

MONITORING BERGESERNYA TANAH DENGAN MEMBUAT SIMULASI DATA LOGGER BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PRO MINI

JOHN ADLER, EKO APRIANTO

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia

Pembukaan lahan untuk tempat tinggal merupakan kebutuhan yang tidak bisa dihindari. Akan tetapi pembukaan lahan tersebut seringkali tidak melihat struktur kondisi tanah. Pergeseran tanah yang terjadi pada permukaan tanah adalah indikasi terjadinya bencana tanah longsor. Maka dari itu dibutuhkan suatu sistem data logger. Pembuatan data logger ini menggunakan sampel tanah berwarna merah dan pasir, masing-masing dengan massa 500gram dan 1000gram. Simulasi dilakukan dengan cara membuat suatu jalur pergeseran dan diuji dengan sudut 15°, 30°, 45°, dan 60°. Data dari sensor berupa nilai ADC, yang bertambah sesuai pergeseran tanah dan dikirim dengan wireless, ditampilkan pada Visual Basic dan disimpan di Microsoft Access. Selain itu terdapat modul SD card untuk penyimpanan data cadangan. Hasil dari pengujian modul Data Logger ini mampu mendeteksi pergeseran tanah sejauh ± 221 cm dengan sensitifitas 10cm = 46 nilai ADC.

Pengujian pada tanah berwarna merah dan pasir pada sudut 15° tidak mengalami pergeseran. Sedangkan pengujian untuk massa 500gram pada sudut 30°, 45°, 60° dihasilkan masing-masing kecepatan rata-rata 1,39m/s dan 1,38m/s, 7,73m/s dan 7,78m/s serta 8,17 dan 8,22m/s. Untuk massa 1000gram pada sudut yang sama menghasilkan kecepatan rata-rata 0,77m/s dan 0,76m/s, dan 4,34m/s dan 4,31m/s, , serta 4,58m/s dan 4,68m/s.

Keywords : *Pergeseran tanah, Data logger, Sistem akuisisi data, Database, Wireless*

PENDAHULUAN

Pembangunan perumahan untuk memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal mengakibatkan pembukaan lahan untuk memenuhi kebutuhan tersebut juga bertambah. Pada daerah tersebut hampir di setiap lahan yang masih tersedia dimanfaatkan untuk pembangunan perumahan tanpa melihat struktur kondisi tanah. Meminimalisasi korban jiwa dapat dilakukan apabila kita mempunyai sistem monitoring yang berkelanjutan. Sistem monitoring ini berupa sistem akuisisi pengambilan data mengenai faktor penyebab bencana tersebut.

Sistem pemantauan secara manual mungkin saja bisa dilakukan, tetapi cara tersebut dinilai tidak efektif. Untuk itu dibutuhkan suatu metode monitoring yang dapat dilakukan secara berkelanjutan. Pembuatan data logger berbasis arduino untuk mendeteksi pergeseran tanah merupakan salah satu upaya untuk dapat

mendeteksi indikasi terjadinya tanah longsor.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk melakukan penelitian ini, pertama kita harus mengetahui teori tentang tanah longsor dan pengaruh sudut terhadap kecepatan. Karena pada umumnya tanah longsor terjadi pada bidang miring.

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, dan tanah. Material campuran tersebut bergerak ke bawah atau keluar lereng. Artinya tanah tersebut bergerak pada bidang miring. Ada beberapa jenis tanah longsor, yaitu [1] [2] [3]:

1. Longsoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.
2. Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

3. Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.
4. Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.
5. Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.
6. Aliran Bahan Rombakan, Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi disepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai disekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

a. Pengaruh Sudut Terhadap Kecepatan

Pada hukum Newton II menjelaskan bahwa pengaruh kemiringan akan mempengaruhi kecepatan. Pada penelitian yang dilakukan besarnya sudut mempengaruhi kecepatan pergerakan dari tanah. Hukum Newton II tentang gerak menjelaskan bahwa setiap benda yang bergerak dipengaruhi oleh gaya yang bekerja pada bidang tersebut.

Hukum Newton II dapat dituliskan [4]:

$$\sum F = m.a \dots\dots\dots(1)$$

dimana F = gaya (N), m = massa (kg), a = percepatan(m/s). Karena gaya yang bekerja pada sumbu x maka persamaan tersebut diturunkan menjadi

$$w. \sin \theta = m.a \dots\dots\dots(2)$$

$$m.g. \sin \theta = m .a \dots\dots\dots(3)$$

gaya gesek diabaikan karena pengujian jalur pergeseran memiliki permukaan licin. Saat pengujian keadaan awal sampel diam (Vo = nol). Sehingga dengan menggunakan rumus integral a dapat diturunkan

$$V = V_0 + \int a.dt = 0 + a.t$$

$$a = \frac{v}{t} \dots\dots\dots(4)$$

maka rumus (3) diturunkan kembali menjadi

$$m.g. \sin \theta = (m.v)/t \dots\dots\dots(5)$$

$$v = 9,8. \sin \theta.t \dots\dots\dots(6)$$

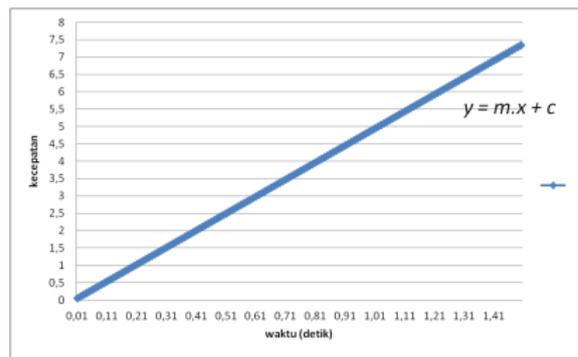
Rumus (6) untuk mencari kecepatan pada bidang miring dimana v akan berbanding lurus dengan besar sudut.

b. Persamaan Linear

Persamaan linear merupakan sebuah persamaan aljabar dimana tiap sukunya mengandung konstanta atau perkalian konstanta dengan tanda sama dengan serta variabelnya berpangkat satu. Persamaan ini dikatakan linear karena jika kita gambarkan dalam koordinat cartesius berbentuk garis lurus. Bentuk umum untuk persamaan linear satu variabel yaitu:

$$y = mx + c \dots\dots\dots(7)$$

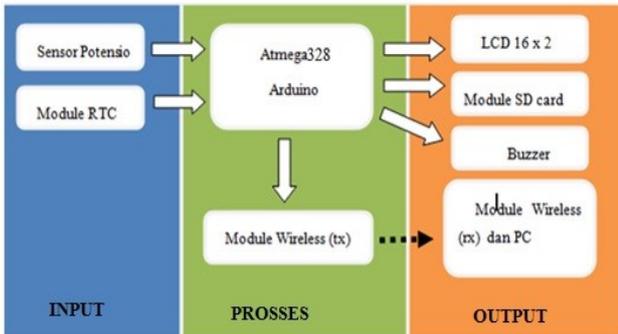
Dalam persamaan (7) konstanta m menggambarkan gradien garis serta konstanta c adalah titik potong garis dengan sumbu-y. Secara umum persamaan linear digambarkan dengan sebuah persamaan garis.



Gambar 1. Grafik persamaan linear

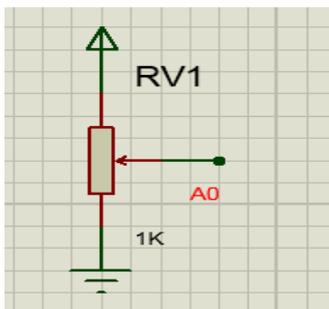
PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan rancangan bagaimana alat dapat bekerja dengan sistematis. Perancangan ini terdiri dari tiga blok perancangan terdiri dari blok *input*, blok *proses* dan blok *output*. Pada blok terdiri dari masukan sensor, yaitu sensor potensiometer dan sensor RTC. Pada blok proses yaitu bagaimana data dari sensor diolah menggunakan arduino pro mini [5]. Blok proses bagian dimana data yang telah didapat dari sensor diolah menjadi sebuah informasi. Pada blok *output* terdiri dari modul LCD, modul SD card, buzzer, dan terakhir adalah modul *wireless* atau PC.



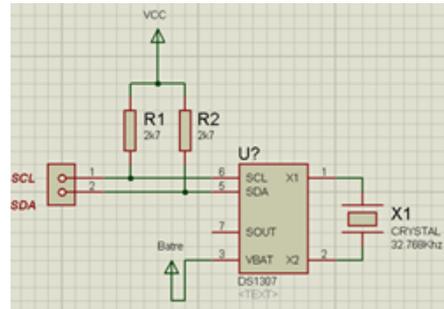
Gambar 2 . Blok diagram alat

Mikrokontroler Atmega328 Arduino berfungsi mengolah data yang didapat dari sensor potensiometer dan modul RTC kemudian mengirim data tersebut melalui wireless dan mengatur buzzer sebagai alarm, selain itu data ditampilkan pada modul LCD dan disimpan pada modul SD card. **Sensor Potensiometer** merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi pergeseran pada permukaan tanah.



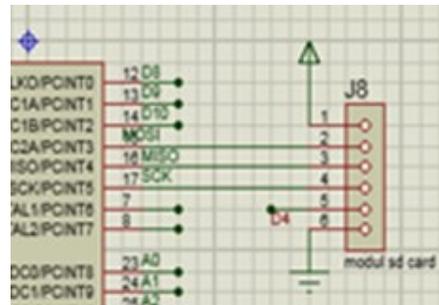
Gambar 3. Rangkaian sensor potensiometer

Modul RTC berfungsi sebagai sumber acuan waktu (*real time*). Informasi yang dihasilkan berupa tahun, bulan, tanggal, hari, jam, menit, detik.



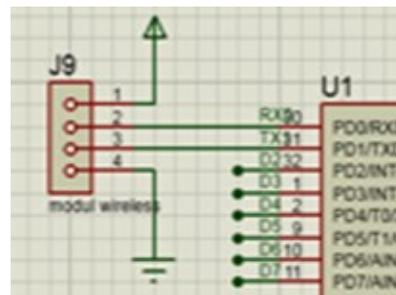
Gambar 4. Rangkaian modul RTC

Modul Sd card berfungsi sebagai penyimpanan data cadangan dari alat. Data disimpan pada sebuah SD card dengan format xls.

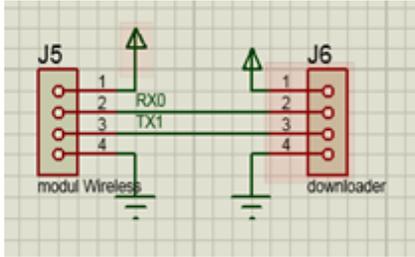


Gambar 5. Rangkaian modul SD card

Modul wireless berfungsi untuk mengirimkan data kepada user (*receiver*) secara *wireless*.

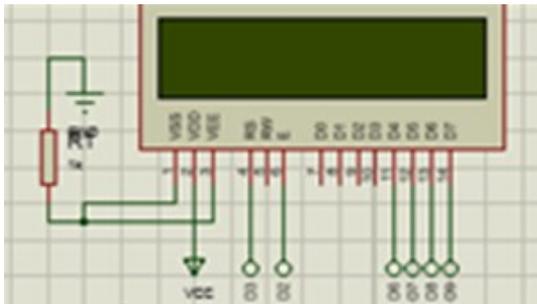


Gambar 6. Rangkaian modul wireless Transmitter



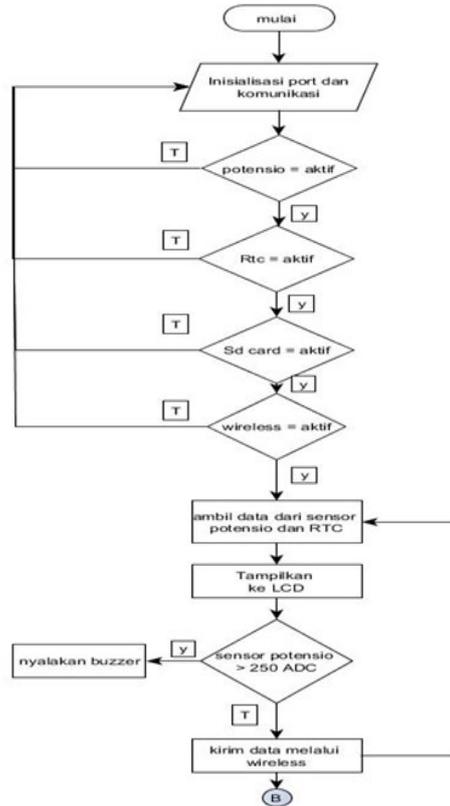
Gambar 7. Rangkaian modul wireless Receiver

Modul LCD terdapat pada alat yang berfungsi untuk menampilkan informasi dari data yang diperoleh sensor.



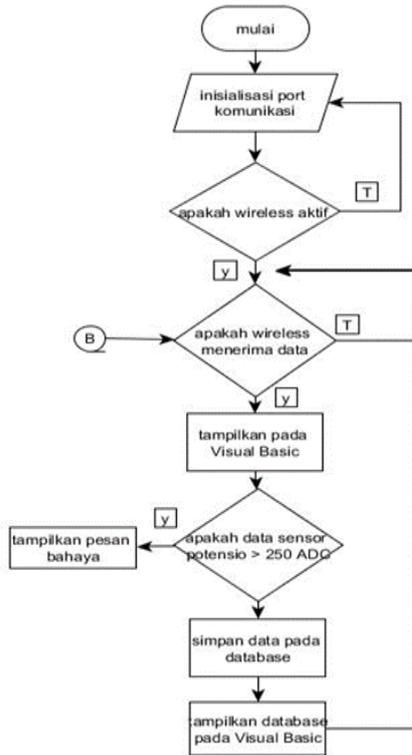
Gambar 8. Rangkaian modul LCD

Perancangan algoritma pada pembuatan alat ini terdiri dari dua bagian, yang pertama algoritma pengiriman dan kedua algoritma penerimaan. Algoritma pengiriman ini merupakan algoritma mengenai proses pengambilan data, penyeleksian data, dan proses pengiriman data. Pada algoritma pengiriman pertama mendeteksi apakah semua sensor telah terpasang pada alat. Kemudian proses pengambilan data dari sensor.



Gambar 9. Algoritma pengiriman

Proses penyeleksian data untuk mendeteksi apakah pergeseran telah melebihi batas maksimal pergeseran. Kemudian data dikirim secara wireless. Data juga ditampilkan pada modul LCD dan disimpan pada modul sd card. Gambar 9 merupakan alur dari algoritma pengiriman.



Gambar 10. Algoritma penerimaan

Gambar 10 adalah rancangan algoritma penerimaan pada alat. Pada algoritma penerimaan pertama adalah pemeriksaan inisialisasi modul *wireless*. Setelah inisialisasi selesai kemudian memeriksa apakah modul *wireless* menerima data atau tidak, jika modul menerima data, data tersebut akan ditampilkan pada Visual Basic. Data yang telah diterima juga tersimpan pada *database* pada *Microsoft Access*. *Database* pada *Microsoft Access* juga ditampilkan kembali pada Visual Basic dengan sebuah Data Grid [6].

PENGUJIAN DAN ANALISA

1. Pengujian

Hasil pengujian pada tiap sudut akan menghasilkan nilai ADC yang berbeda-beda tiap perubahan sudut. Karena pada setiap sudut yang di uji, nilai dari sin θ akan berubah.

Tabel 1. Hasil pengujian massa 500gram

no	nilai ADC							
	15°		30°		45°		60°	
	pasir	tanah	pasir	tanah	pasir	tanah	pasir	tanah
1	0	0	300	281	265	255	183	189
2	0	0	294	284	268	250	170	185
3	0	0	293	286	266	249	186	190
4	0	0	298	288	256	223	192	192
5	0	0	300	290	258	232	176	192
6	0	0	295	287	234	237	179	191
7	0	0	300	284	236	247	181	174
8	0	0	298	297	236	243	160	176
9	0	0	302	283	236	266	170	176
10	0	0	290	300	260	236	182	200
rata	0	0	297	288	252	244	178	187
min	0	0	290	281	234	223	160	174
max	0	0	302	300	268	266	192	200

Tabel 2. Hasil pengujian massa 1000gram

no	nilai ADC							
	15°		30°		45°		60°	
	pasir	tanah	pasir	tanah	pasir	tanah	pasir	tanah
1	0	0	343	303	274	260	263	230
2	0	0	348	302	278	312	236	225
3	0	0	340	301	257	282	241	227
4	0	0	354	292	260	260	215	219
5	0	0	340	311	258	258	218	229
6	0	0	300	312	263	260	212	217
7	0	0	302	312	258	260	200	230
8	0	0	335	302	260	258	203	235
9	0	0	306	301	260	261	225	226
10	0	0	302	300	260	260	219	215
rata	0	0	327	304	263	267	223	225
min	0	0	300	292	257	258	200	215
max	0	0	354	312	278	312	263	235

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil perolehan nilai ADC dari percobaan pada sampel uji pasir dan tanah merah dengan massa sampel uji 500gram. Dari hasil pengujian pada sampel uji 500gram nilai ADC memiliki range yang berbeda pada setiap sudutnya. Pada sudut 15° nilai ADC yang diperoleh adalah nol. Karena pada sudut 15° tidak ada pergerakan dari sampel uji. Pada sudut 30° rata-rata nilai ADC yang diperoleh pasir dan tanah berwarna merah

adalah 327 dan 304. Pada sudut 45 ° nilai rata - rata ADC yang diperoleh adalah 263 dan 267. Pada sudut 60 ° nilai rata - rata nilai ADC yang diperoleh adalah 223 dan 225.

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil perolehan nilai ADC dari percobaan pada sampel uji pasir dan tanah merah dengan massa sampel uji 1000gram. Dari hasil pengujian pada sampel uji 1000gram nilai ADC memiliki range yang berbeda pada setiap sudutnya. Pada sudut 15° nilai ADC yang diperoleh adalah nol. Karena pada sudut 15° tidak ada pergerakan dari sampel uji. Pada sudut 30° rata - rata nilai ADC yang diperoleh pasir dan tanah berwarna merah adalah 297 dan 288. Pada sudut 45 ° nilai rata - rata nilai ADC yang diperoleh adalah 252 dan 244. Pada sudut 60° nilai rata - rata nilai ADC yang diperoleh adalah 178 dan 187.

Nilai - nilai ADC yang diperoleh adalah nilai hasil *try and error*. Nilai ADC ini adalah nilai yang akan menentukan apakah kondisi tanah berbahaya atau tidak. Batas nilai ADC yang ditentukan pada pengujian adalah 250, sehingga saat nilai ADC > dari 250 maka akan mengaktifkan buzzer sebagai tanda bahaya. Kemudian pada interface di Visual Basic juga akan tampil pesan peringatan bahwa kondisi tanah rawan tanah longsor.

Pengujian dilakukan dengan panjang lintasan ± 55cm. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat

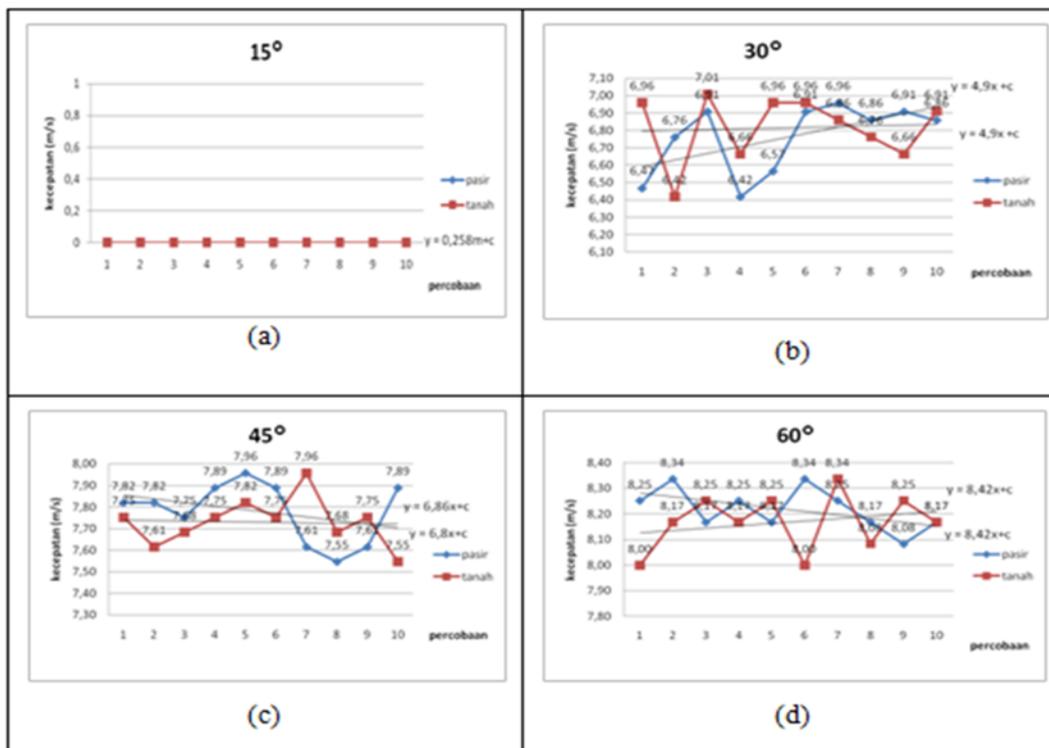
ditentukan juga jarak maksimal pergeseran yang dapat dijangkau oleh alat. Nilai rata - rata dari semua pengujian menghasilkan nilai 254 nilai ADC. Dengan rumus perbandingan :

$$\frac{s}{S_{max}} = \frac{\text{nilai ADC}}{\text{Max nilai ADC}} \dots\dots\dots(8)$$

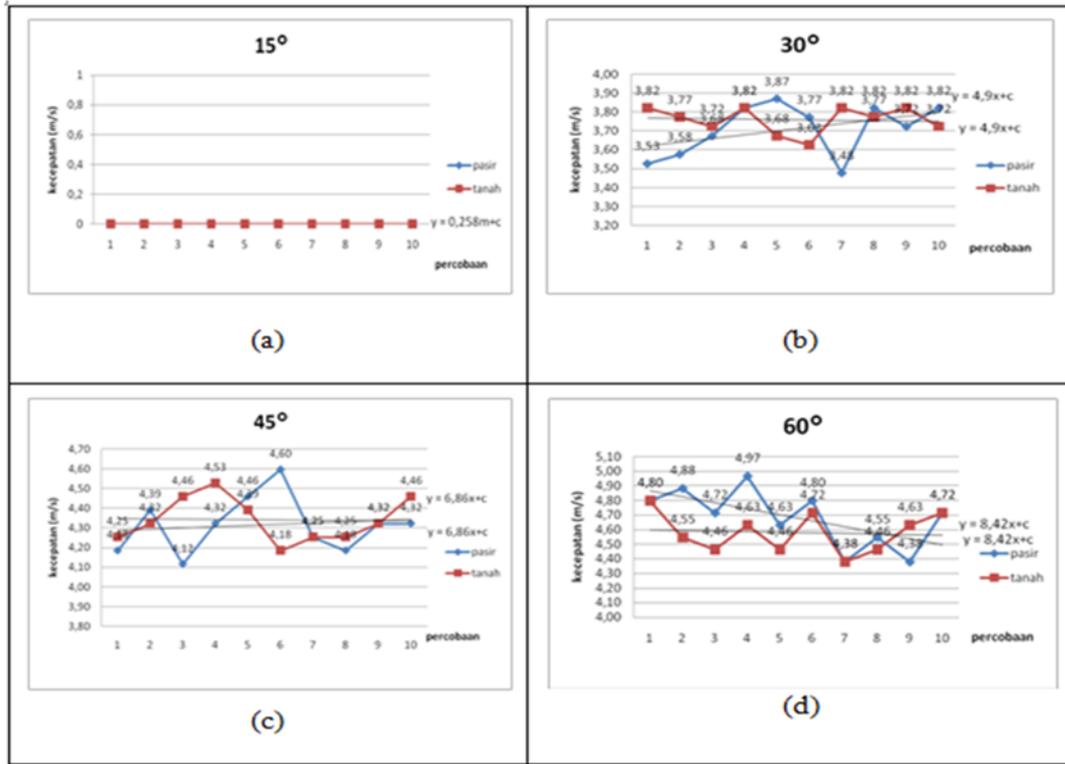
maka dapat dihitung berapa maksimal pergeseran. Dimana s adalah panjang lintasan dan S_{max} adalah panjang maksimal. Sehingga diperoleh $55/(S_{max}) = (254)/1024 = 56320/354 = \pm 221 \text{ cm}$. Jika pada saat 55cm nilai ADC 254 maka sensitifitas modul dapat dihitung dengan cara $(10/55 = n/254) = 2540/55 = \pm 46 \text{ ADC}/10\text{cm}$.

Gambar 11 dan gambar 12 merupakan gambar grafik hasil dari pengujian alat. Pada gambar tersebut terlihat perubahan kecepatan berdasarkan perubahan sudut yang dilakukan.

Setiap sudut membentuk persamaan linear yang berbeda - beda, pada sudut 15° persamaan linearnya $y = 0,25x+c$, sudut 30° persamaan linearnya $y = 4,9x+c$, sudut 45° persamaan linearnya $y = 6,86x+c$, dan sudut 60° persamaan linearnya $y = 8,42x+c$. Dengan persamaan linear tersebut kita dapat mengetahui berapa perubahan kecepatan dalam selang waktu t.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Pasir 500gram dan Tanah berwarna Merah 500gram (a) sudut 15° (b) sudut 30° (c) sudut 45° (d) sudut 60°



Gambar 12. Grafik Hasil Pengujian Pasir dan Tanah berwarna Merah 1000gram (a) sudut 15° (b) sudut 30° (c) sudut 45° (d) sudut 60°

2. Analisa

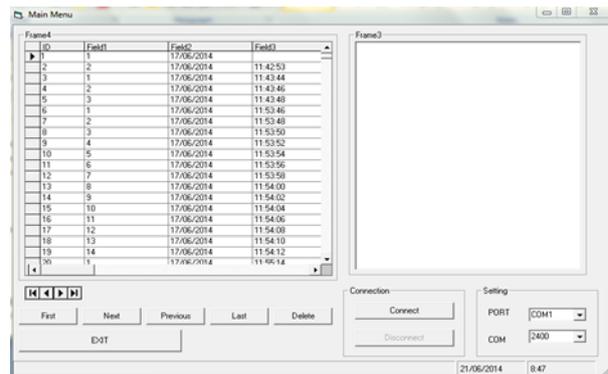
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan rata - rata nilai ADC yang dihasilkan sebesar 254 , maka jarak yang dapat dihitung oleh modul potensiometer sejauh $(55/n = 254/1024) = 56320/254 = \pm 221$ cm dengan sensitifitas $(10/55 = n/254) = 2540/55 = \pm 46$ ADC/10cm.

Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 500gram dan 1000gram pada sudut 15° tidak mengalami pergeseran. Pada pasir dengan massa 500gram dan 1000gram tidak mengalami pergeseran.

Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 500gram dan pasir dengan massa 500gram pada sudut 30° menghasilkan kecepatan rata - rata 1,39m/s dan 1,38m/s, pada sudut 45° menghasilkan kecepatan rata- rata 7,73m/s dan 7,78m/s dan pada sudut 60° menghasilkan kecepatan rata-rata 8,17 dan 8,22m/s.

Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 1000gram dan pasir dengan massa

1000gram pada sudut 30° 0,77m/s dan 0,76m/s, pada sudut 45° menghasilkan kecepatan rata- rata 4,34m/s dan 4,31m/s, dan pada sudut 60° 4,58m/s dan 4,68m/s.



Gambar 13. Interface pada komputer

Gambar 13 adalah hasil pembuatan interface pada perangkat lunak Visual Basic. Data Grid pada Visual Basic merupakan isi dari database pada Microsoft Access.

ID	Field1	Field2	Field3	Field4
5914	820	17/06/2014 16:12:57		72
5915	821	17/06/2014 16:12:59		72
5916	822	17/06/2014 16:13:01		72
5917	823	17/06/2014 16:13:04		72
5918	824	17/06/2014 16:13:06		72
5919	825	17/06/2014 16:13:08		71
5920	826	17/06/2014 16:13:10		72
5921	827	17/06/2014 16:13:12		71
5922	828	17/06/2014 16:13:14		72
5923	829	17/06/2014 16:13:16		72
5924	830	17/06/2014 16:13:18		73
5925	831	17/06/2014 16:13:20		72
5926	832	17/06/2014 16:13:22		72
5927	833	17/06/2014 16:13:24		72
5928	834	17/06/2014 16:13:26		72
5929	835	17/06/2014 16:13:28		72
5930	836	17/06/2014 16:13:30		72
5931	837	17/06/2014 16:13:32		71
5932	838	17/06/2014 16:13:34		72
5933	839	17/06/2014 16:13:36		72
5934	840	17/06/2014 16:13:38		72
5935	841	17/06/2014 16:13:40		72
5936	842	17/06/2014 16:13:42		72

Gambar 14. Database pada Microsoft Access

Gambar 14 adalah hasil pembuatan dan pengujian database pada Microsoft Access. Data yang dikirim akan tersimpan pada data base dengan format nomor, tanggal, waktu, dan nilai ADC.

PENUTUP

1. Kesimpulan

- Sensitifitas ADC dari sensor adalah 10 cm = 46 nilai ADC.
- Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 500gram dan 1000gram pada sudut 15° tidak mengalami pergeseran. Pada pasir dengan massa 500gram dan 1000gram pada sudut 15° juga tidak mengalami pergeseran.
- Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 500gram dan pasir dengan massa 500gram pada sudut 30° menghasilkan kecepatan rata - rata 1,39m/s dan 1,38m/s, pada sudut 45° menghasilkan kecepatan rata-rata 7,73m/s dan 7,78m/s dan pada sudut 60° menghasilkan kecepatan rata -rata 8,17 dan 8,22m/s.

- Pengujian pada tanah berwarna merah dengan massa 1000gram dan pasir dengan massa 1000gram pada sudut 30° 0,77m/s dan 0,76m/s, pada sudut 45° menghasilkan kecepatan rata- rata 4,34m/s dan 4,31m/s, dan pada sudut 60° 4,58m/s dan 4,68m/s. Interface pada yang dibuat dapat menampilkan data yang telah diambil oleh sensor.

2. Saran

Untuk pengembangan alat ini disarankan untuk menambahkan alarm yang lebih besar, menanbahkan penguat sinyal agar sensor potensio lebih sentitif dalam medeteksi pergeseran, dan menggunakan modul *wireless Xbee Pro* agar jangkauan *wireless* lebih jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Margolis, *Arduino Cookbook*, Second. O' reilly Media Inc., 2011.
- [2] NoName, "Pengenaln Gerakan Tanah." [Online]. Available: www.esdm.go.id/batubara/doc_download%0A/489-pengenaln-gerakan-tanah.html.
- [3] R. Amundsen, *History of Soil Science: Hans Jenny in Encyclopedia of Soils in the Environment*. Berkeley: University of California, 2004.
- [4] Suwarsono J., *Fisika untuk SMA/MA kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- [5] Arduino, "Tutorial," *HomePage*, 2014. [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>.
- [6] K. D. Octovhiana, *Cepat Mahir Visual Basic 6.0*. Ilmu Komputer.Com, 2003.