Plagiarism Checker X - Report

Originality Assessment

Overall Similarity: **15%**

Date: Jan 31, 2022

Statistics: 547 words Plagiarized / 3688 Total words

Remarks: Low similarity detected, check with your supervisor if changes are required.

 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173 162 DESAIN DAN REALISASI ACCELEROMETER BERBASIS ARDUINO SEBAGAI INSTRUMEN PENDETEKSI MIKROTREMOR Ahmad Amiruddin1, Suharno2, Karyanto3 1,2,3Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung Corresponding author : ahmadamir2626@gmail.com Manuscript received : June 11, 2019, revised :30 June, 2019; Approved: September 17, 2019; available online: November 11, 2019 Abstrak - Untuk melakukan investigasi zona kerawanan tanah salah satunya dengan analisa mikrotremor untuk menganalisa karakteristik tanah berdasarkan frekuensi alami lapisan tanah. Namun, teknologi yang digunakan untuk mendapatkan data tersebut masih mahal dan belum bisa digunakan banyak orang. Mengingat kebutuhan teknologi ini, maka penelitian ini dilakukan untuk merancang alat untuk analisis mikrotremor berupa accelerometer berbasis Arduino yang terjangkau biaya dan lebih mudah digunakan. Penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun accelerometer, membuat sistem dan program accelerometer dan melakukan validasi hasil pengukuran. Hasilnya, rancang bangun tubuh alat berbentuk box dengan ukuran 18,5 cm x 12 cm x 7 cm dengan alas box terbuat dari plat besi sebagai medium getaran dan tutup box terbuat dari mika. Perancangan program mulai dari akuisisi, hingga penyimpanan data dengan sampling rate maksimal 500/s. Seluruh komponen dan program dan diuji agar bekerja secara efisien dan optimal. Hasil uji validasi dari masing-masing titik dari alat uji menghasilkan nilai f0 dari kurva HVSR berkisar antara 0,19 Hz – 0,93 Hz. Sedangkan dari alat Reftek Accelerograph menghasilkan nilai kisaran 0,18 Hz – 0,90 Hz. Selisih terkecil antara kedua alat pengukuran yaitu 0,007 Hz di titik 1 dan selisih terbesar yaitu 0,12 Hz di titik 3. Rata rata selisih kedua nilai f0 pengukuran yaitu 0,03 Hz. Abstract - To investigate soil vulnerability zones, one of the methods is microtremor analysis to analyze soil characteristics based on the natural frequency of the soil layer. However, the technology used to obtain the data is still expensive. Considering the need for this technology, this research was conducted to design a tool used as a microtremor analysis with Arduino-based accelerometer which is affordable and easier to use. As a result, the

design of the accelerometer body size is 18.5 cm x 12 cm x 7 cm with the bottom side of the box made of the iron plate as a vibration medium and the lid box is made of mica. The program system can work efficiently with a maximum sampling rate of data collection of 500/s. From the validation test, the f0 value of the HVSR curve from the accelerometer tool ranges from 0.19 Hz - 0.93 Hz. Whereas from the reference tool Reftek Accelerograph produces a range of 0.18 Hz - 0.90 Hz. The smallest difference 24 between the two measurement tools is 0.0072 Hz at point 1 and the biggest difference is 0.1299 Hz at point 3. The average difference between the two values of f0 is 0.0377 Hz. Keyword : Microtremor, Arduino, Accelerometer, Instrument How to cite this article: Amiruddin, A., Suharno dan Karyanto, 2019, Desain dan Realisasi Accelerometer Berbasis Arduino Sebagai Instrumen Pendeteksi Mikrotremor, Jurnal Geofisika Eksplorasi, 5 (3) p.162-173. doi: 10.23960/ jge.v5i3.31 1. PENDAHULUAN Salah satu upaya mitigasi bencana gempa bumi dan pergerakan tanah adalah melakukan analisis kerawanan tanah pada daerah yang diindikasi memiliki potensi bencana atau kerentanan tinggi. Untuk melakukan investigasi zona kerawanan tanah salah satunya dengan analisa mikrotremor. Mikrotremor adalah metoda geofisika yang digunakan untuk menganalisa karakteristik tanah berdasarkan kecepatan gelombang seismik dengan menganalisis variasi amplitudo periode dan frekuensi terhadap waktu yang disebabkan oleh gempa bumi maupun doi: 10.23960/jge.v5i3.31

sumber getaran yang lain. Hasil dari mikrotremor berupa klasifikasi tanah dan perhitungan faktor amplikasi lapisan sedimen permukaan. Namun, teknologi 17 yang digunakan untuk mendapatkan data tersebut masih mahal dan belum bisa digunakan banyak orang. Mengingat kebutuhan akan teknologi ini, maka perlu dilakukan penelitian untuk merancang alat yang digunakan sebagai analisis mikrotremor berupa accelerometer berbasis Arduino yang lebih terjangkau biaya dan lebih mudah digunakan. Beberapa penelitian sebelumnya yang telah menggunakan Arduino sebagai microcontroller seperti yang dilakukan oleh Ardhi (2018) mengenai alat pendeteksi gempa menggunakan Arduino dengan sensor accelerometer dan menghasilkan suatu sistem pendeteksi gempa

sederhana yang lebih mudah dirancang dan digunakan. Selain itu, pada penelitian oleh Purwowibowo (2017) yaitu melakukan desain accelerometer menggunakan Arduino untuk aplikasi pada identifikasi getaran mesin sebagai identifikasi kerusakannya dan mengetahui stabilitas accelerometer yang digunakan. Dari penelitian tersebut, maka penelitian mengenai perancangan accelerometer berbasis Arduino sebagai instrumen identifikasi mikrotremor dapat memiliki manfaat sebagai identifikasi nilai kerentanan suatu wilayah yang teknologinya relatif lebih murah dan dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut. 2. TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Arduino Mega2560 23 Arduino adalah suatu papan elektronik berbasis microcontroller yang berisi suatu rangkaian elektronik memiliki suatu chip IC (integrated circuit) yang dapat diprogram dengan komputer melalui Arduino IDE dan memiliki sifat open source. Tujuan perangkaian elektronik pada Arduino ini adalah untuk membaca input, melakukan proses dan menghasilkan proses sesuai dengan input program yang telah dimasukkan ke dalam microcontroller berdasarkan proses dalam rangkaian elektronik. Papan Arduino Mega ditunjukkan pada Gambar 1. (www.theengineer ingprojects.com). 2.2 Sensor ADXL345 ADXL345 14 adalah salah satu sensor yang dapat merespon percepatan berdasarkan getaran maupun kemiringan. ADXL345 memiliki sensor 3 sumbu dan memiliki resolusi 13 bit dengan jangkauan 2g, 4g, 8g dan 16g. Sensor ADXL345 ditunjukkan pada Gambar 2 (www.sparkfun.com). 2.3 Perancangan 25 Sistem Pendeteksi Gempa Pada penelitian yang dilakukan oleh Ardhi (2018) yang bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi gempa berbasis Arduino dan sensor accelerometer. Studi ini dilakukan untuk melihat kegunaan Arduino dan sensor accelerometer untuk diaplikasikan pada sistem pendeteksi gempa. Sistem ini terdiri dari microcontroller Arduino Uno, 12 sensor accelerometer dan sensor getar. Microcontroller Arduino Uno digunakan sebagai pengolah data yang di deteksi oleh sensor accelerometer dan sensor getar. Uji perbedaan nilai pengukuran dengan menggunakan sensor accelerometer pada smartphone. Selisih perbedaan nilai hasil pengukuran accelerometer yang didapatkan oleh sensor ADXL335 dengan nilai accelerometer pada smartphone pada sumbu x adalah 0,42%, pada sumbu y 0,164% dan pada sumbu z 0,035%. Perbedaan ini disebabkan oleh nilai resultan dari

rangkaian sensor ADXL335. 2.4 Desain Akselerometer Menggunakan Microcontroller Arduino DUE Penelitian yang dilakukan oleh Purwowibowo (2017) bertujuan untuk mendesain sistem accelerometer sebagai 163 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

alat pendeteksi getaran pada alat-alat industri untuk mengetahui ada atau tidaknya kerusakan pada mesin-mesin tersebut. 17 Oleh karena itu, dilakukan uji sensor ADXL345 untuk mengetahui seberapa stabil atau konsisten getaran yang dapat dideteksi oleh sensor accelerometer tersebut. Kesimpulannya, kinerja ADXL345 sangat bergantung pada kondisi pengukuran yaitu frekuensi dan nominal akselerasi yang diukur. Kemampuan pengukuran ADXL345 paling optimal pada frekuensi 31,5 Hz dan 40 Hz dengan nominal akselerasi 1 g dan 1,5 g. Pada titik tersebut, ketidakpastian mencapai 1,6%. 3. TEORI DASAR 3.1 Gelombang Seismik Gelombang seismik diartikan sebagai suatu gelombang yang merambat di permukaan dan di dalam bumi. 19 Gelombang yang merambat di permukaan bumi disebut surface wafe dan yang merambat melalui interior bumi disebut body wave (Aster, 2011). 3.1.1 Gelombang badan (body wave) Gelombang badan adalah gelombang yang menjalar di dalam bumi sebagai media elastik dan arah perambatannya keseluruh bagian di dalam bumi. Berdasarkan sifat pergerakan partikel 8 dan arah penjalarannya, gelombang dapat dibedakan menjadi gelombang P dan S. Gelombang P disebut juga sebagai gelombang kompresi.gelombang longitudinal. Gelombang P memiliki cepat rambat paling tinggi dan dapat merambat pada medium cair maupun padat (Aster, 2011). Sedangkan gelombang S disebut gelombang geser atau shear atau transversal. Kecepatan rambat gelombang ini lebih lambat dibandingkan 8 gelombang P dan hanya dapat merambat pada medium padat. Gelombang S bergerak tegak lurus terhadap arah rambat. Perambatan gelombang S disertai dengan gerakan partikel yang berputar sehingga lebih berbahaya dibanding gelombang P karena dapat menyebabkan pergeseran (Aster,2011). 3.1.2 Gelombang Permukaan 11 Gelombang permukaan merupakan gelombang seismik yang merambat di permukaan maupun pada batas permukaan medium. Gelombang permukaan memiliki frekuensi rendah dan amplitudo yang besar karena penjalaran

diakibatkan oleh efek free surface, dimana terdapat perbedaan sifat elastik yang besar. Gelombang permukaan terdiri dari gelombang rayleigh dan gelombang love. [9] Gelombang rayleigh memiliki orbit gerakan elips yang bergerak tegak lurus dengan permukaan dan arah penjalarannya. Gelombang ini terjadi akibat interferensi antara gelombang tekan (pressure) dengan gelombang geser (shear) secara konstruktif. Gelombang love [19] merambat di permukaan dalam bentuk gelombang transversal dan merupakan hasil dari gelombang S horizontal yang penjalarannya paralel dengan permukaannya (McGuire, 2004). 3.2 Mikrotremor Tremor dapat diartikan sebagai suatu getaran yang terus menerus terjadi dikarenakan berbagai sumber getaran. Mikrotremor sendiri dikenal sebagai suatu vibrasi tanah dengan amplitude displacement sekitar 0,1-1 mikron dengan amplitude velocity 0,001-0,01 cm/s (Mirzaoglu dan Dykmen, 2003). Getaran ini [3] dapat disebabkan oleh gangguan buatan seperti aktivitas lalu lintas, mesin pabrik, dan sebagainya. Mikrotremor [5] terjadi secara terus menerus, terjadi saat getaran harmonik alami tanah yang terjebak dilapisan sedimen permukaan, terpantulkan oleh adanya bidang batas lapisan dengan frekuensi yang tetap, disebabkan oleh getaran mikro di bawah permukaaan [21] tanah dan kegiatan alam lainnya. Penelitian mikrotremor dapat digunakan untuk 164 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173 mengetahui karakteristik lapisan tanah berdasarkan parameter frekuensi dominannya dan faktor penguatan gelombangnya (Mirzaoglu dan Dykmen, 2003). 3.3 Frekuensi Dominan [18] Frekuensi dominan adalah frekuensi yang muncul sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di suatu wilayah yang menunjukkan karakteristik serta jenis batuan yang ada di bawah permukaan tanah (Sungkono, 2011). Hal ini dapat diketahui [20] berdasarkan klasifikasi tanah dan nilai frekuensi dominan tanah yang diklasifikasikan oleh Kanai (1983) pada Tabel 1. Nilai frekuensi dominan (f0) yang dimiliki struktur bangunan seperti jembatan tidak boleh memiliki kesamaan dengan nilai frekuensi dominan (f0) [14] yang dimiliki oleh gangguan vibrasi yang salah satunya aktifitas manusia karena akan mengalami resonansi jika f0 dari kendaraan menyamai f0 jembatan. Nilai periode dominan didapatkan berdasarkan perhitungan berikut ini (Arifin, dkk., 2013). = ...(1) =

Periode Dominan (s) = frekuensi dominan (Hz) 3.4 Metode 13 HVSR Teknik HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Rasio) pada analisis mikrotremor telah digunakan secara luas untuk studi efek lokal dan mikrozonasi. 4 Selain sederhana dan bisa dilakukan kapan dan dimana saja, teknik ini juga mampu mengestimasi frekuensi resonansi secara langsung tanpa harus mengetahui struktur kecepatan gelombang geser dan kondisi geologi bawah permukaan lebih dulu. Menurut Nakamura (1989) 15 bahwa metode HVSR dalam analisis mikrotremor bisa digunakan untuk memperoleh frekuensi natural sedimen (Aini, dkk., 2012). 1 Adapun persamaan HVSR dinyatakan sebagai berikut (Nakamura, 2008): ( ) (( )) (( )) ( ) ....(2) ( ) = HVSR (Horizontal to Vertical Seismic Ratio) ( ) = Nilai amplitudo spectrum frekuensi komponen Utara-Selatan ( ) = Nilai amplitudo spectrum frekuensi komponen Barat -Timur ( ) = Nilai Amplitude spektrum frekuensi komponen vertikal 4. METODELOGI PENELITIAN 4.1 Alat dan Bahan Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Laptop 2. Arduino Mega2560 3. Sensor ADXL345 RTC Module, SD Card Module dan 20x4 LCD 4. Kabel, Saklar, box listrik dan bubble waterpass 5. Software Arduino IDE 4.2 Prosedur Penelitian 4.2.1 Perancangan Elektronik Perancangan perangkat elektronik terdiri dari rangkaian komponen berupa sensor ADXL345, microcontroller Arduino, RTC, Data Logger, LCD Display dan sistem power. Proses rancang bangun dimulai dari menyatukan semua konfigurasi pin sesuai tabel kemudian menyusun rencana peletakan masing-masing komponen dalam suatu wadah berukuran 25cm x 12cm x 5cm. Untuk perencanaannya, tubuh alat sebagai wadah komponen terbuat dari mika plastik yang cukup untuk dapat menahan getaran dan desain bagian bawah menggunakan plat besi agar dapat merambatkan getaran dan tidak meredam getaran. 4.2.2 Perancangan Sistem Program Pada perancangan sistem program seperti Gambar 3 ini, alat yang dibuat ber165 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

tujuan untuk merespons terhadap getaran horizontal (E-W), (N-S) dan vertikal (Z) yang dibaca melalui ADXL345 berdasarkan domain waktu bersamaan dengan bekerjanya komponen RTC sebagai pemberi informasi waktu (clock) dan kemudian hasil pembacaan

langsung disimpan kedalam SD Card melalui modul SD Card dan ditampilkan ke LCD dengan modul LCD. 4.3 Pengujian (Validasi) Pengujian ini dilakukan untuk yang dilakukan dilakukan ketika alat dan sistem telah selesai dibuat. Adapun tahap pengujian yang dilakukan yaitu validasi dengan metode HVSR. Pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan rasio spectrum 3 horizontal to vertical (H/V). 10 Data mentah yang diperoleh dari pengukuran lapangan berupa tiga komponen sinyal dalam fungsi waktu. Kemudian sinyal tersebut dilakukan filtering untuk memilih range frekuensi. Setelah itu dilakukan transformasi fourier (FFT) komponen sinyal (SESAME, 2004) 5. HASIL DAN PEMBAHASAN 5.1 Perancangan Elektronik Perancangan sistem elektronik bertujuan untuk menentukan proses urutan sistem yang bekerja seluruhnya dengan proses kerja yang efisien dan optimal. Pengujian telah dilakukan untuk mengetahui kecepatan 17 yang dibutuhkan untuk memproses seluruh modul secara bersamaan dengan beberapa sambungan serial maupun paralel dan kemudian menghasilkan sambungan yang dapat berjalan dengan baik jika beberapa modul tidak disambungkan secara seri dengan modul yang lain untuk mempercepat proses akuisisi data penyimpanan data dan display data.Pada Gambar 4, rancang bangun bentuk tubuh alat bebentuk box dengan ukuran 18,5 cm x 12 cm x 7 cm. Bagian alas box terbuat dari bahan plat besi yang dapat merambatkan getaran dengan baik dan tutup box terbuat dari mika yang ringan sehingga mudah dibawa. Untuk kaki sebagai leveling, terbuat dari alumunium berjumlah 3 dengan jarak leveling dari permukaan 3 cm – 5 cm. Bagian atas tutup terdapat layar LCD utuk menampilkan status alat saat pengukuran, tombol on-off, tombol light LCD, lubang sebagai penglihatan leveling waterpass di dalam alat. Bagian samping box terdapat push button. 5.2 Perancangan Sistem Program Perancangan urutan kerja dimulai dari menghidupkan power dan pastikan sumber tenaga masih stabil 14 dan dapat digunakan selama akuisisi. Kemudian melakukan inisialisasi seluruh perangkat apakah tersambung atau belum tersambung yang kemudian statusnya ditampilkan ke layar LCD. Jika sudah siap maka akan menampilkan status siap untuk pengukuran. Untuk mulai melakukan pengukuran, tekan tombol hingga status berubah ditampilkan pada layar LCD dengan status sedang

melakukan akuisisi. Seluruh program yang dijalankan, dibuat dengan menggunakan pemrograman pada 16 software Arduino IDE. Selain itu, data yang disimpan dalam format biner hanya dapat dilakukan konversi dengan mesin Arduino yang telah diprogram dengan program yang sama pada saat penyimpanan dengan format biner. Dari pengujian yang telah dilakukan, sampling rate500/s 14 dapat dilakukan dengan normal hingga selesai pengukuran. Untuk akuisisi selama 30 menit umumnya memerlukan 20 menit waktu untuk konversi. Dalam melakukan pengujian, dalam proses konversi, dapat mengalami kegagalan atau berhenti bekerja. Jika terjadi maka perlu dilakukan konversi ulang dari data biner tersebut. Untuk pengaturan parameter data rate, pengaturan dilakukan melalui script Arduino IDE. Untuk pengujian, data rate yang digunakan 0,002 s. Data yang telah dikonversi memiliki format *.csv dengan format header waktu mulai, ti (durasi 166 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

pengukran dalam microsecond dimulai dari 0), ax (data sumbu x), ay (data sumbu y) dan az (data sumbu z) dengan delimiter comma. 5.3 Validasi Hasil Pengukuran 5.3.1 Titik 1 Hasil dari pengukuran titik 1 dari alat uji coba menghasilkan nilai f0 = 0,211477 Hz dan nilai dari alat Reftek menghasilkan f0 = 0,204226 Hz. Kurva HVSR memiliki selisih sebesar 0,007251 Hz. Dengan filter window yang digunakan sebesar 50s dengan banyak window 30. 5.3.2 Titik 2 Kurva dari alat uji coba menghasilkan nilai f0 = 0,206845 Hz dan dari alat Reftek menghasilkan nilai f0 = 0,182166 Hz. Selisih antara kedua nilai HVSR sebesar 0,024679 Hz. Gelombang yang dilakukan pengambilan sebagai data tremor memiliki lebar window 55s sebanyak 26 window. 5.3.3 Titik 3 Dari kurva HVSR yang telah dihasilkan, dari alat uji menghasilkan nilai f0 =0,331194 Hz dan dari alat Reftek menghasilkan f0 = 0,292988 Hz dengan selisih sebesar 0,12996 Hz. Ukuran window yang digunakan sebesar 47s dengan banyak window 33. 5.3.4 Titik 4 Dari analisis kurva HVSR alat uji, menghasilkan nilai f0 = 0,9377 Hz dan dari alat Reftek menghasilkan nilai f0 = 0,907173 Hz. Selisih nilai antara kedua nilai tersebut adalah 0,026527 Hz. Lebar window yang dipilih yaitu 30s dengan banyak window 40 dengan dipilih waktu window yang sama diantara kedua data. 5.3.5 Titik 5 Dari analisis kurva HVSR alat uji menghasilkan nilai f0 = 0,24771 Hz dan dari kurva HVSR

Reftek menghasilkan nilai f0 = 0,220728 Hz. Selisih antara kedua kurva tersebut sebesar 0,026982 Hz. Lebar window yang dipilih adalah sebesar 49s dengan banyak window 24 dengan pick tremor di waktu yang sama antara kedua alat 5.3.6 Titik 6 Dari pengukuran titik 6 menghasilkan nilai f0 dari kurva HVSR dari alat uji sebesar f0 = 0,193777 Hz dan Reftek sebesar f0 = 0,204774 Hz. Dengan selisih nilai f0 sebesar 0,010997 Hz. Ukuran window yang dgunakan sebesar 57s dengan window sebanyak 19. 5.4 Analisis Hasil Validasi Dari seluruh nilai f0 yang telah dilakukan analisis, selisih terkecil antara kedua alat pengukuran yaitu 0,00725 Hz di titik 1 dan selisih terbesar yaitu 0,129 Hz di titik 3. Rata rata selisih antara kedua nilai f0 pengukuran yaitu 0,037 Hz. Untuk membuktikan tingkat kepercayaan kurva HVSR yang telah dianalisis, dilakukan pengujian curve realibility dengan syarat kurva pada Tabel 2. Dari syarat yang dibutuhkan, berdasarkan kriteria curve reliability, maka nilai f0 hasil pengukuran dan proses data lulus terhadap syarat dari kurva HVSR yang ditunjukkan oleh nilai hasil kalkulasi pada Tabel 3 dan semua nilai f0 yang dihasilkan memiliki kategori jenis tanah yang sama dari alat uji maupun reftek accelerograph di dalam kategori IV menurut klasifikasi Kanai (1983). 6. KESIMPULAN DAN SARAN 6.1 Kesimpulan Kesimpulan yang didapat dari hasil 22 penelitian ini adalah sebagai berikut : 1. Hasil rancang bangun bentuk tubuh alat berbentuk box dengan ukuran 18,5 cm x 12 cm x 7 cm. Bagian alas box terbuat dari bahan plat besi yang dapat merambatkan getaran dengan baik dan tutup box terbuat dari mika. Dengan ukuran box tersebut, komponen dapat disusun secara efisien dan dapat bekerja 167 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

dengan optimal berdasarkan uji pengukuran. 2. Rancang sistem elektronik dan pemrograman accelerometer berbasis Arduino berhasil dilakukan dimulai dari pemasangan seluruh modul elektronik, membuat program 14 yang dapat bekerja dengan efisien dari segi kecepatan dan energi yang dibutuhkan saat bekerja dengan sampling rate pengambilan data maksimal 500/s. 3. Dari hasil uji validasi, dihasilkan nilai f0 dari kurva HVSR dari masing-masing titik dari alat uji berkisar antara 0,193 Hz – 0,933 Hz. Sedangkan dari alat Reftek Accelerograph menghasilkan nilai kisaran 0,182 Hz – 0,907 Hz. Selisih

terkecil antara kedua alat pengukuran yaitu 0,00725 Hz di titik 1 dan selisih terbesar yaitu 0,129 Hz di titik 3. Rata rata selisih antara kedua nilai f0 pengukuran yaitu 0,037 Hz.

DAFTAR PUSTAKA ADXL345 Overview, 2019, https://www.analog.com/en/products/adxl345.html, Diakses pada 14 Januari 2019 pukul 14:53 WIB. Aini, D., Utama, W. dan Bahri, A., 2012, Penaksiran Resonansi Tanah dan Bangunan Menggunakan Analisis Mikrotremor Wilayah Surabaya Jawa Timur. Jurnal Teknik POMITS, pp. 1-5. Aqeel, A., Introduction to Arduino Mega 2560, 2019, https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-toarduino-mega -2560.html, Diakses pada 14 Januari 2019 pukul 15.30 WIB. Arduino, 2019, Introduction to Arduino Mega 2560 Rev 3, https://store .arduino.cc/usa/arduino-mega-2560rev3, Diakses pada 14 Januari 2019 pukul 15.00 WIB. Ardhi, C., 2018, Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar. Tugas Akhir :Universitas Telkom: Bandung. Arifin, S.S., Mulyatno, B.S., Marjiyono, dan Setianegara, R., 2014, Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempabumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya, Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 2/No.1. Universitas Lampung, Lampung. Aster, R., 2011, The Seismic Wave Equation. Socorro: New Mexico Tech. Kanai, K., 1983, Engineering Seismology, Tokyo University, Japan. McGuire, R. K., 2004, Seismic Hazard and Risk Analysis. Earthquake Engineering Research Institute MNO-10. Mirzaoglu, M. dan Dykmen, U, 2003, Application of Microtremor to Seismic Microzoning Procedure, Journal of The Balkan Geophysical Society, Vol.6 No.3. Nakamura, Y, 2008, On The H/V Spectrum, The 14th World Conference on Earthquake Engineering October 1217 Beijing, China. Purwowibowo, 2017, Desain Akselerometer Menggunakan Mikrokontroler Arduino DUE, Instrumentasi Vol. 41 No. 1, Puslit Metrologi LIPI Serpong Tangerang Banten. SESAME, 2004, Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations, Europe: SESAME European research project. 168 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173 Sungkono, 2011, Evaluation Of building Strength from Microtremor Analysis, International Journal of Civil and Environment Engineering IJCEE- IJENS Vol:11 No:5, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya LAMPIRAN Tabel 1. Klasifikasi Tanah (Kanai, 1983) Tabel 2. Syarat Curve Reliability HVSR (SESAME, 2004) i) f0 > 10/lw ii) nc (f0) >200 Klasifikasi Tanah Frekuensi Dominan (Hz) Klasifikasi Kanai Deskripsi Tipe Jenis Tipe IV Jenis I 6,7 - 20 Batuan terser atau lebih tua. Terdiri dari batuan Hardy Sandy, gravel, dll Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras Jenis II 4 -6,7 Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. 1 Terdiri dari sandy-gravel, sandy hard clay, loam, dll Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5 - 10 m Tipe III Jenis III 2,5 - 4 Batuan alluvial, dengan ketebalan > 5m. Terdiri dari sandy-gravel, sandy hard clay, loam, dll Kategori sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal, sekitar 10 - 30 m Tipe II Jenis IV < 2,5 Batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan kedalaman 30 m atau lebih Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal Tipe I lw = window length nw = number of windows nc = lw . nw . f0 f0 = peak frequency 169 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

Tabel 3. Nilai f0 (a) Alat Uji dan (b) Reftek untuk nilai curve reliability Titik f0(a) f0(b) Length Window (s) Number of Window Min. f0 Nc(a) Nc(b) 1 0.21 0.20 50 30 0.2 316.5 306 2 0.206 0.18 55 26 0.18 294.58 260.26 3 0.29 0.42 47 33 0.21 452.89 654.52 4 0.93 0.90 30 40 0.33 1119.6 1088.4 5 0.24 0.22 49 24 0.20 290.47 258.72 6 0.19 0.20 57 19 0.17 209.01 220.93

Gambar 1. Arduino Mega2560 (www.arduino.cc) Gambar 2. ADXL345 (www.sparkfun.com) 170 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

Gambar 4. Hasil Rancang Bangun Tubuh Alat Mulai Inisialisasi Sistem dan Sambungan Perangkat 16 Mengambil Data dari Sensor ADXL345 Menampilkan Status Kerja ke LCD Menyimpan Data ke SD Card Data Hasil Pengukuran (data biner) Selesai Konversi ke *.csv Data Hasil Pengukuran (*.csv) LCLi 12 18,5 cm 12 cm 7 cm LCD Waterpass Power Light screen 171 Gambar 3. Flow Chart Penelitian 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

Gambar 5. Titik observasi dan nilai f0 HVSR di titik observasi X Y X Y X Y X Y Gambar 6. Lokasi Pengukuran Titik Gambar 7. Lokasi Pengukuran Titik Gambar 8. Lokasi Pengukuran Titik 3 Gambar 9. Lokasi Pengukuran Titik 4 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 26 1 2 3 4 5 6 fo Titik

Observasi Nilai f0 Alat Uji Reftek 172 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

X Y X Y 7 cm 5 18,5 cm 12 cm 7 cm LCD Gambar 10. Lokasi Pengukuran Titik 5 Gambar 11. Lokasi Pengukuran Titik 6 Gambar 12. Hasil Rancang Bangun 1 Gambar 13 Hasil Rancang Bangun 2 173 7 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No.3 November 2019: 162-173

Sources

1	http://www.fisika.or.id/journal/rf/article/download/73/32 INTERNET	2%
2	https://jurnal.uns.ac.id/jphystheor-appl/article/view/48727 INTERNET	2%
3	https://iptek.its.ac.id/index.php/geosaintek/article/view/2962 INTERNET	1%
4	https://repository.ugm.ac.id/274098/1/PGE-06.pdf INTERNET	1%
5	https://www.academia.edu/18174760/BAB_II_MIKROTREMOR INTERNET	1%
6	https://ejournals.itda.ac.id/index.php/angkasa/article/view/113 INTERNET	1%
7	https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/geo INTERNET	1%
8	https://www.academia.edu/20224693/Gelombang_seismik1 INTERNET	1%
9	http://repository.itk.ac.id/294/4/01161017_chapter_2.pdf INTERNET	1%
10	https://core.ac.uk/download/pdf/289795298.pdf INTERNET	1%
11	https://hesa.co.id/gelombang-seismik/ INTERNET	1%
12	https://www.academia.edu/37190453/Perancangan_sistem_sensor_gempa_menggunakan_sensor_accelerometer_dan_sensor_getar_pdf INTERNET	<1%
13	https://vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/download-center/doc_view/5104-metode-mikrotremor-untuk-mikrozonasi-gempa-bumi-di-kota-cilacap?tmpl=component&format=raw INTERNET	<1%
14	https://idbigdata.com/official/big-data-definisi-teknologi-dan-implementasinya/ INTERNET	<1%

15	http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-31891-1109100057-Paper.pdf INTERNET	<1%
16	http://saptaji.com/2015/07/29/membaca-dan-menulis-data-di-sd-card-dengan-arduino/ INTERNET	<1%
17	https://tekno.foresteract.com/iot-internet-of-things/ INTERNET	<1%
18	https://ejurnal.undana.ac.id/FISA/article/download/594/521/ INTERNET	<1%
19	https://id.wikipedia.org/wiki/Gelombang_Permukaan INTERNET	<1%
20	http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/article/downloadSuppFile/3705/395 INTERNET	<1%
21	https://core.ac.uk/download/pdf/291853954.pdf INTERNET	<1%
22	https://adoc.pub/bahan-dan-metode-penelitian-bahan-yang-digunakan-dalam-penel.html INTERNET	<1%
23	https://eprints.umm.ac.id/60075/3/BAB%20II.pdf INTERNET	<1%
24	https://www.jswconline.org/content/75/1/42 INTERNET	<1%
25	https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/146945/jurnal_eproc/perancangan-alat-pendeteksi-gempa-menggunakan-sensor-getar.pdf INTERNET	<1%
26	https://iftitaefje.wordpress.com/lecture/geoscience/gempa-bumi/ INTERNET	<1%