ke sistem hardware dan disesuaikan dengan sistem prancangan, mulai dari inialisasi sensor dan cara kerja sensor.
- c. Konfigurasi Interface Sistem
Implementasi Konfigurasi Interface Sistem adalah hasil dari perancangan sistem pergerakan tanah yang telah disesuaikan mulai dari *interface* user, sistem koneksi ke alat, dan cara kerja sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan (Design)

1. Rancangan Umum Sistem

Pada bagian ini dijelaskan gambaran umum sistem secara keseluruhan yang digambarkan pada gambar 2



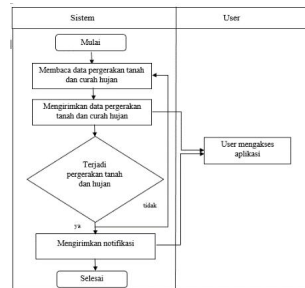
Gambar 2 Gambaran umum sistem

Prinsip kerja dari sistem peringatan dini pergerakan tanah longsor berbasis *Accelerometer* adalah :

- a. Sensor *accelerometer* MPU6050 merupakan sensor yang dapat membaca pergerakan tanah.
- b. Rain sensor merupakan sensor yang dapat mendeteksi hujan.
- c. NodeMcu merupakan mikrokontroler yang akan ditanamkan program sehingga sistem dapat memantau keadaan tanah.
- d. Server merupakan penyimpanan data pergerakan tanah, curah hujan, dan status tebing aman atau bahaya yang telah didefinisikan oleh mikrokontroler.
- e. Web aplikasi sebagai media untuk menampilkan peringatan dini pergerakan tanah secara realtime.

2. Rancangan Proses

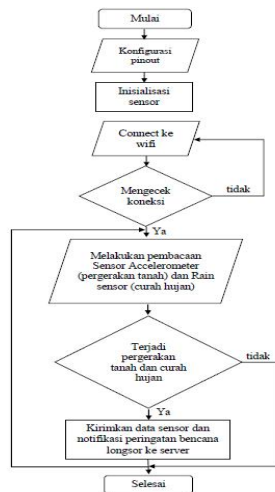
Pada perancangan perangkat keras menjelaskan tentang perangkat keras yang digunakan dalam merancang sistem. Perancangan perangkat lunak membahas tentang perangkat lunak yang akan diimplementasikan pada sistem yang digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan proses secara umum

3. Flowchart System

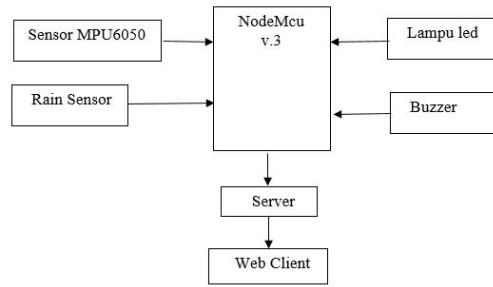
Hal pertama kali yang dilakukan pada sistem ini adalah konfigurasi keluaran sistem atau pinout lalu inialisasi sensor yaitu sensor MPU6050 dan rain sensor. Setelah kondisi sudah disesuaikan maka perangkat keras melakukan koneksi ke wifi. Guna wifi ini adalah untuk melakukan komunikasi serta mengirimkan data menggunakan Wi-Fi *access point*. Jika sistem belum terhubung maka proses akan kembali ke *connect* yang berguna untuk melakukan pengulangan koneksi. Setelah itu perhitungan nilai sensor *accelerometer* dan rain sensor. Jika terjadi pergerakan tanah maka akan mengirimkan peringatan yang digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart System

4. Arsitektur Hardware

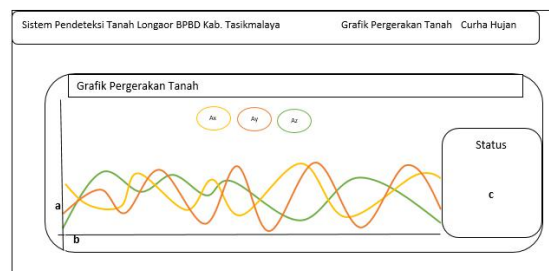
Arsitektur hardware merupakan sebuah rangkaian hardware untuk pembuatan sistem peringatan dini pergerakan tanah longsor dengan NodeMcu berbasis *wireless* yang menjelaskan tentang alur diagram blok sistem yang diterapkan dalam sistem pendeteksi gerakan tanah dimana sensor *accelerometer* dan *rain* sensor menjadi nilai untuk pendeteksi pergerakan tanah tersebut dan dimonitoring di web aplikasi yang digambarkan pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram Blok *Hardware*

5. Perancangan *Interface*

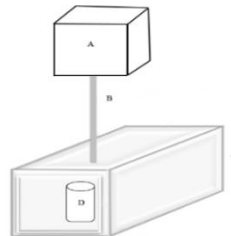
Pada sistem peringatan dini pergerakan tanah longsor ini digunakan aplikasi berbasis web sebagai antarmuka. Perancangan web aplikasi dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Rancangan Halaman Monitoring

6. Perancangan Ruang Pergerakan Tanah.

Perancangan Ruang Pendeteksi pergerakan tanah adalah simulasi yang akan digunakan dalam penelitian ini yang terdapat pada Gambar 7

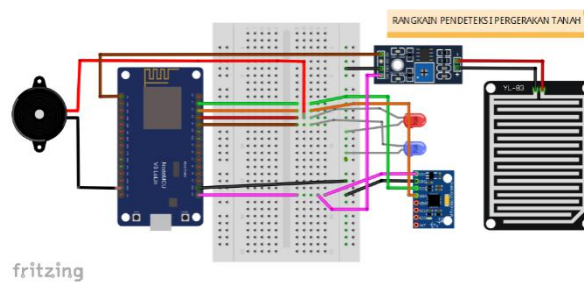


Gambar 7. Perancangan Ruang simulasi

3.2. Implementasi Perancangan

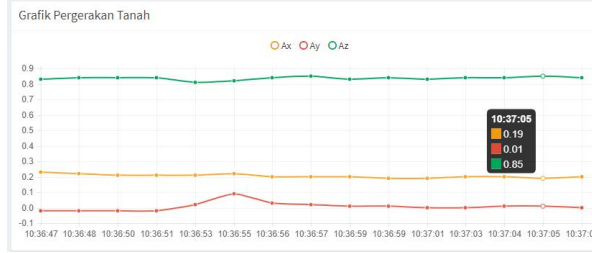
1. *Implementasi* Konfigurasi Hardware

Pada implementasi konfigurasi hardware menjelaskan tentang rancangan perangkat keras dari awal alat sistem pendeteksi pergerakan tanah menggunakan NodeMCU dengan cara menghubungkan semua komponen yang terdapat pada gambar 8.



Gambar 8 Block diagram hardware

2. Implementasi Web Aplikasi



Gambar 9 Perancangan Sistem grafik data

Sebagai contoh pada gambar 9 bahwa pada jam 10.37.05 WIB, terjadi pergerakan dengan skala nilai *accelerometer* x 0.19, *accelerometer* y 0.01 dan *accelerometer* z 0.85. Setiap garis axis diberi warna yaitu axis x berwarna orange, axis y berwarna merah dan axis z berwarna hijau.

3. Implementasi Pendeteksi Pergerakan Tanah.

Implementasi ruang penampungan tanah yang akan dibuat berbentuk lereng sehingga menghasilkan simulasi longsor yang akan di baca oleh sistem pendeteksi pergerakan tanah menggunakan *accelerometer* MPU6050 dan *rain sensor*. Berikut terdapat pada gambar 10.



Gambar 10. Implementasi Ruang Simulasi

3.3. Pengujian

Pengujian merupakan hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan pada hardware dan software yang akan diuji. Pengujian bermaksud untuk mengetahui hardware dan software sudah sesuai dengan tujuan. Metode pengujian yang digunakan adalah pengujian *Black-Box*.

1. Pengujian Sensor *Accelerometer*

Pengujian Sensor ini dilakukan untuk mengetahui output nilai sensor *accelerometer* yang telah dikonfigurasi sebelumnya dan pengujian ini untuk mengetahui input-an yang dihasilkan oleh sensor dibaca dengan baik oleh sistem, kemudian aturan coding yang telah ditentukan memerintahkan ke sensor untuk membaca secara otomatis pada kondisi pergerakan tanah aman dan bahaya yang telah ditentukan pada hasil unit check sensor dimana setiap nilai yang dihasilkan merupakan data yang valid, yang telah diuji pada penelitian dilapangan.

2. Pengujian Kondisi Sensor *Accelerometer* Diam.

Tabel 1. Pengujian Kondisi Sensor Diam

No	Sensor <i>Accelerometer</i>			Status Sensor dan Tanah	Lampu Biru	Ket.
	Ax	Ay	Az			
1	0.07	0.08	0.85	Tidak Bergerak	Menyala	Berhasil
2	0.07	0.08	0.84	Tidak Bergerak	Menyala	Berhasil
3	0.08	0.07	0.84	Tidak Bergerak	Menyala	Berhasil
4	0.08	0.07	0.84	Tidak Bergerak	Menyala	Berhasil
5	0.08	0.08	0.86	Tidak Bergerak	Menyala	Berhasil

Kondisi sensor *accelerometer* diam atau tanah tidak ada gerakan merupakan kondisi dimana salah satu nilai *accelerometer* x lebih dari 0.07 dan kurang dari 0.08, *accelerometer* y lebih dari 0.07 dan kurang dari 0.08, serta *accelerometer* z lebih dari 0.84 dan kurang dari 0.86. Nilai tersebut

merupakan hasil pengujian berdasarkan acuan penelitian yang telah di bahas sebelumnya, berikut pada tabel 1

3. Kondisi Sensor *Accelerometer* Bergerak ke Depan.

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak kedepan merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* x kurang dari 0.07 dan lebih dari 0.08 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak kedepan menghasilkan nilai *accelerometer* x negatif, berikut pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Kondisi Sensor Bergerak ke Depan

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam Ax	Sensor <i>Accelerometer</i> bergerak kedepan Ax	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
1	0.07	-0.27	-0.20	Menyala	Berhasil
2	0.07	-0.28	-0.21	Menyala	Berhasil
3	0.08	-0.28	-0.20	Menyala	Berhasil
4	0.08	-0.29	-0.21	Menyala	Berhasil
5	0.08	-0.29	-0.21	Menyala	Berhasil

4. Kondisi Sensor *Accelerometer* Bergerak ke Belakang

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak kebelakang merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* x kurang dari 0.07 dan lebih dari 0.08 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak kebelakang menghasilkan nilai *accelerometer* x positif, berikut pada tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Kondisi Sensor ke Belakang

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam Ax	Sensor <i>Accelerometer</i> bergerak belakang Ax	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
1	0.07	0.39	0.32	Menyala	Berhasil
2	0.07	0.38	0.31	Menyala	Berhasil
3	0.08	0.38	0.30	Menyala	Berhasil
4	0.08	0.39	0.31	Menyala	Berhasil
5	0.08	0.41	0.33	Menyala	Berhasil

5. Kondisi Sensor *Accelerometer* ke Kiri

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak ke samping kiri merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* y kurang dari 0.07 dan lebih dari 0.08 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak kekiri menghasilkan nilai *accelerometer* y negatif, berikut pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Kondisi Sensor ke Kiri

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam Ay	Sensor <i>Accelerometer</i> bergerak kekiri Ay	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
1	0.07	-0.43	-0.36	Menyala	Berhasil
2	0.07	-0.42	-0.35	Menyala	Berhasil
3	0.08	-0.43	-0.35	Menyala	Berhasil
4	0.08	-0.43	-0.35	Menyala	Berhasil
5	0.08	-0.44	-0.36	Menyala	Berhasil

6. Kondisi Sensor *Accelerometer* ke Kanan

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak ke samping kanan merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* y kurang dari 0.07 dan lebih dari 0.08 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak kekanan menghasilkan nilai *accelerometer* y positif, berikut pada tabel 5.

7. Kondisi Sensor *Accelerometer* ke Atas

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak ke atas merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* z kurang dari 0.84 dan lebih dari 0.86 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak keatas menghasilkan nilai *accelerometer* z positif, berikut pada tabel 6.

Tabel 5. Pengujian Kondisi Sensor ke Kanan

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam	Sensor <i>Accelerometer</i> bergerak kekanan	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
	Ay	Ay			
1	0.07	0.24	0.17	Menyala	Berhasil
2	0.07	0.25	0.18	Menyala	Berhasil
3	0.08	0.24	0.16	Menyala	Berhasil
4	0.08	0.24	0.16	Menyala	Berhasil
5	0.08	0.26	0.18	Menyala	Berhasil

Tabel 6. Pengujian Kondisi Sensor ke Atas

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam	Sensor <i>Accelerometer</i> bergerak keatas	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
	Az	Az			
1	0.85	0.91	0.06	Menyala	Berhasil
2	0.84	0.90	0.06	Menyala	Berhasil
3	0.84	0.90	0.06	Menyala	Berhasil
4	0.84	0.91	0.07	Menyala	Berhasil
5	0.86	0.91	0.05	Menyala	Berhasil

8. Kondisi Sensor *Accelerometer* ke Bawah

Kondisi sensor *accelerometer* bergerak ke bawah merupakan kondisi dimana nilai *accelerometer* z kurang dari 0.84 dan lebih dari 0.86 berdasarkan acuan penelitian kondisi nilai sensor *accelerometer*, bahwa bergerak kebawah menghasilkan nilai *accelerometer* z negatif, berikut pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Kondisi Sensor ke Bawah

No	Sensor <i>Accelerometer</i> Diam	Sensor <i>Accelerometer</i> Bergerak ke bawah	Selisih	Lampu Merah dan Buzzer	Ket.
	Az	Az			
1	0.85	-0.08	-0.77	Menyala	Berhasil
2	0.84	-0.09	-0.75	Menyala	Berhasil
3	0.84	-0.09	-0.75	Menyala	Berhasil
4	0.84	-0.09	-0.75	Menyala	Berhasil
5	0.86	-0.10	-0.76	Menyala	Berhasil

Dari hasil pengujian sensor *accelerometer* tersebut, merupakan hasil dari pengujian ketika kondisi sensor mendeteksi pergerakan yang sangat signifikan atau pergerakan melebihi nilai aman yang sudah ditentukan. Hasil nilai tersebut diambil dengan satu kondisi bergerak ke depan dan belakang yang merupakan axis x, kemudian bergerak ke kiri dan kanan merupakan axis y, dan sensor berada di atas dan bawah merupakan axis z. Setiap pergerakan ke salah satu kondisi maka semua axis akan memberikan nilai, tetapi nilai axis yang paling besar adalah nilai sudut axis tersebut.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Hasil percobaan pemanfaatan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi pergerakan tanah menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- Sensor MPU6050 (*Accelerometer*) dapat membaca data pergerakan tanah dengan persentase *error* sebesar 0.53% dari hasil perbandingan dengan sensor *Accelerometer* pada smartphone android J3.
- Sensor MPU6050 (*Accelerometer*) dapat membaca pergerakan tanah aman dan bahaya, hasil dari pembacaan sensor tersebut di kirimkan ke server dengan delay waktu sebesar 1,8 detik, dari server ke aplikasi 1 detik dan dari hardware ke aplikasi sebesar 2,8 detik dengan persentase keberhasilan 100% dari hasil pengujian pengiriman data ke server.
- Sensor *rain* atau sensor hujan dapat membaca curah hujan untuk menentukan kondisi cuaca sesuai dengan aliran air yang terdeteksi oleh sensor *rain*.
- Hardware memberikan notifikasi berisi informasi yang di implementasikan dengan lampu dan buzzer pada saat kondisi tanah diam dan bergerak, serta dapat

memonitoring pergerakan tanah dan curah hujan melalui web aplikasi secara *realtime* selama hardware terkoneksi ke jaringan yang sudah di tentukan.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini masih banyak sekali kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi sempurna ataupun lebih baik lagi sehingga memiliki beberapa saran, diantaranya:

- a) Untuk penelitian selanjutnya, dapat menambahkan dan memanfaatkan modul gyroskop dan menambah sensor lainnya.
- b) Untuk sistem peringatan pada alat agar dapat memiliki buzzer yang terdapat dilokasi pemukiman warga atau masyarakat.
- c) Pada penelitian selanjutnya sistem aplikasi agar dapat diupdate menjadi sistem android karena dapat diakses lebih mudah dan digunakan oleh banyak orang.

REFERENSI

- [1] Arsyad, Sitanala.2006. *Konservasi Tanah dan Air*, Penerbit IPB(IPB Press, Bogor).
- [2] Caesar, Isnawaty, dan Askara, “Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman,” vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2016.
- [3] A. W. Burange and H. D. Misalkar, “Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy,” 2015.
- [4] Mehta, Mannan. 2015. “Esp 8266: A Breakthrough In Wireless Sensor Networks And Internet Of Things”. *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology* .
- [5] Dandun Widhiantoro. “Purwarupa Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Ultrasonik Dan Infrared Dengan Notifikasi Sms,” 2014, 132–37.
- [6] M. A. Novianta dan Suraya., “Perancangan Sistempergeseran Tanahmenggunakan Sensor Draw Wire Berbasis Mikrokontroler Dengan Informasi Sms Gateway” November, pp. 144–150, 2015. ISBN 978-602-14355-0 -2