

## Prototipe Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Translasi Berbasis Potensiometer Geser dan Sensor Kelembaban Tanah dengan Keluaran Notifikasi SMS

Febi Dwi Wahyuni\*, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 22 Januari 2022  
Direvisi: 14 Februari 2022  
Diterima: 16 Februari 2022

#### Kata kunci:

tanah longsor  
potensiometer geser  
modul yl-69  
modul sim800l

#### Keywords:

landslide  
sliding potentiometer  
yl-69 module  
sim800l module

#### Penulis Korespondensi:

Febi Dwi Wahyuni

#### Email:

febidwihayuni324@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dirancang prototipe sistem peringatan dini tanah longsor berbasis potensiometer geser dan sensor kelembaban tanah dengan keluaran berupa notifikasi peringatan akan adanya bahaya. Pergerakan massa tanah dideteksi menggunakan potensiometer geser yang memiliki pergeseran maksimum 6 cm, sedangkan kelembaban tanah dideteksi menggunakan modul sensor YL-69. Data masukan dari kedua sensor diolah oleh modul mikrokontroler Arduino Uno dan hasilnya dikeluarkan dalam bentuk informasi peringatan yang ditampilkan di LCD dan juga dikirim via layanan pesan singkat (SMS) menggunakan modul GSM SIM800L. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe sistem memiliki resolusi keluaran sebesar 0,8883 V/cm dan mampu mendeteksi pergeseran dengan kesalahan rata-rata 0,217 %. Kondisi yang dinotifikasi via SMS adalah “siaga” dan “bahaya”. Kondisi ini bergantung pada jenis, kelembaban, dan besar pergeseran tanah. Kondisi tanah yang terdiri dari dua lapisan (tanah liat di bagian bawah dan tanah gembur di atasnya), notifikasi “siaga” terkirim ketika terjadi pergeseran 4,05 cm dan kadar air tanah 59 %, dan “bahaya” pada pergeseran 5,54 cm dan kadar air tanah 68 %.

*A prototype of a landslide early warning system based on a sliding potentiometer and a soil moisture sensor has been designed with an output in the form of a warning notification of a hazard. This study focuses on the design of a prototype early warning system for landslides based on a sliding potentiometer and a soil moisture sensor with an output in the form of a warning notification of a hazard. The movement of soil mass was detected using a shear potentiometer which had a maximum shift of 6 cm, while soil moisture was detected using a YL-69 sensor module. The input data from the two sensors is processed by the Arduino Uno microcontroller module and the results are issued in the form of warning information displayed on the LCD and also sent via short message service (SMS) using the GSM SIM800L module. The test results show that the system prototype has an output resolution of 0.8883 V/cm and is able to detect shifts with an average error of 0.217%. Conditions that are notified via SMS are “alert” and “dangerous”. Condition depends on the type, humidity, and magnitude of soil displacement. For soil conditions that consist of two layers (clay at the bottom and loose soil on top), a “standby” notification is sent when a shift of 4.05 cm occurs and the soil moisture content is 59%, and “danger” at a shift of 5.54 cm and 68% soil water content.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Perpindahan massa batuan, regolit, dan tanah dari tempat lebih tinggi ke tempat lebih rendah yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi disebut dengan tanah longsor (Hary and Eng, 2006). Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2020 telah terjadi sekitar 572 kejadian tanah longsor di Indonesia (Arifin, 2020), sedangkan pada tahun 2021 sampai bulan April telah terjadi 233 kejadian tanah longsor di Indonesia. Banyaknya kejadian bencana alam tanah longsor menimbulkan dampak bagi masyarakat setempat. Dampak yang ditimbulkan berupa kerugian materi, korban jiwa, dan lain sebagainya. Menurut *Vulkanology Survey of Indonesia* (VSI) ada sekitar 800 milyar kerugian dan 1 juta jiwa yang terancam akibat dari bencana alam tanah longsor (Fitriani *et al.*, 2019). Dampak dari bencana alam tanah longsor dapat diatasi dengan adanya peringatan ataupun informasi bahwa akan terjadinya longsor, sehingga masyarakat bisa lebih waspada dan bersiap agar dapat meminimalisir dampak yang diakibatkan dari bencana alam tanah longsor.

Beberapa penelitian tentang perancangan peringatan dini untuk mengatasi tanah longsor telah dilakukan. (Lisnawati *et al.*, 2013) telah melakukan penelitian tentang perancangan sensor *extensometer* elektrik untuk mendeteksi pergeseran permukaan tanah dan sistem akuisisi data pada komputer yang dilengkapi dengan *database microsoft access*. Sensor *extensometer* dirancang menggunakan potensiometer *multiturn* untuk mengetahui pergeseran yang menyebabkan adanya perubahan pada resistansi. Penelitian ini dapat mendeteksi pergeseran tanah dalam orde millimeter. *Range* tegangan keluaran sensor *extensometer* adalah (0,016-4,8) volt dan *range* pergeserannya (0-14) cm. Pada pengembangan dan penyempurnaan penelitian selanjutnya, disarankan agar menambahkan media pemberitahuan sebagai peringatan tanah longsor.

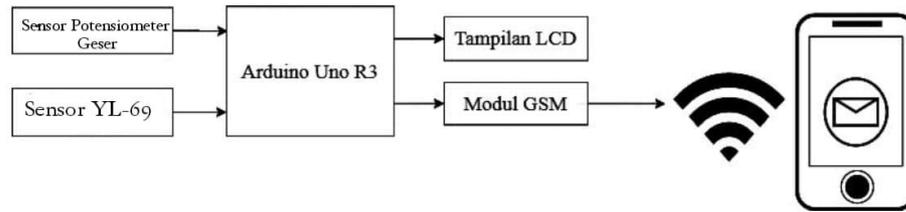
Sistem peringatan dini tanah longsor juga dapat dideteksi dengan sensor jarak VL53L0X yang berguna untuk mendeteksi adanya pergeseran tanah. (Diana and Wildian, 2019) telah merancang Sistem peringatan dini yang telah dirancang mampu mengirimkan informasi peringatan tanah longsor ke masyarakat umum menggunakan komunikasi jarak jauh berbasis SMS. SMS yang dikirim yaitu peringatan tanah longsor dengan kondisi siaga I, siaga II dan siaga III serta *link location* dari lokasi tanah longsor, sehingga informasi peringatan lebih cepat diketahui oleh masyarakat umum. *Link location* diakses pada *Google Map* untuk menunjukkan rute terdekat menuju lokasi longsor, sehingga masyarakat bisa menghindari rute tersebut untuk dilewati agar terhindar dari bencana. Sistem juga dilengkapi alarm sebagai peringatan ketika pergeseran telah mencapai kondisi bahaya longsor. Penelitian ini masih terdapat kekurangan yaitu alat yang telah dirancang pada penelitian ini diletakkan di dalam tanah, jadi ketika terjadi pergeseran tanah, tanah akan menekan alat tersebut yang dapat mengakibatkan kerusakan pada alat.

Berdasarkan sistem peringatan dini tanah longsor yang telah dibuat sebelumnya masih terdapat kelemahan yaitu kurangnya media pemberitahuan sistem peringatan dini pada tanah longsor, sehingga masih banyak masyarakat yang belum mendapatkan informasi saat akan terjadinya longsor secara *real time*. Penelitian ini merancang sistem *prototype* sederhana untuk mendeteksi pergeseran tanah menggunakan sensor potensiometer geser dan sensor kelembaban tanah untuk mengukur kadar air pada tanah. Salah satu parameter penyebab terjadinya tanah longsor yaitu berasal dari kelembaban tanah. Semakin lembab tanah maka semakin mempercepat terjadinya longsor.

## II. METODE

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras

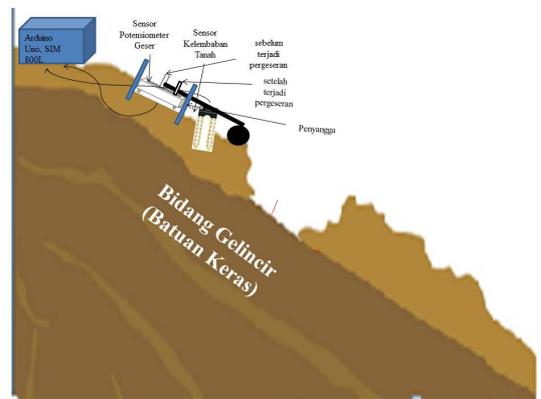
Perancangan perangkat keras menunjukkan sensor kelembaban tanah dan sensor potensiometer geser sebagai *inputan*. Sensor kelembaban tanah digunakan untuk mengukur kadar air yang terdapat di dalam tanah, sedangkan sensor potensiometer geser digunakan untuk mendeteksi adanya pergeseran tanah. Kedua sensor tersebut menghasilkan tegangan yang diproses oleh Mikrokontroler Arduino Uno R3. Sensor kelembaban tanah dan sensor potensiometer geser direspon oleh Mikrokontroler Arduino Uno R3, *output* yang didapatkan tampil pada LCD dan terkirim melalui notifikasi SMS. Diagram blok sistem dapat dilihat melalui Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

## 2.2 Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk memastikan semua komponen berjalan sempurna. Uji coba alat diterapkan pada simulator bidang miring atau miniatur tanah longsor yang telah diatur kelembaban dan kemiringan tanahnya. Sensor kelembaban tanah ini diletakkan pada tanah, sedangkan sensor potensiometer geser ini diletakkan di bidang miring pada tanah. Pada saat pengujian alat dilakukan yang memberikan respon pertama yaitu sensor potensiometer geser lalu diproses oleh Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan jika terjadi pergeseran maka secara otomatis kadar air akan langsung terukur. Karena salah satu penyebab terjadinya tanah longsor yaitu berasal dari kelembaban tanah itu sendiri. Semakin lembab tanah maka semakin mempertinggi resiko terjadinya longsor. Hasil yang didapatkan ditampilkan di LCD. Jika terjadi pergeseran tanah  $\leq 4$  cm akan akan ditampilkan data yaitu kondisi “aman” serta persentase kadar air dalam tanah. Jika pergeseran tanah  $\geq 4$  cm dan  $\leq 5$  cm akan data yang ditampilkan yaitu kondisi “siaga” dan % kadar air dalam tanah. Jika  $\geq 5$  cm maka data yang ditampilkan yaitu kondisi “bahaya” dan % kadar air dalam tanah. Notifikasi SMS peringatan dikirim pada saat kondisi siaga dan bahaya. Skema pemasangan sensor potensiometer geser dan sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema pemasangan sensor potensiometer geser dan sensor kelembaban tanah

## 2.3 Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis data dilakukan dengan menguji kelembaban, pergeseran tanah dan pengiriman notifikasi berupa SMS. Pengujian ini dilakukan dengan melihat kinerja sensor potensiometer geser dan sensor kelembaban tanah. Ketepatan dari sistem dapat ditentukan dari persentase error antara nilai aktual dengan nilai yang terlihat. Besar persentase error pada pengujian skala suatu alat ukur dapat ditentukan dengan Persamaan :

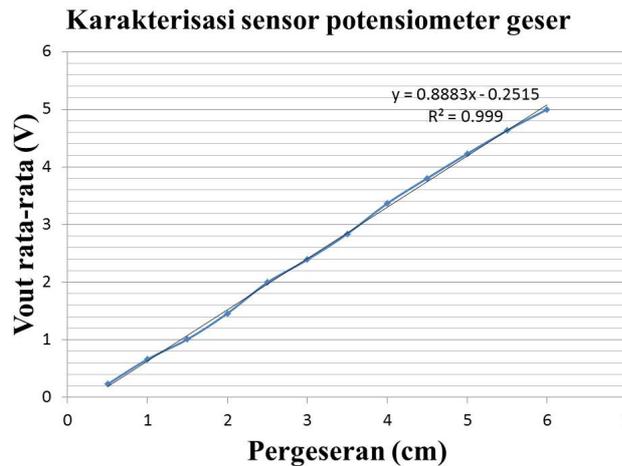
$$\%Error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

persamaan 1 didapatkan dari persentase kesalahan,  $Y_n$  adalah nilai sebenarnya pada alat pembanding dan  $X_n$  adalah nilai yang terbaca pada alat ukur. Persentase kesalahan dapatkan dengan membandingkan hasil yang didapatkan dari sensor dengan alat pembanding. Alat pembanding yang digunakan yaitu mistar untuk sensor potensiometer geser dan *moisture* meter untuk sensor kelembaban tanah.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Karakterisasi Sensor Potensiometer Geser

Karakterisasi sensor potensiometer geser dilakukan dengan pergeseran pada rentang 0-6 cm. Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin besar pergeseran sensor potensiometer geser maka tegangan keluaran sensor akan semakin besar. Fungsi transfer yang didapatkan dari hasil perbandingan keluaran tegangan dengan pergeseran sensor yaitu  $y = 0,8883x - 0,2515$ . Nilai ini menunjukkan setiap terjadi pergeseran 1 cm maka tegangan keluar sensor potensiometer geser akan meningkat sebesar 0,8883 V dan memiliki tegangan offset sebesar -0,2515 V. Nilai koefisien determinasi didapatkan dari hasil karakterisasi sensor potensiometer geser adalah 0,999. Nilai koefisien determinasi yang mendekati nilai 1 membuktikan bahwa pemilihan *trendline* sudah sesuai.



Gambar 3 Grafik hasil karakterisasi sensor potensiometer geser

#### 3.2 Hasil Pengujian Sensor Potensiometer Sebagai Pengukuran Pergeseran Tanah

Perbandingan hasil pengukuran pergeseran menggunakan sensor potensiometer geser dan mistar dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,217 %. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor potensiometer geser yang dirancang dapat berfungsi dengan baik.

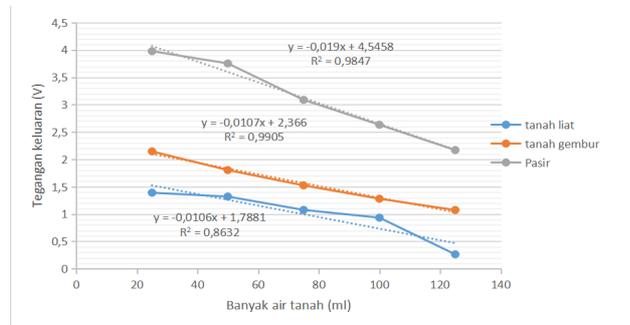
Tabel 1 Data hasil pengujian sensor potensiometer geser

No	Pergeseran Tanah Menggunakan Sensor Potensiometer Geser (cm)	Pergeseran Tanah Menggunakan Mistar (cm)	Persentase Kesalahan (%)
1	0,010	0,100	0,900
2	0,300	0,500	0,400
3	0,850	1,000	0,150
4	1,340	1,500	0,107
5	1,820	2,000	0,090
6	2,310	2,500	0,076
7	2,940	3,000	0,020
8	3,480	3,500	0,006
9	3,940	4,000	0,240
10	4,590	4,500	0,405
11	5,020	5,000	0,100
12	5,560	5,500	0,330
13	6,080	6,000	0,480
Rata-rata persentase kesalahan			0,217

#### 3.3 Hasil Karakterisasi Sensor Kelembaban Tanah

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor kelembaban tanah untuk menentukan kadar air di dalam tanah. Karakterisasi sensor kelembaban dilakukan dengan

menggunakan 3 jenis tanah, yaitu pasir, tanah gembur, dan tanah liat. Pada setiap jenis tanah dilakukan penambahan kadar air dengan rentang 25-125 ml. Penambahan air pada tanah terhadap tegangan keluaran sensor kelembaban tanah dilakukan untuk mengetahui perubahan dari nilai tegangan keluaran sensor ketika sensor diberi perlakuan terhadap penambahan kadar air di dalam tanah.



Gambar 4 Grafik hasil karakterisasi sensor kelembaban tanah

Gambar 4 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan kadar air dalam tanah maka tegangan keluaran sensor akan semakin menurun. Tanah yang memiliki kelembaban tinggi yaitu tanah liat. Karakterisasi sensor kelembaban tanah pada tanah liat didapatkan dengan fungsi transfer yang didapatkan dari hasil perbandingan antara tegangan keluaran sensor kelembaban tanah dengan banyak air tanah yaitu  $y = -0,0106x + 1,7881$ . Nilai ini menunjukkan setiap kali penambahan air 1 ml menghasilkan perubahan tegangan keluaran sebesar 0,0106 V, tegangan *offset* sebesar 1,7881 V serta nilai determinasi sebesar 0,8632. Nilai koefisien determinasi yang mendekati nilai 1 membuktikan bahwa pemilihan *trendline* sudah sesuai. Hal ini disebabkan karena tanah liat memiliki tekstur tanah yang halus, dimana tekstur tanah yang halus ini mempunyai daya menahan air yang besar daripada tanah bertekstur kasar. Daya tahan air yang lebih besar mampu menyebabkan kelembaban tanah semakin tinggi. Kelembaban tanah yang semakin tinggi menghasilkan tegangan yang semakin kecil (Husdi, 2018).

### 3.4 Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan keluaran dari sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter sebagai alat pembanding. Perbandingan hasil pengukuran antara sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter dilakukan untuk melihat keakuratan dari sensor yang telah dirancang. Pengujian sensor kelembaban dilakukan dengan menggunakan 3 jenis tanah, yaitu pasir, tanah gembur, dan tanah liat.

Tabel 2 Data hasil pengujian sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada pasir

No	Banyak Air Dalam Tanah (ml)	Kadar Air Tanah Dari Sensor Kelembaban Tanah (%)	Kadar Air Tanah Dari Moisture Meter (%)	Persentase Kesalahan (%)
1	0	19,450 %	17,500 %	0,111 %
2	25	38,910 %	37,500 %	0,038 %
3	50	46,040 %	40,000 %	0,151 %
4	75	52,810 %	54,600 %	0,033 %
5	100	63,250 %	65,000 %	0,027 %
6	125	76,680 %	82,000 %	0,065 %
7		Rata-rata persentase kesalahan		0,071 %

Data pengujian perbandingan nilai kelembaban tanah dari sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada pasir dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,071 %. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor kelembaban tanah yang dirancang dapat berfungsi dengan baik.

**Tabel 3** Data hasil pengujian sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada tanah gembur

No	Banyak Air Dalam Tanah (ml)	Kadar Air Tanah Dari Sensor Kelembaban Tanah (%)	Kadar Air Tanah Dari Moisture Meter (%)	Persentase Kesalahan (%)
1	0	38,510 %	30,000 %	0,284 %
2	25	70,090 %	55,000 %	0,274 %
3	50	76,640 %	65,000 %	0,179 %
4	75	80,250 %	80,000 %	0,003 %
5	100	80,940 %	82,000 %	0,013 %
6	125	83,580 %	83,000 %	0,007 %
7	Rata-rata persentase kesalahan			0,127 %

Data pengujian perbandingan nilai kelembaban tanah dari sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada tanah gembur dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,127 %. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor kelembaban tanah yang dirancang dapat berfungsi dengan baik.

**Tabel 4** Data hasil pengujian sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada tanah liat

No.	Banyak Air Dalam Tanah (ml)	Kadar Air Tanah Dari Sensor Kelembaban Tanah (%)	Kadar Air Tanah Dari Moisture Meter (%)	Persentase Kesalahan (%)
1	0	72,730 %	65,000 %	0,119 %
2	25	80,350 %	78,000 %	0,030 %
3	50	83,280 %	80,000 %	0,041 %
4	75	83,870 %	82,000 %	0,023 %
5	100	85,730 %	86,000 %	0,003 %
6	125	86,900 %	89,000 %	0,024 %
7	Rata-rata persentase kesalahan			0,039 %

Data pengujian perbandingan nilai kelembaban tanah dari sensor kelembaban tanah dengan *moisture* meter pada tanah liat dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan masing-masing yaitu pasir sebesar 0,039 %. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor kelembaban tanah yang dirancang dapat berfungsi dengan baik.

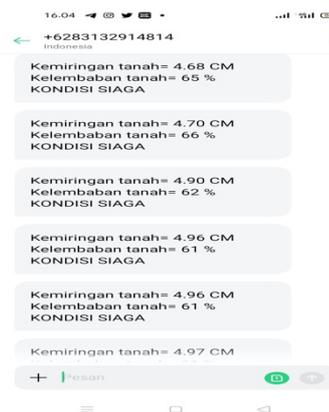
### 3.5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian rancangan alat secara keseluruhan meliputi penggabungan *hardware* dan *software*. Pengujian rancangan sistem monitoring pada pergeseran tanah longsor dilakukan secara keseluruhan untuk mengetahui kemampuan kerja masing-masing blok saat difungsikan secara bersamaan. Pengujian ini menghitung pergeseran tanah yang ditampilkan melalui LCD dan notifikasi SMS dengan kemiringan lereng sebesar 45°. Status pergeseran tanah telah dideteksi dengan baik oleh sistem sensor dengan status aman, siaga, dan bahaya. Jarak pergeseran tanah yang terjadi ditampilkan melalui LCD 2 x 16. SMS peringatan terkirim ketika pergeseran terjadi pergeseran tanah besar dari 4 cm. Nilai pergeseran tanah untuk status aman, siaga, dan bahaya ini ditetapkan sesuai dengan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) (Aldrian, 2001).

**Tabel 5** Data pengujian alat secara keseluruhan

No.	Waktu	Pergeseran Tanah (cm)	kadar air tanah (%)	Kondisi
1	09.30	0,46	18 %	Aman
2	09.38	4,68	65 %	Siaga
3	09.50	5,06	62 %	Bahaya

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian alat pada beberapa nilai pergeseran dan kadar air tanah. Pergeseran tanah 0,46 cm dengan kadar air tanah 18 % menunjukkan kondisi aman. Pergeseran 4,68 cm dengan kadar air tanah 65 % menunjukkan kondisi siaga. Pergeseran 5,06 cm dengan kadar air tanah 62 % menunjukkan kondisi bahaya. Notifikasi SMS peringatan dikirim saat kondisi tanah longsor siaga dan bahaya seperti dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8** Notifikasi SMS saat terjadi longsor

#### IV. KESIMPULAN

Hasil pengukuran potensiometer geser memiliki kesalahan rata-rata 0,217 %. Hasil pengukuran sensor kelembaban tanah memiliki kesalahan rata-rata 0,071 % pada pasir, tanah gembur sebesar 0,127 %, dan sebesar 0,039 % pada tanah liat. Sistem peringatan dini tanah longsor mampu memberikan informasi menggunakan LCD dan SMS. Hasil yang didapatkan yaitu pada pergeseran 0,46 cm dan kadar air tanah 18 % sistem menampilkan pesan “aman”. Pada pergeseran 4,68 cm dan kadar air tanah 65 % sistem menampilkan dan mengirim pesan “siaga”. Pergeseran 5,06 cm dan kadar air tanah 62 % sistem menampilkan dan mengirim pesan “bahaya”.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E.M.K. dan B. (2001), *Adaptasi Dan Mitigasi Perubahan Iklim Di Indonesia*, Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara BMKG, Jakarta.
- Arifin, D. (2020), “Sebanyak 2.925 Bencana Alam Terjadi Pada 2020 di Tanah Air, Bencana Hidrometeorologi Mendominasi”.
- Diana, G.O. and Wildian, W. (2019), “Rancang Bangun Sistem Pendeteksian Dini Tanah Longsor Berbasis SMS”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No. 1, pp. 20–25.
- Fitriani, P.N., Lestari, K.D., Pratama, H.D. and Madlazim, M. (2019), “Rancang Bangun Prototipe Deteksi Dini Tanah Longsor Berbasis Double Sensor”, *Inovasi Fisika Indonesia*, Vol. 8 No. 2.
- Hary, C.H. and Eng, M. (2006), “Penanganan Tanah Longsor dan Erosi”, Gajah Mada University Press.
- Lisnawati, L., Suciwati, S.W. and Warsito, W. (2013), “Rancang Bangun Sensor Extensometer Elektrik sebagai Pendeteksi Pergeseran Permukaan Tanah dan Sistem Akuisisi Data pada Komputer”, *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, Vol. 1 No. 1.
- Suraya. (2016), “Pergeseran Tanah Berbasis Sms Gateway Dan”, Vol. 10 No. 1, pp. 1210–1221.