

Desain dan Realisasi Alat Pendeteksi Perubahan Tingkat Kemiringan Tanah sebagai Penyebab Tanah Longsor Menggunakan Sensor Potensio Linier Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535

Shintha Yunia Ulfa, Gurum Ahmad Pauzi & Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
E-mail : shintha.unila@gmail.com, warsito@fmipa.unila.ac.id

Diterima (23 Nopember 2015), Direvisi (15 Oktober 2015)

Abstract. Landslide is a block of ground slipping against another ground. Landslides could be detected by determining changes in the slope of the ground level. This experiment demonstrated a design and realization of ground slope level detector using ATmega 8535 microcontroller - based linear potentiometer sensor. The system worked with four units of linear potentiometer sensors. The sensors were placed in each corner on the top side of the system, so that the sensors were able to detect the slope in four directions. For every change of the system slope, a burden would shift the wire towards the top and the bottom. The wire shift would trigger a change in resistance in the sensors. The output value of the sensors was connected to a voltage divider circuit before entering ADC. Therefore, the output value obtained from the system changed in accordance with the directions and the change in the slope level. Then, the output value were displayed on LCD and was stored in a micro SD. According to the experiment, the tool was capable of detecting change in the slope level measuring from 0° to 25° .

Keywords. Slope, landslide, sensors, linear potentiometer

Abstrak. Tanah longsor merupakan tergelincirnya satu blok (tanah) terhadap tanah yang lain. Tanah Longsor dapat dideteksi dengan perubahan tingkat kemiringan tanah. Penelitian ini menunjukkan desain dan realisasi alat pendeteksi tingkat kemiringan tanah menggunakan sensor potensio linier berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Sistem bekerja dengan 4 (empat) unit sensor potensio linier. Sensor ditempatkan pada setiap sudut bagian atas sistem. Sehingga sensor dapat mendeteksi kemiringan dengan empat arah. Setiap perubahan kemiringan sistem, beban akan menggeser kawat ke arah atas dan bawah. Pergeseran kawat ini yang menyebabkan resistansi pada sensor berubah. Nilai keluaran sensor dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan sebelum masuk ke ADC. Oleh karena itu nilai keluaran yang diperoleh oleh sistem berubah sesuai dengan arah dan perubahan tingkat kemiringan. Kemudian nilai keluaran ditampilkan pada LCD dan disimpan pada micro-sd. Berdasarkan penelitian alat yang digunakan dapat mendeteksi perubahan tingkat kemiringan 0° hingga 25° .

Kata Kunci. Kemiringan, tanah longor, sensor, potensio linier

PENDAHULUAN

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan.

Tanah longsor merupakan kejadian alam, yaitu tergelincirnya satu blok (masa) terhadap masa yang lain. Hal ini banyak disebabkan oleh tidak kuatnya gaya lekat (*resisting force*) antar lapisan tanah menahan perubahan masa (*driving force*) dalam struktur tanah. Ada 6 jenis tanah longsor yaitu longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah dan aliran bahan rombakan (VSI, 2014).

Menurut Lisnawati dkk, pada tahun 2012, pergerakan tanah dapat dideteksi dengan menggunakan sensor extensometer elektrik yang digunakan pada potensio multiturn. Pergeseran dari potensiometer menyebabkan perubahan pada hambatan. Sensor ini dihubungkan dengan sumber arus tetap, sehingga tegangan keluarannya sebanding dengan pergeseran translasinya. Tegangan keluaran dari sensor tersebut diperkuat oleh pengkondisi sinyal, dan selanjutnya keluarannya dibaca oleh mikrokontroler ATmega 8535.

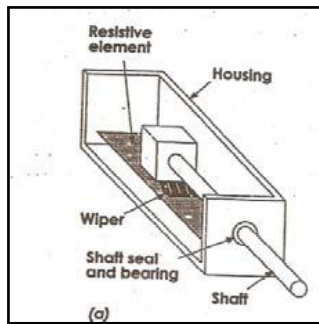
Secara umum menurut survey yang dilakukan oleh Hare, dkk pada tahun 2014 teknik pendeteksian longsor yang pernah diteliti dibagi menjadi beberapa metode diantaranya yaitu Teknik satelit atau penginderaan jauh, Teknik berbasis geodesi, Telusuran Laser *Terrestrial*, Sensor *Fiber Optic* dan *Senslide Detector* (Sistem Peringatan Dini).

Pada zaman modern seperti saat ini, tanah longsor tak hanya sering ditemukan pada daerah pegunungan yang memiliki tebing dan memiliki tingkat curah hujan yang tinggi. Namun, Penambahan beban lalu lintas pada konstruksi perkerasan jalan dan perumahan akan mempengaruhi pergerakan tanah di bawahnya yang akan menyebabkan keretakan di jalan raya dan tanah longsor. Sistem pendeteksi getaran jenis ini dapat dideteksi dengan sistem digital. Pada penelitian sebelumnya, pergeseran tanah diukur dengan menggunakan potensio geser.

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Potensiometer (*Potentiometer*) adalah resistor tiga terminal yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser (untuk potensio jenis geser) atau memutar (untuk potensio jenis putar) tuasnya (Nur, 2012).

Pada umumnya, bahan yang digunakan untuk membuat potensiometer ini adalah karbon. Adapula yang terbuat dari kawat, namun saat ini sudah jarang digunakan karena ukurannya yang besar. Pada potensiometer geser ini, perubahan nilai resistansinya hanyalah perubahan secara linier (Chandara dan Arifianto, 2010).

Salah satu jenis potensiometer adalah potensiometer geser, yaitu potensiometer yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser *knop* geser. **Gambar 1** memperlihatkan sebuah potensiometer geser, yang memiliki sebuah pita film, disebut sebagai jalur (*track*), yang terbuat dari karbon. Jalur ini terbuat dari bahan keramik yang bersifat konduktif. Ujungujung jalur terhubung ke dua buah terminal potensiometer (Lisnawati dkk, 2012).



Gambar 1. Potensio Geser (Lisnawati dkk, 2012)

Pergeseran potensiometer geser menyebabkan perubahan hambatan keluaran yang mewakili besar pergeseran tanah. Potensiometer geser dihubungkan dengan sumber arus tetap, sehingga tegangan keluarannya sebanding dengan pergeseran translasinya. Perubahan resistansi dapat dihitung dengan seperti pada persamaan 1.

$$dR = \frac{\rho}{A} dl \quad (1)$$

Nilai resistansi yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan tegangan. Seperti yang ditunjukkan oleh hukum ohm yang ditunjukkan pada persamaan 2 dan 3 (Suryono, 2008).

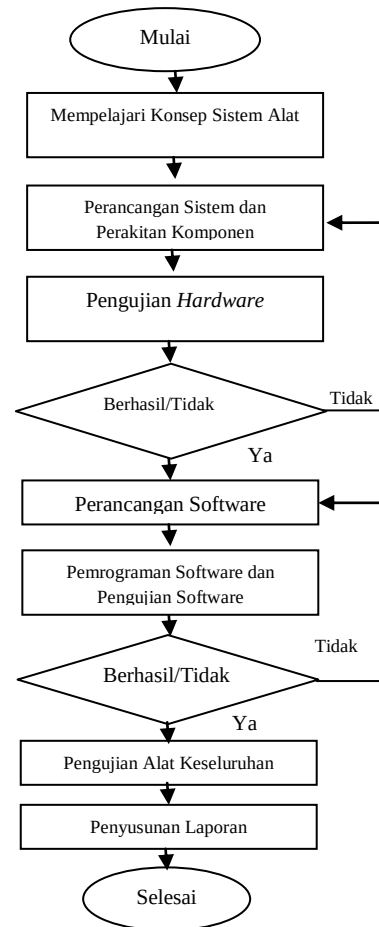
$$V = i \cdot R \quad (2)$$

$$V \approx R \quad (3)$$

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan beban sebagai penggerak potensiometer. Ketika simulator tanah dimiringkan, maka LCD akan menampilkan informasi berupa tegangan serta kemiringan tanah.

Untuk merealisasikan alat, digambarkan pada diagram alir **Gambar 2**. Pada **Gambar 2** langkah kerja realisasi alat terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pertama pembuatan *hardware* dan tahap kedua pembuatan *software*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

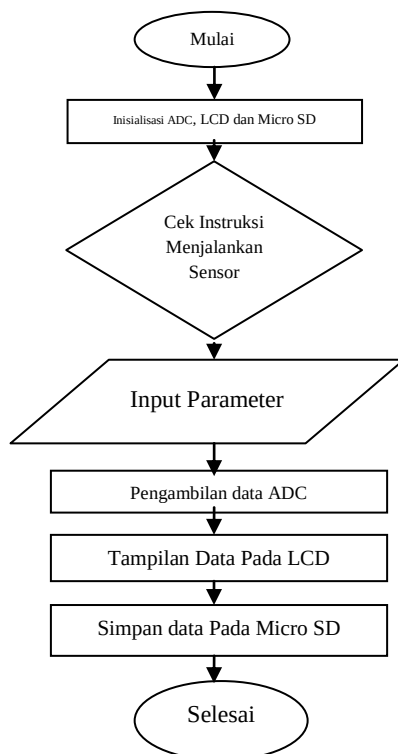
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras sistem pendeteksi perubahan tingkat kemiringan tanah terdiri dari 4 (empat) unit sensor potensiometer linier sebagai sensor pendeteksi perubahan tingkat kemiringan tanah, dimana rangkaian sensor dihubungkan dengan modul mikrokontroler dan diteruskan ke radio komunikasi. Semua rangkaian ini terhubung dengan sumber catudaya. Skema perancangan perangkat keras ini ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Lunak

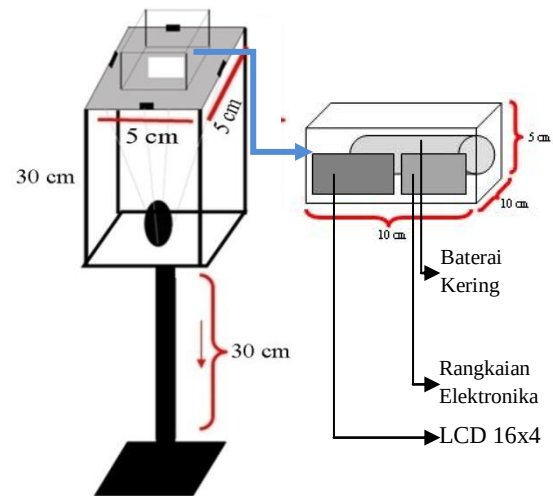


Gambar 4. Diagram alir perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak berfungsi untuk memberikan perintah dan menjalankan sistem. Perintah yang dilakukan adalah mengambil informasi tegangan dan tingkat kemiringan lalu dikirimkan ke penerima melalui kendali mikrokontroler. Dalam pembuatan perangkat lunak dibutuhkan diagram alir program sistem. Diagram alir perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Teknik Pengambilan Data

Beberapa parameter yang diambil dalam penelitian ini antara lain sudut kemiringan dan respon sensor berupa tegangan. Desain fisik alat sebagaimana yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Desain Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah direalisasikan suatu alat pendeteksi kemiringan tanah, yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas beberapa rangkaian antara lain rangkaian catu daya, sistem minimum mikrokontroler, rangkaian Micro SD dan rangkaian LCD. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa C sebagai bahasa pemrograman pada mikrokontroler. Pengujian sistem dilakukan menggunakan sistem pendeteksi kemiringan tanah dengan kemiringan 0° hingga 25° .

Sistem bekerja saat bagian bawah sistem mengalami kemiringan, kemudian beban yang digantungkan pada keempat sensor mengalami kemiringan searah dengan bagian bawah sistem. Kemiringan beban menyebabkan sensor mengalami perubahan resistansi dan perubahan tegangan yang diperoleh akan selalu berbanding lurus dengan perubahan resistansinya. Oleh karena itu, maka dilakukan karakterisasi sensor untuk mengetahui respon pergeseran knop sensor terhadap nilai resistansinya yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

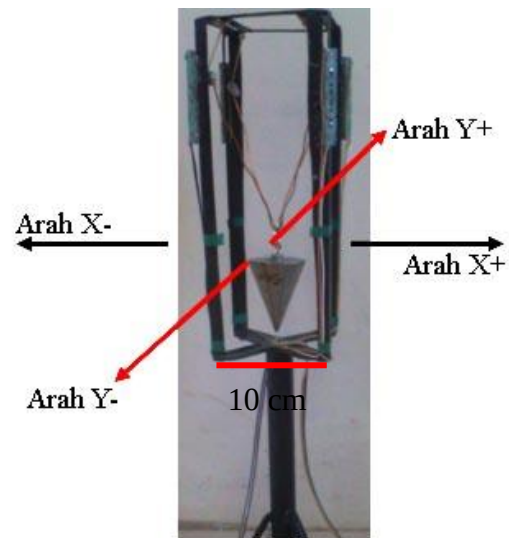
Tabel 2. Data pengukuran nilai hambatan potensiometer

Panjang pergeseran (cm)	Hambatan ($k\Omega$)			
	R1	R2	R3	R4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.7	0.7	0.68	0.7
1.0	9.4	9.3	9.4	9.4
1.5	17.8	17.8	17.8	17.9
2.0	27.7	27.7	27.7	27.7
2.5	37.3	37.3	37.3	37.3
3.0	46.9	46.9	46.9	46.9
3.5	50.0	50.0	50.0	50.0
4.0	51.8	51.8	51.8	51.8
4.5	53.4	53.2	53.4	53.4
5.0	54.5	54.5	54.5	54.5
5.5	55.1	55.0	55.1	55.0
6.0	55.6	55.6	55.6	55.5

Berdasarkan data yang diperoleh pada **Tabel 2**, terlihat bahwa pada setiap pergeseran knop sensor maka nilai hambatan akan semakin membesar. Data pengujian dimulai dari titik 0 cm hingga 6,0 cm. Pengukuran ini dilakukan pada keempat sensor yang digunakan.

Beberapa rangkaian yang dipakai pada keseluruhan alat, diantaranya adalah rangkaian catudaya, rangkaian pembagi tegangan, rangkaian LCD dan juga sistem minimum mikrokontroler. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran tegangan pada masing – masing sensor dengan arah yang berbeda. Adapun ketentuan arah dan posisi sensor di tunjukkan pada **Gambar 6**.

Pengujian rangkaian catudaya dilakukan dengan menghubungkan baterai ke rangkaian, jika LED menyala menandakan ada arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. Dengan sumber tegangan 9 volt, tegangan keluaran rangkaian hasil pengukuran bernilai 4,93 volt.

**Gambar 6.** Arah kemiringan tanah pada sistem

Pada penelitian ini, untuk menguji kemiringan tanah maka sistem mekanis digerakkan pada empat sisi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Untuk menguji tingkat kemiringan digunakan busur besar sehingga sistem dapat diarahkan pada tingkat kemiringan 0° hingga 25° .

Hasil penelitian menunjukkan respon yang berbeda pada setiap arahnya. Naik dan turunnya knop sensor bergantung pada arah kemiringan beban. Respon sensor yang diukur sebanyak dua kali yaitu pada tegangan keluaran (V_{out}) rangkaian pembagi tegangan dan sistem pada LCD yang diperoleh dari keluaran nilai pembagi tegangan yang kemudian dikirimkan ke ADC dalam bentuk sinyal analog yang diproses oleh mikrokontroler yang telah diberi program bahasa C kemudian data dari ADC ditampilkan pada LCD dan disimpan ke Micro SD. Setiap pengukuran dilakukan tiga kali pengulangan, sehingga diperoleh data nilai rata – rata yang ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Pengujian Sistem Arah X -

No	Kemiringan (°)	Tegangan Pada Sistem (Volt)				Tegangan Pada Multimeter (Volt)			
		V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
1	0	1.65	1.697	1.627	1.723	1.38	1.423	1.37	1.45
2	5	1.65	1.723	1.65	1.723	1.39	1.44	1.377	1.443
3	10	1.64	1.717	1.647	1.737	1.363	1.44	1.383	1.447
4	15	1.62	1.727	1.653	1.71	1.367	1.44	1.37	1.427
5	20	1.62	1.74	1.647	1.707	1.34	1.447	1.387	1.42
6	25	1.617	1.733	1.673	1.703	1.34	1.457	1.383	1.407

Pada setiap perubahan kemiringan sistem, beban akan menggeser kawat ke arah atas dan bawah. Pergeseran kawat ini yang menyebabkan resistansi pada sensor berubah. Oleh karena nilai keluaran sensor dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan sebelum masuk ke ADC maka, nilai keluaran yang

diperoleh oleh sistem secara keseluruhan juga berubah sesuai dengan arah dan perubahan tingkat kemiringan.

Berdasarkan perhitungan berdasarkan analisis grafik dan perhitungan yang diperoleh sebagaimana yang ditunjukkan oleh data pada **Tabel 3**, maka diperoleh persamaan keluaran pada setiap arahnya.

$$y_{x-} = 128.305x_1 - 136.4425x_2 - 140.413x_3 + 133.1025x_4 + 35.125 \quad (5)$$

$$y_{x+} = -72.927x_1 + 30.2425x_2 + 48.863x_3 - 71.843x_4 - 122.40 \quad (6)$$

$$y_{y-} = -209.385x_1 - 190.258x_2 + 132.898x_3 + 647.725x_4 - 664.748 \quad (7)$$

$$y_{y+} = 132.973x_1 + 132.1875x_2 - 158.203x_3 - 310.475x_4 + 822.5 \quad (8)$$

Keterangan :

y = tingkat kemiringan tanah (°)

x = tegangan keluaran sistem (V)

Berdasarkan persamaan yang diperoleh sebagai mana yang ditunjukkan oleh persamaan 5, 6, 7 dan 8 maka dapat diketahui bahwa tingkat kemiringan tanah dapat dianalisis berdasarkan perubahan tegangan pada setiap sensor.

Data – data hasil pengujian tersimpan secara bertumpuk di dalam file tersebut. Isi file ini dapat diakses menggunakan komputer yang dilengkapi Slot Micro SD dan dibuka dengan editor Notepad seperti pada **Gambar 7**.

V1	V2	V3	V4
1.65	1.697	1.627	1.723
1.65	1.723	1.65	1.723
1.64	1.717	1.647	1.737
1.62	1.727	1.653	1.71
1.62	1.74	1.647	1.707
1.617	1.733	1.673	1.703
1.65	1.743	1.69	1.727
1.717	1.77	1.69	1.75
1.717	1.763	1.697	1.74
1.72	1.753	1.71	1.8
1.7	1.733	1.673	1.8
1.717	1.707	1.657	1.8
1.683	1.75	1.647	1.727
1.687	1.75	1.663	1.747
1.677	1.747	1.673	1.75
1.67	1.743	1.68	1.76
1.653	1.747	1.687	1.77
1.657	1.733	1.673	1.773
1.65	1.697	1.627	1.723
1.65	1.723	1.65	1.723
1.64	1.717	1.647	1.737
1.62	1.727	1.653	1.71
1.62	1.74	1.647	1.707
1.617	1.733	1.673	1.703
1.65	1.743	1.69	1.727
1.717	1.77	1.69	1.75
1.717	1.763	1.697	1.74
1.72	1.753	1.71	1.8
1.7	1.733	1.673	1.8
1.717	1.707	1.657	1.8
1.683	1.75	1.647	1.727
1.687	1.75	1.663	1.747
1.677	1.747	1.673	1.75
1.67	1.743	1.68	1.76
1.653	1.747	1.687	1.77
1.657	1.733	1.673	1.773
1.65	1.697	1.627	1.723
1.65	1.723	1.65	1.723
1.64	1.717	1.647	1.737
1.62	1.727	1.653	1.71
1.62	1.74	1.647	1.707
1.617	1.733	1.673	1.703
1.65	1.743	1.69	1.727
1.717	1.77	1.69	1.75
1.717	1.763	1.697	1.74
1.72	1.753	1.71	1.8
1.7	1.733	1.673	1.8
1.717	1.707	1.657	1.8
1.683	1.75	1.647	1.727
1.687	1.75	1.663	1.747
1.677	1.747	1.673	1.75
1.67	1.743	1.68	1.76
1.653	1.747	1.687	1.77
1.657	1.733	1.673	1.773
1.65	1.697	1.627	1.723
1.65	1.723	1.65	1.723
1.64	1.717	1.647	1.737
1.62	1.727	1.653	1.71
1.62	1.74	1.647	1.707
1.617	1.733	1.673	1.703
1.65	1.743	1.69	1.727
1.717	1.77	1.69	1.75
1.717	1.763	1.697	1.74
1.72	1.753	1.71	1.8
1.7	1.733	1.673	1.8
1.717	1.707	1.657	1.8
1.683	1.75	1.647	1.727
1.687	1.75	1.663	1.747
1.677	1.747	1.673	1.75
1.67	1.743	1.68	1.76

Gambar 7. Pembacaan hasil perekaman data



Gambar 8. Tampilan pada LCD

Tampilan hasil pengujian ditunjukkan pada **Gambar 8**. Sebagai penampil data pengamatan, penelitian ini menggunakan LCD. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 4x16. Artinya dalam sekali tampilan Saat sistem pendeteksi kemiringan tanah dihubungkan dengan catudaya, maka LCD akan menyampaikan informasi mengenai proses yang sedang berlangsung. Untuk menampilkan karakter pada LCD diperlukan inisialisasi yang dituliskan pada program yaitu sebagai berikut:

```
lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("V1 ");
lcd_gotoxy(8,1); lcd_putsf("V2 ");
lcd_gotoxy(0,2); lcd_putsf("V3 ");
lcd_gotoxy(8,2); lcd_putsf("V4 ");
lcd_gotoxy(3,1); lcd_puts(temp1);
lcd_gotoxy(11,1); lcd_puts(temp2);
lcd_gotoxy(3,2); lcd_puts(temp3);
lcd_gotoxy(11,2); lcd_puts(temp4);
```

Perintah `lcd_gotoxy (0,1)` meunjukkan bahwa tulisan yang akan ditulis akan ditempatkan pada baris ke 0 dan kolom ke 1. Sedangkan `lcd_putsf` dan `lcd_puts` adalah perintah untuk menuliskan karakter pada LCD.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis maka dapat disimpulkan bahwa potensio linier dapat digunakan sebagai sensor pada sisitem pedeteksi tingkat kemiringan tanah. Jangkauan tingkat kemiringan tanah yang dapat diukur oleh sistem berkisar antara 0° hingga 25° . Data hasil pendeteksian

sistem dapat ditampilkan pada LCD dan disimpan pada Micro SD. Sistem dapat mendeteksi kemiringan pada empat arah. Untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya adalah dapat menemukan sistem pendeteksi tingkat kemiringan yang lebih efektif dan menemukan korelasi antara keluaran sistem dengan tingkat kemiringan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandara F dan D Arifianto. 2010. *Jago Elektronika Rangkaian Sistem Otomatis*. Kawan Pustaka. Jakarta.
- Hare Yuga, Vatti Rambabu, Dande Rajeshwari, Vinchurkar Pooja. 2014. Landslide Detection Techniques, Vishwakarma Institute of Technology India. *International Journal of Electrical Electronics & Computer Science Engineering* Volume 1, Issue 1 (February 2014), ISSN : 2348 2273.
- Lisnawati, Sri Wahyu Suciati, Warsito. 2013. Rancang Bangun Sensor Extensometer Elektris Sebagai Pendeteksi Pergeseran Permukaan Tanah dan Sistem Akusisi Data Pada Komputer. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol.1,No.1
- Nur, Efendi. 2012. *Resistor variabel (variable resistor atau varistor)*. <http://www.VisitXtGem.com>. diakses pada tanggal 25 Oktober 2014 pukul 10.35.
- Suryono. 2008. Rancang Bangun Sensor Pergeseran Tanah Digital. *Jurnal Berkala Fisika*. Vol 11, No.4
- VSI. 2014. *Pengenalan Gerakan Tanah(Survey)*. Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Jakarta.

Shintha Yunia Ulfa dkk : Desain dan realisasi alat pendeteksi perubahan tingkat kemiringan tanah sebagai penyebab tanah longsor menggunakan sensor potensio linier berbasis mikrokontroler atmega 8535