

Rancang Bangun Prototipe Alat Monitoring Potensi Likuifaksi Pada Suatu Daerah Berbasis Data Logger

Rizana Fauzi¹, Aidynal Mustari², Rudi Santoso³, Rahmah⁴, Moh Eri Reza Tursina⁵

^{1,2,3} Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako,

^{4,5} BAPEDA Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah

¹*mohery.elektro16@gmail.com*

Abstrak

Pembuatan rancangan prototipe alat monitoring potensi likuifaksi diperlukan untuk memberikan gambaran bagaimana proses terjadinya likuifaksi. Dengan menggunakan karakteristik proses gempa yang di dalamnya terdapat getaran, peningkatan suhu, dan tingkat kelembaban yang terjadi di dalam tanah akibat bercampurnya tanah dengan air di dalam tanah. Data dari karakteristik tersebut akan dibaca oleh sensor sesuai peruntukannya yang akan ditampilkan menggunakan data *logger* pada *personal computer* (PC). Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel tanah dari dua lokasi yang telah terjadi likuifaksi dan satu sampel dari lokasi yang belum terjadi likuifaksi. Lokasi sampel dalam penelitian ini adalah Petobo, Balaroa dan Tondo, ketiga sampel tersebut diuji untuk mengetahui karakteristik tanah yang berpotensi likuifaksi. Potensi likuifaksi pada kedua sampel tanah Petobo dan Balaroa diketahui dari tingkat kelembaban yang terbaca oleh sensor mencapai 249ph – 243ph yang berada pada kondisi tanah basah dan telah tercampur sempurna dengan air. Sedangkan pada sampel tanah Tondo tidak terjadi likuifaksi karena kandungan pasirnya sedikit yang didominasi oleh lempung, sehingga membuat tanah ini padat, dan kuat daya dukungnya. Likuifaksi dapat terjadi pada tanah jenuh air dan tanah berpasir, serta getaran gempa dengan skala 7-7,5 SR.

Keywords: Likuifaksi, Prototipe Alat Monitoring Potensi Likuifaksi, Data Logger

I. PENDAHULUAN

Likuifaksi merupakan suatu kejadian dimana tanah terjadi kehilangan kekuatan geser karena meningkatnya tegangan air pori sebagai akibat terjadinya beban *siklik* (beban gempa) yang sangat cepat dan dalam waktu sesaat (Idriss dan Boulanger, 2008). Karena kehilangan beban serta tegangan gesernya mengakibatkan sifat tanah yang awalnya padat berubah menjadi cair. Dari sejumlah catatan kejadian likuifaksi yang pernah terjadi, diketahui bahwa peristiwa terjadinya likuifaksi pada saat gempa lebih berpotensi pada kondisi tanah yang berbutir kasar (*granular Soil*) tanah bertipe seperti ini mencakup kerikil, pasir halus, pasir berlumpur, atau tanah bekas rawa dengan sedikit atau tidak adanya tanah liat. Tanah berjenis seperti ini tidak memiliki gaya tarik menarik antara partikel dalam tanah, beberapa pendapat yang menyatakan likuifaksi terjadi hanya pada tanah *granular soil* didasarkan hasil observasi pada sebagian besar sejarah likuifaksi di dunia (Youd & Perkins, 1997).

Karena melihat potensi likuifaksi yang sangat merusak, hal ini sangat buruk dampaknya terhadap infrastruktur sehingga sangat penting untuk mengetahui potensi terjadinya likuifaksi pada suatu daerah terutama di Kota Palu, Sulawesi Tengah dan sekitarnya guna untuk pembangunan infrastruktur, juga perencanaan tata ruang yang lebih baik.

Caver Allen Vallery Tandaju (2019) telah melakukan penelitian potensi *likuifaksi* di lokasi PLTU Area Gorontalo dengan menggunakan data dari *Standart Penetration Test* (SPT). Berdasarkan data dari *Standart Penetration Test* (SPT), kemudian dihitung parameter – parameter nilai yang akan dihitung dalam mengevaluasi potensi *likuifaksi*. Parameter – parameter tersebut yaitu nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR) yaitu nilai ratio dari

tegangan tanah akibat beban gempa dan nilai (*Cyclic Resistance Ratio*) yaitu nilai ratio ketahanan tanah terhadap beban *siklik* (beban gempa).[4]

Nuridin *et al.*, (2019) telah melakukan penelitian di lokasi terdampak *likuifaksi*, seperti di daerah Balaroa dan Petobo. Kajian berupa analisis *geohidrologi* airtanah dengan metode *resistivitas* dan kajian peta umur sungai di beberapa lokasi untuk memahami fenomena yang terjadi, penanganan pascabencana dan mitigasi bencana di masa yang akan datang. Pada daerah Balaroa yang mengalami *likuifaksi* adalah kemiringan lereng dengan kemiringan 1-3,8% dengan kisaran elevasi 56 m hingga 18 m dan panjang lintasan 988 m (garis lintasan biru). [8]

Pada daerah Petobo merupakan kawasan pemukiman yang mengalami kerusakan parah akibat likuifaksi. Daerah ini berjarak sekitar 7,2 km sebelah timur Sesar Palu- Koro. Meskipun daerah ini memiliki permukaan tanah yang agak landai, namun pergerakan massa dari lereng atas ke bawah dipicu oleh likuifaksi.[8]

Pada penelitian penulis ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, dimana penelitian sebelumnya untuk mengetahui potensi likuifaksi diteliti menggunakan data ukur minimal percepatan maksimum gempa (*Peak Ground Acceleration* (PGA)) dan menggunakan data dari *Standart Penetration Test* (SPT). Sedangkan pada penelitian penulis menggunakan wadah akuarium sebagai *prototipe* alat simulasi untuk mengetahui bagaimana proses terjadinya likuifaksi dan memberikan gambaran tanah yang berpotensi likuifaksi, dimana pada alat ini menggunakan 3 buah sensor.

II. TEORI DASAR

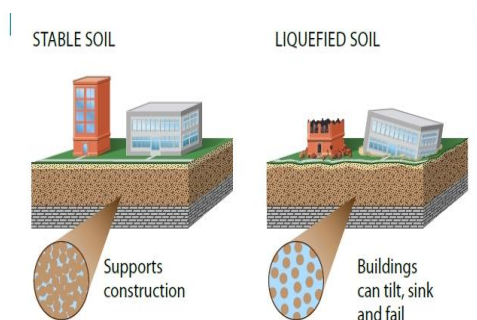
A. Likuifaksi

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat beban getaran gempa. Sementara itu

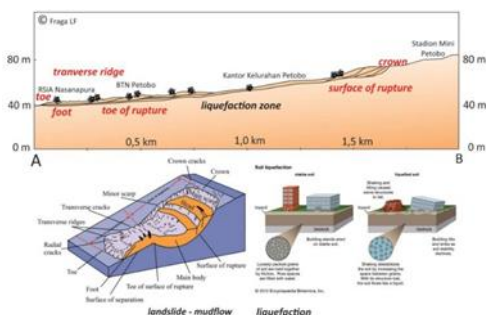
menurut (Kramer, 1996) likuifaksi adalah suatu fenomena kehilangan kekuatan geser tanah pada lapisan jenuh air akibat gempa bumi, sehingga tanah mengalami keruntuhan dan berperilaku seperti cairan (*liquid*). Likuifaksi umumnya terjadi pada tanah non *kohesif* (*granuler*) jenuh air dan menerima beban *siklik* berupa gempa.[5]

Likuifaksi hanya bisa terjadi pada tanah yang jenuh air (*saturated*). Air tersebut terdapat di antara pori-pori tanah dan membentuk apa yang seringkali dikenal sebagai tekanan air pori, dimana seluruh rongga-rongga dari tanah tersebut dipenuhi oleh air. Pada saat mengalami getaran, air memberikan suatu tekanan di partikel-partikel tanah sehingga mempengaruhi kepadatan dari tanah tersebut. Sebelum terjadinya gempa bumi, tekanan air pada suatu tanah secara relatif rendah. Namun setelah menerima getaran, tekanan air dalam tanah meningkat, sehingga dapat menggerakkan partikel-partikel tanah dengan mudah. Setelah digerakkan oleh air, maka partikel tanah tidak memiliki lagi kekuatan atau daya dukung, sehingga daya dukung tanah sepenuhnya berasal dari tegangan air pori. Tanah yang berpotensi likuifaksi umumnya tersusun atas material yang didominasi oleh ukuran pasir. Karena adanya gempa bumi yang menghasilkan gaya guncangan yang sangat kuat dan tiba-tiba, tekanan air pori tersebut naik seketika, hingga terkadang melebihi kekuatan gesek tanah tersebut. Proses itulah yang menyebabkan likuifaksi terbentuk dan material pasir penyusun tanah menjadi seakan melayang di antara air.[7]

Jika posisi tanah berada di suatu kemiringan, tanah dapat 'bergerak' menuju bagian bawah lereng secara *gravitational*, seakan dapat 'berjalan' dengan sendirinya. Sehingga benda yang berada di atasnya, seperti rumah, tiang listrik, pohon, dan lain sebagainya ikut terbawa. kejadian ini disebut sebagai aliran akibat likuifaksi (*flow liquefaction*).[7]



Gambar 1. Tanah Yang Awalnya Padat Menjadi Cair (Sumber: Aryansah Pradanaputra, 2018)



Gambar 2. Struktur Tanah Terdampak Likuifaksi Daerah Petobo (Sumber: Mutia Allawiyah, 2019)

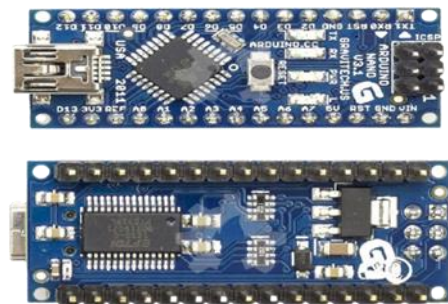
B. Data Logger

Data logger merupakan sebuah alat digital atau elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu. Atau secara singkat data *logger* adalah alat untuk melakukan data *logging*. Secara fisik alat data *logger* berukuran kecil dan perangkat ini dilengkapi dengan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk mencatat dan merekam data dan sensor.

Data *logger* berbasis PC (*PC-based data logger*) menggunakan komputer untuk pengumpulan data melalui sensor untuk menganalisis dan menampilkan hasilnya. Sistem data *logger* juga dapat menyediakan fitur tambahan seperti perhitungan proses pemantauan dan kontrol.

C. Arduino Nano

Arduino nano adalah salah satu pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk arduino nano versi 3.x) dan ATmega 168 (untuk Arduino 2.x). arduino nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan di hubungkan ke komputer menggunakan kabel port USB mini-B.[1]



Gambar 3. Arduino Nano Atmega328 (Sumber: Dede Hendriono, 2018)

D. Sensor Suhu DS18B20

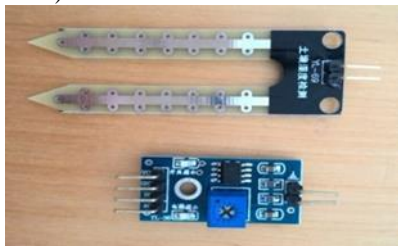
DS18B20 adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan yang merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakuratan (+/-0.5°C) dan dengan resolusi 9 – 12-bit.



Gambar 4. Sensor Suhu DS18B20 (Sumber: Sumber: Elga Aris Prastyo, 2021)

E. Sensor Kelembaban YL-69

Sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan sensor yang terdiri dari dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Oleh karena itu, pada saat sensor dimasukkan ke tanah kering nilai yang terbaca oleh sensor lebih besar (resistansi besar) daripada nilai pada tanah yang memiliki kadar air lebih tinggi (resistansi kecil).



Gambar 5. Sensor Kelembaban YL-69 (Sumber: Tiago Espinha, 2014)

F. Sensor Getar SW-11810P

Sensor getar SW-11810P merupakan sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda. Salah satu jenis sensor getaran yang saat ini sering di gunakan adalah *accelerometer*, alat ini merupakan alat yang dapat berfungsi untuk mengukur percepatan dari sebuah benda. Percepatan yang di ukur bukan dengan menggunakan koordinat dari percepatan tersebut, melainkan dengan mengukur percepatan berdasarkan fenomena pergerakan benda yang di hubungkan dengan perubahan massa. Sensor getar yang digunakan adalah sensor tipe SW-11810P.[2]



Gambar 6. Sensor Getar SW-11810P (Sumber: Najmurrohman, 2018)

G. LCD 16x2

Merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat di lihat dan diketahui melalui tampilan layar kristalnya, dimana penggunaan LCD dalam alat monitoring potensi *likuifaksi* ini menggunakan LCD dengan 16x2 karakter (2 baris 16 karakter). LCD 16x2 memiliki 16 nomor pin, dimana masing-masing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. LCD 16x2 ini beroperasi pada power supply +5V, tetapi juga dapat beroperasi pada power supply +3V.



Gambar 7. LCD 16x2 (Sumber: Sinaulan, 2015)

H. Motor DC Power Window

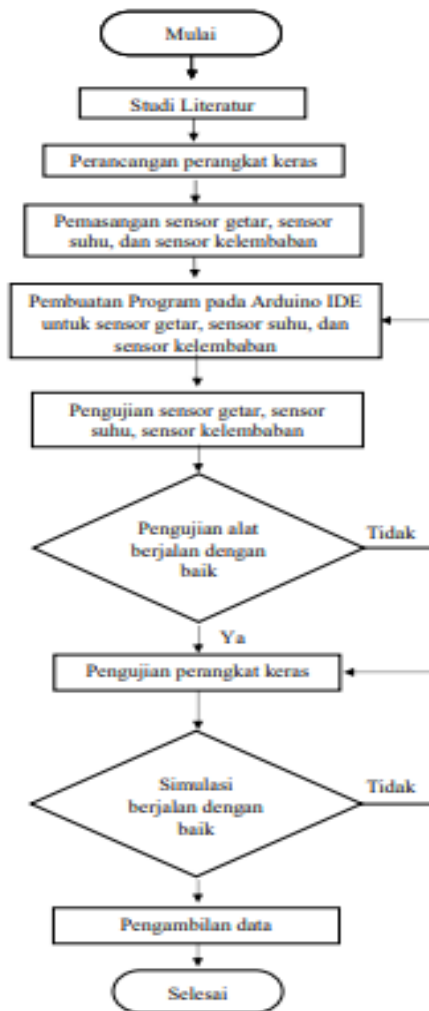
Motor DC (*power window*) adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana control kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan.



Gambar 7. Motor DC Power Window (Sumber: <https://kumparan.com/kumparanoto/bentuk-fisik-motor-power-window-mobil/>)

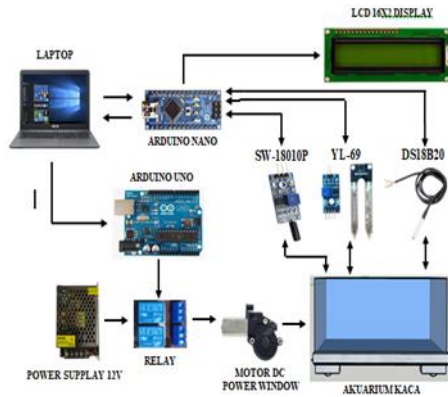
III. METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian ini, diperlukan rancangan tahap-tahap dari penelitian yang dilakukan agar terstruktur dan sesuai rencana. Adapun bentuk rancangan dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 8. Flowchart Proses Tahap Penelitian

A. Perancangan Alat



Pada perancangan ini langkah kerjanya dimulai dari pengimputan program pada tiga buah sensor melalui arduino nano. Selanjutnya pengimputan program motor power window melalui arduino uno, kemudian power supply memberikan daya sehingga mengaktifkan relay dan juga menggerakkan motor power window yang berfungsi untuk menggerakkan akuarium, saat akuarium di gerakkan secara bolak balik oleh motor power window, sensor SW-11810P akan membaca pergerakan getaran yang terjadi, kemudian sensor YL-69 yang akan membaca tingkat kelembaban pada tanah, dan selanjutnya juga di ikuti oleh sensor DS18B20 membaca kenaikan suhu pada tanah jika terdapat perubahan suhu di saat getaran terjadi. Setelah semua sensor membaca data, kemudian data ini diolah oleh mikrokontroller dan ditampilkan pada LCD display juga diteruskan dengan menggunakan komunikasi serial ke PC yang nantinya data akan disimpan sebagai data penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan dan penelitian penulis yang berjudul Rancang Bangun Prototipe Alat Monitoring Potensi Likuifaksi Pada Suatu Daerah Berbasis Data Logger, maka penulis dapat menyajikan dalam bentuk alat, software, data, maupun Analisa data.

A. Bentuk Fisik Alat

Sistem rancang bangun prototipe alat monitoring potensi likuifaksi pada suatu daerah berbasis data logger ini dirancang dalam satu box hollow persegi dimana mikrokontroller Board Arduino Uno, Modul Arduino Nano, Driver Relay Motor DC, dan LCD berada didalam box hollow. Sedangkan untuk sensor Getar SW-11810P, sensor Suhu DS18B20, dan Sensor Kelembaban YL-69 berada diluar box hollow serta di tempatkan pada aquarium kaca yang berisi tanah dan air sebagai tempat simulasi dan memberikan gambaran proses terjadinya likuifaksi



Gambar 8. Bentuk Fisik Alat

B. Penggunaan Arduino Nano

Pada penelitian ini board Arduino Nano digunakan sebagai pengontrol dan pengelolah data masukan (input) maupun data keluaran (output), penggunaan input mikrokontroller Arduino Nano tersebut ada pada 3 buah sensor yaitu, sensor getar SW-11810P, sensor suhu DS18B20, dan sensor kelembaban YL-69. Sensor getar SW-11810P ini digunakan untuk mendeteksi getaran yang terjadi saat dimulainya simulasi. Sensor suhu DS18B20 yang mendeteksi kenaikan suhu pada tanah, sensor kelembaban digunakan mendeteksi tingkat kelembaban pada tanah disaat proses simulasi dan mengakibatkan tanah yang sebelumnya padat (*solid*) menjadi cair (*liquid*) karena telah bercampur dengan air.

C. Penggunaan Driver Relay

Driver Relay Motor DC ini digunakan sebagai pengontrol putaran bolak balik motor DC power window. Driver relay ini bekerja sesuai dengan yang di programkan pada software arduino IDE. Relay dalam rangkaian driver ini bekerja saat diberikan tegangan 12V dari power supply, yang di mana ketika tegangan 12V di berikan maka relay akan aktif dan bekerja secara NO/NC sesuai dengan perintah program yang telah di input kedalam arduino uno, saat relay kanan aktif motor akan putar kiri dan posisi relay dalam keadaan normaly close (NC).

D. Penggunaan Motor DC Power Window

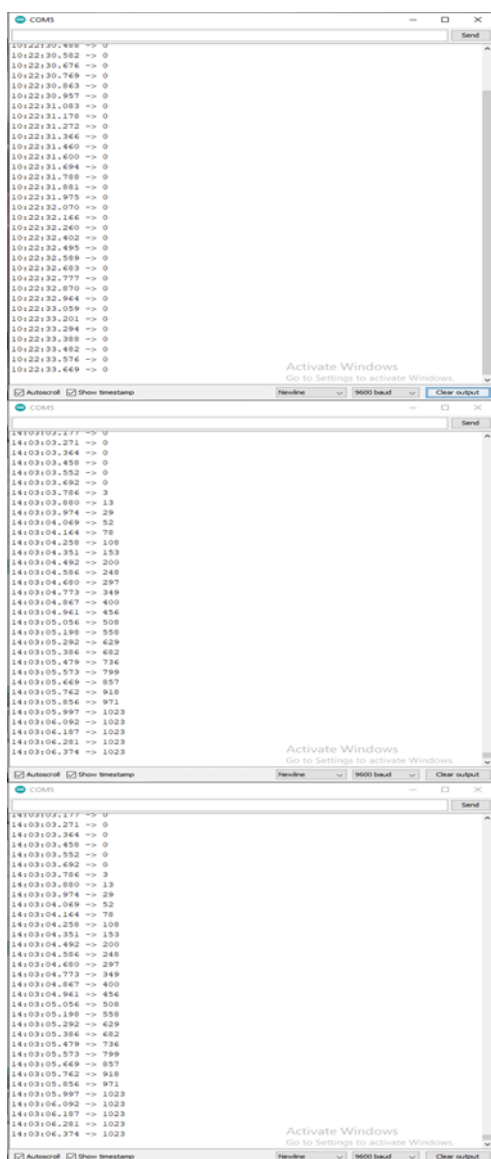
Motor DC Power Window digunakan untuk menggerakkan akuarium secara bolak-balik sebagai simulasi gambaran terjadinya likuifaksi akibat getaran gempa. Motor DC Power Window ini bekerja saat saklar diaktifkan dan di berikan tegangan 12V dari power supply, yang di mana tegangan 12V dari power supply juga masuk ke dalam rangkaian driver relay motor DC, kemudian saklar pada driver relay akan aktif dan bekerja membolak-balikkan putaran motor DC power window sehingga terjadilah proses gempa.

E. Pengujian Sensor Getar SW-11810P

Pengujian sensor getar SW-11810P dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mendeteksi dan membaca nilai getaran dengan baik dan benar sesuai dengan fungsinya. Jika sensor getar SW-420 tidak dapat berfungsi (tidak bisa membaca nilai getaran dengan benar) maka tampilan pada serial monitor arduino IDE tidak berubah dari nilai awalnya.

Sensor getar SW-18010P dihubungkan ke pin analog A0, VCC ke pin VCC pada modul arduino Nano (3,3V) dan pin GND pada sensor dihubungkan pada pin GND modul arduino Nano.

Pengujian dilakukan dengan memasang sensor pada akuarium sehingga memudahkan sensor untuk mendeteksi getaran saat akuarium digerakkan oleh motor power window.



Gambar 9. Hasil pengujian sensor getar

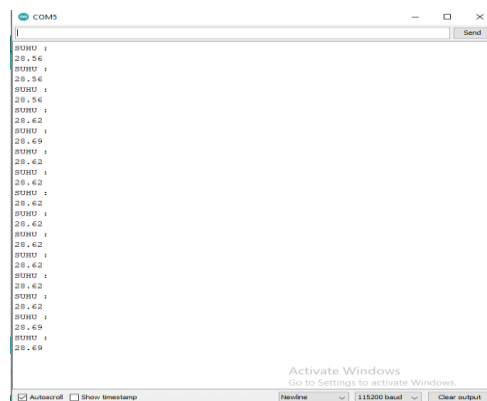
Saat pengujian dilakukan hasil dari Sensor SW-18010P yang ditampilkan pada Arduino IDE menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya karena dapat membaca getaran.

F. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mendeteksi dan membaca nilai suhu dengan baik dan benar sesuai karakteristik sensor suhu DS18B20. Jika sensor suhu DS18B20 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak bisa membaca suhu dengan benar) maka tampilan pada LCD display pembacaan nilai dari sensor adalah negatif yaitu : -127. Jika sensor berjalan dengan baik maka nilai pembacaannya positif atau normal.

Sensor suhu DS18B20 dihubungkan ke pin digital 3 pada arduino Nano untuk pin data, VCC ke pin 30 (5V), dan pin GND pada sensor dihubungkan ke pin 29 GND pada arduino Nano.

Pengujian dilakukan dengan menanamkan bagian pendeteksi suhu pada sensor suhu DS18B20 ke dalam tanah, dan sensor suhu DS18B20 dapat membaca kenaikan suhu pada tanah.



Gambar 10. Hasil pengujian sensor suhu

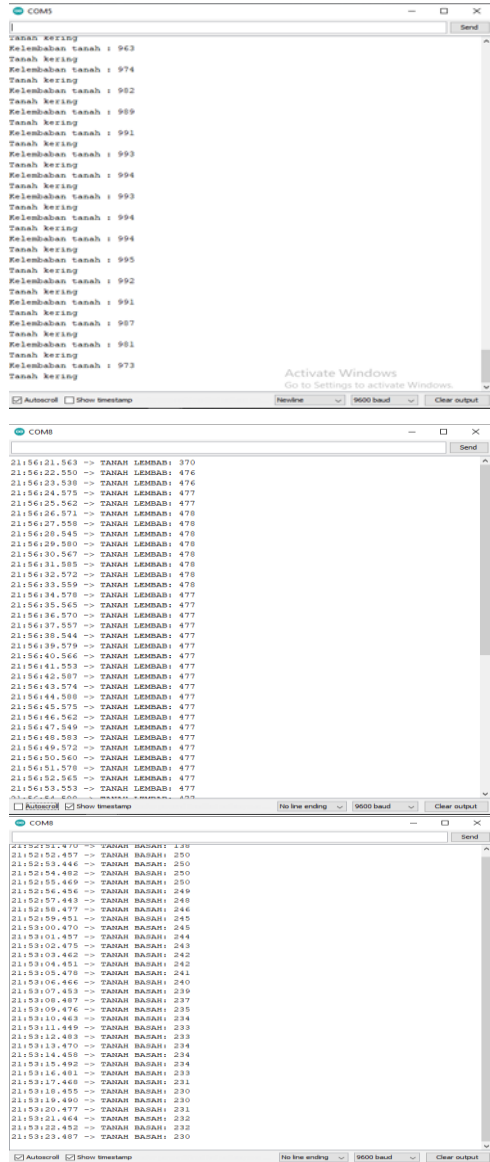
Saat pengujian dilakukan hasil dari Sensor YL-69 yang ditampilkan pada Arduino IDE menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya karena dapat membaca tingkat kelembaban pada tanah.

G. Pengujian Sensor Kelembaban YL-69

Pengujian sensor Kelembaban YL-69 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mendeteksi dan membaca nilai kelembaban dengan baik dan benar sesuai karakteristik sensor kelembaban YL-69. Jika sensor kelembaban YL-69 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak bisa membaca tingkat kelembaban dengan benar) maka tampilan pada serial monitor dan LCD display tidak ada nilai pembacaan tingkat kelembaban yang tampil.

Sensor kelembaban YL-69 dihubungkan ke pin analog 2 pada modul arduino Nano, pin VCC pada sensor dihubungkan ke pin VCC pada modul arduino Nano, dan pin GND pada sensor dihubungkan ke pin GND modul arduino Nano.

Pengujian dilakukan dengan menanamkan bagian sensor kelembaban YL-69 yang membaca tingkat kelembaban ke dalam tanah, dan selanjutnya sensor kelembaban YL-69 akan membaca nilai tingkat kelembaban pada tanah dengan tiga kondisi yaitu: tanah kering, tanah lembab, tanah basah.



Gambar 11. Hasil pengujian sensor kelembapan

Saat pengujian dilakukan hasil dari Sensor YL-69 yang ditampilkan pada Arduino IDE menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya karena dapat membaca kelembaban pada tiga kondisi yaitu, kering, lembab, tanah basah.

H. Kalibrasi Nilai Sensor Getar Dengan Alat Ukur Meja Getar

No.	Kalibrasi Sensor Getar dan Alat Ukur Meja Getar	
	Data ADC Sensor Getar SW-11810P	Getaran Skala richter (SR) Pada Meja Getar
1.	465	3
2.	571	4
3.	692	5
4.	752	6
5.	808	7
6.	863-917	7,4

I. Perbandingan Nilai Sensor Suhu Dengan Alat Ukur Thermometer dan Persen Kesalahan (error)

No.	Perbandingan Sensor Suhu dan Alat Ukur		% Error
	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Thermometer (°C)	
1.	26.50	27.01	1,8
2.	26.56	27.01	1,6
3.	26.69	27.05	1,3
4.	26.75	27.05	1,1
5.	26.81	27.05	0,8

J. Pengambilan Data Alat

Pengambilan data alat dilakukan dengan tiga tahapan dan menggunakan tiga sampel tanah untuk mengetahui perbedaan potensi likuifaksi pada tiga sampel tanah ini.

Tabel 1 Hasil Pembacaan Nilai Sensor Tanah Petobo

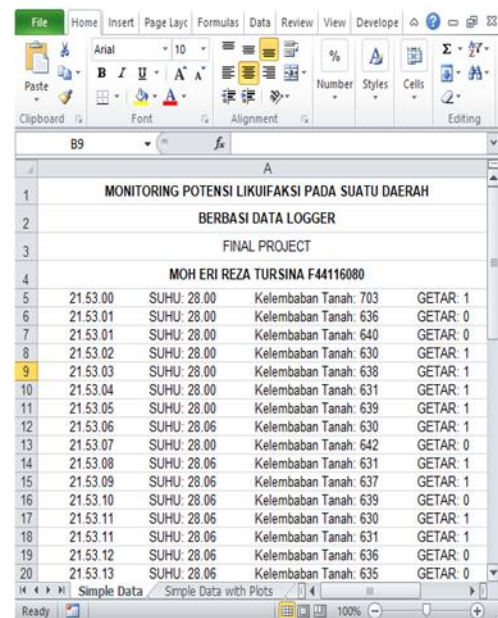
Waktu	Pembacaan Nilai Sensor			Keterangan
	Sensor Getar SW-11810P (SR)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Sensor Kelembaban YL-69 (Ph)	
1	2	3	4	5
20:42:47	0	26.87	995	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:42:49	0	26.87	995	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:42:50	0	26.87	994	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:42:51	0	26.87	990	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:42:53	0	26.94	989	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:42:54	0	26.94	987	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering

1	2	3	4	5
20:42:56	0	26.94	981	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
20:43:00	14	26.87	876	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
20:43:02	43	27.00	860	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
20:43:04	56	27.00	828	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
20:43:05	61	27.00	736	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
20:43:08	155	27.06	716	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
20:43:09	380	27.06	678	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
20:43:10	495	27.06	477	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
20:43:11	561	27.06	477	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
20:43:13	593	27.06	478	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
20:43:15	605	27.06	478	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi

1	2	3	4	5
20:43:16	623	27.06	476	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
20:43:17	732	27.06	476	Getaran sedang ke kuat mulai berpotensi likuifaksi
20:43:18	771	27.06	376	Getaran sedang ke kuat berpotensi likuifaksi
20:43:19	788	27.12	370	Getaran kuat berpotensi likuifaksi
20:43:21	798	27.12	249	Getaran kuat potensi likuifaksi
20:43:24	844	27.12	248	Getaran kuat potensi likuifaksi
20:43:25	876	27.12	246	Getaran kuat terjadi likuifaksi
20:43:26	907	27.12	242	Getaran kuat terjadi likuifaksi
20:43:40	919	27.12	240	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:43:59	921	27.12	237	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:44:10	922	27.12	235	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:44:13	926	27.06	234	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah

1	2	3	4	5
20:44:14	936	27.00	232	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:44:16	939	27.00	231	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:44:18	0	26.94	230	Tidak ada getaran, sudah terjadi likuifaksi dan kondisi tanah basah
20:44:19	0	26.87	230	Tidak ada getaran, sudah terjadi likuifaksi dan kondisi tanah basah

Pada tabel 1 merupakan data hasil simulasi potensi likuifaksi pada tanah petobo. Saat sensor getar tidak mendeteksi adanya getaran, sensor getar bernilai (0), nilai sensor suhu 26.87°C – 26.94°C dan tingkat kelembaban yang terbaca oleh sensor kelembaban bernilai 995pH – 991pH ini berada pada kondisi tanah kering. Saat getaran terdeteksi oleh sensor getar, sensor getar akan membaca dari nilai terendah hingga nilai tertinggi sesuai dengan besar kecilnya getaran yang terbaca yaitu 14-771, sensor suhu 26.87°C – 27.06°C naik sesuai dengan suhu yang terbaca di sekitar dan tingkat kelembaban bernilai 876pH – 376pH ini menandakan getaran sedang kondisi tanah lembab mulai berpotensi likuifaksi. Di saat data ADC sensor getar 788-939, sensor suhu bernilai 27.12°C dan tingkat kelembaban 370pH – 231pH, ini menandakan getaran kuat potensi likuifaksi dan kondisi pada tanah sudah sangat basah.



Gambar 12. Tampilan Data Pada PC Menggunakan PLX-DAQ (Tanah Petobo)

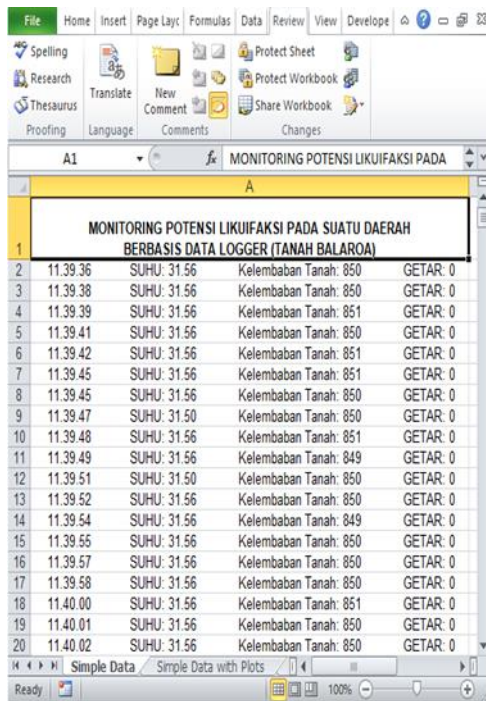
Tabel 2 Hasil Pembacaan Nilai Sensor Tanah Balaroa

Waktu	Pembacaan Nilai Sensor			Keterangan
	Sensor Getar SW-11810P (ADC)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Sensor Kelembaban YL-69 (Ph)	
1	2	3	4	5
11.39.36	0	31.56	850	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
11.39.39	0	31.56	851	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering

1	2	3	4	5
11.39.45	0	31.56	851	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
11.39.49	0	31.56	849	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
11.40.11	10	31.62	835	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.40.29	28	31.69	816	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.40.34	70	31.69	790	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.40.50	171	31.44	779	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.40.57	174	31.37	774	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.41.00	322	31.31	765	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.41.15	342	31.25	750	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi
11.41.22	475	31.19	690	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi
11.41.28	502	31.12	678	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi

1	2	3	4	5
11.41.34	794	31.12	243	Getaran kuat berpotensi likuifaksi
11.41.40	918	31.06	240	Getaran kuat terjadi likuifaksi
11.41.47	924	31.00	239	Getaran kuat terjadi likuifaksi
11.41.54	926	30.94	232	Getaran kuat terjadi likuifaksi
11.42.00	927	31.19	220	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.42.11	928	31.25	210	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.42.25	931	31.37	196	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.42.33	932	31.44	159	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.42.48	934	31.50	154	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.42.59	937	31.56	140	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.43.30	939	31.56	139	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah
11.43.33	940	31.56	120	Getaran kuat sudah likuifaksi dan kondisi tanah basah

Pada tabel 2 merupakan data hasil simulasi potensi likuifaksi pada tanah balaroa. Saat sensor getar tidak mendeteksi adanya getaran, sensor getar bernilai (0), nilai sensor suhu 31.56°C dan tingkat kelembaban yang terbaca oleh sensor bernilai 851pH – 849pH ini berada pada kondisi tanah kering. Saat getaran terdeteksi oleh sensor getar, sensor getar akan membaca dari nilai terendah hingga nilai tertinggi sesuai dengan besar kecilnya getaran yang terbaca yaitu 10-502, sensor suhu 31.62°C – 31.12°C turun sesuai dengan suhu yang terbaca di sekitar dan tingkat kelembaban bernilai 835pH – 678pH ini menandakan getaran sedang kondisi tanah lembab normal tidak berpotensi likuifaksi. Di saat data ADC sensor getar 794-940, sensor suhu bernilai 31.12°C – 31.56°C dan tingkat kelembaban 243pH – 120pH, ini menandakan getaran kuat terjadi likuifaksi dan kondisi pada tanah sudah menjadi lumpur.



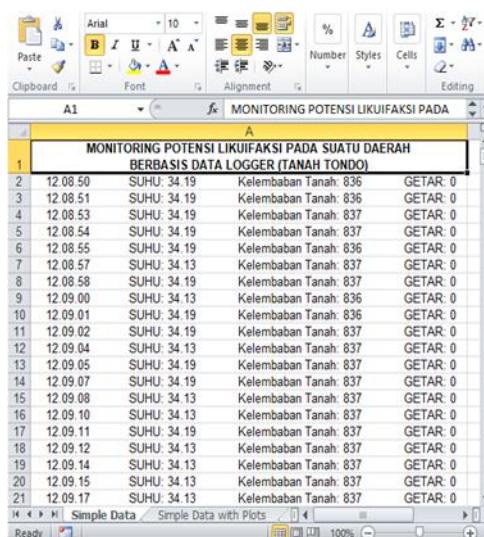
Gambar 13. Tampilan Data Pada PC Menggunakan PLX-DAQ (Tanah Balaroa)

1	2	3	4	5
12:10:15	256	33.38	779	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah kering
12:10:25	332	33.31	722	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi kondisi tanah kering
12:10:40	496	33.25	694	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah sedikit basah
12:11:10	550	33.19	640	Getaran sedang tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah sedikit basah
12:11:34	723	33.13	586	Getaran kuat tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah sedikit basah
12:11:43	850	33.06	572	Getaran kuat tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah sedikit basah
12:11:55	951	33.00	565	Getaran kuat tidak terjadi likuifaksi dan kondisi tanah lembab normal
1	2	3	4	5
12:12:16	956	32.94	497	Getaran kuat tidak terjadi likuifaksi dan kondisi tanah lembab normal
12:12:23	958	32.88	468	Getaran kuat tidak terjadi likuifaksi dan kondisi tanah lembab normal

Tabel 3 Hasil Pembacaan Nilai Sensor Tanah Tondo

Waktu	Pembacaan Nilai Sensor			Keterangan
	Sensor Getar SW-11810P (ADC)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Sensor Kelembaban YL-69 (Ph)	
1	2	3	4	5
12:08:50	0	34.19	836	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
12:08:55	0	34.13	837	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
12:09:10	0	34.06	838	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
12:09:18	0	34.00	839	Tidak ada getaran dan kondisi tanah kering
12:09:30	11	33.56	835	Getaran sangat kecil tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah kering
12:09:43	180	33.44	809	Getaran kecil tidak berpotensi likuifaksi dan kondisi tanah kering

Pada tabel 3 merupakan data hasil simulasi potensi likuifaksi pada tanah tondo. Saat sensor getar tidak mendeteksi adanya getaran, sensor getar bernilai (0), nilai sensor suhu 34.19°C – 34.00°C dan kelembaban yang terbaca bernilai 836pH – 839pH ini berada pada kondisi tanah kering. Saat getaran terdeteksi oleh sensor getar 11-958, sensor suhu 33.56°C – 32.88°C turun sesuai dengan suhu yang terbaca di sekitar dan tingkat kelembaban bernilai 835pH – 468pH, pada kondisi ini getaran kecil ke kuat, tetapi tidak terjadi likuifaksi.



Gambar 12. Tampilan Data Pada PC Menggunakan PLX-DAQ (Tanah Tondo)

V. KESIMPULAN

Dari hasil data perancangan dan penelitian yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun Prototipe Alat Monitoring Potensi Likuifaksi Pada Suatu Daerah Berbasis Data Logger. Maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan adanya prototipe alat monitoring potensi likuifaksi pada suatu daerah berbasis data logger ini, dapat di ketahui bahwa likuifaksi itu terjadi berdasarkan dari dua atau tiga karakteristik yaitu: getaran, kelembaban dan suhu.
2. Diketahui ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat potensi terjadinya likuifaksi yaitu :
 - a. Likuifaksi dapat terjadi pada tanah yang jenuh air seperti tanah hasil sedimentasi yang tidak kompak dan belum lengkap, contohnya tanah berpasir, tanah hasil timbunan pada lahan bekas rawa, aliran sungai yang sudah lama tidak mengalirkan air dan pesisir pantai yang di timbun.
 - b. Dari hasil yang telah diteliti bahwa likuifaksi dapat terjadi saat getaran gempa pada skala diatas 7SR – 7,5SR yang menandakan getaran kuat dan bisa membuat tekanan tinggi pada air di dalam tanah. Sedangkan jika getaran gempa pada skala 3SR – 6SR dibawah dari skala 7SR potensi likuifaksi kecil kemungkinan terjadi.
3. Pada penelitian ini potensi terjadi likuifaksi pada dua sampel tanah petobo dan balaroa diketahui dari tingkat kelembaban yang terbaca oleh sensor mencapai 249pH – 243pH berada pada kondisi tanah basah yang telah sepenuhnya bercampur dengan air. Tanah Tondo, mempunyai tingkat kelembaban 572pH – 468pH berada pada kondisi tanah lembab normal dan tidak terjadi likuifaksi. KareType equation here.na sedikit pasir yang terkandung di dalamnya dan didominasi oleh tanah liat, sehingga membuat tanah ini padat dan memiliki daya dukung yang kuat.
4. Data hasil perbandingan sensor suhu dan alat ukur thermometer memiliki nilai pembacaan yang berbeda. Nilai yang dibaca oleh sensor suhu 26.50°C – 26.87°C, pada alat ukur 27.01°C – 27.05°C dari perbedaan pembacaan ini memiliki tingkat error 1,8% - 0,6%.
5. Data hasil pembacaan sensor dari arduino di tampilkan pada software PLX-DAQ yang berperan sebagai data Logger menggunakan kabel USB ke PC dan data dapat di simpan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AMIK BSI Purwokerto, N. I. F., & - AMIK BSI Purwokerto, A. A. (2018). Pembuatan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Accelerometer Berbasis Arduino. *Evolusi: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 6(1), 61–67. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i1.3582>
- [2] Adi Kurniawan, Arsanto Narendro, R. A. F. dan T. W. (2020). Sistem Deteksi Lokasi Gempa

- Menggunakan Arduino Mega 2560, Sensor SW-420, GPS Dan Notifikasi SMS. *Jurnal BIT (Budi Luhur Information Teknology)*, 17(1), 62–68. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/1016>
- [3] Alam, H., Kusuma, B. S., & Prayogi, A. (2020). Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 43–52.
 - [4] Allen, C., Tandaju, V., Manoppo, F. J., & Ticoh, J. H. (2019). Analisis Potensi Likuifaksi (Studi Kasus: Pltu Area Gorontalo). *Jurnal Sipil Statik*, 7(8), 1081–1094. <http://puskim.pu.go.id>
 - [5] Andalas, U. (2015). *Percobaan potensi likuifaksi pada tanah pasir seragam dengan permodelan alat di laboratorium tugas akhir*.
 - [6] Haadymuqtadir. (2019). *Zonasi Potensi Likuifaksi Kota Makassar Menggunakan Metode Nasional Centre For Earthquake Engineering Reasearch (NCEER)*. 1–336.
 - [7] Rohit, D., Pasha, S. M. K., Hazarika, H., Kokusho, T., Arsyad, A., & Nurdin, S. (2020). Influence of low permeability capping layers on liquefaction induced ground failure. *16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ARC 2019*, 4–7.
 - [8] Nurdin, S., Harianto, T., Aswad, S., Arsyad, A., & Alexsander, S. (2019). Liquefaction Disaster Mitigation and Geohydrology Conditions, Lessons from The Palu Earthquake Magnitude 7.4 Mw 28 September 2018. *23rd Annual National Conference on Geotechnical Engineering*, 208–216.
 - [9] Saputra, J. F., Rosmiati, M., & Sari, M. I. (2018). Pembangunan Prototype Sistem Monitoring Getaran Gempa Menggunakan Sensor Module SW-420. *EProceedings of Applied Science*, 4(2442–5826), 2055. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/7170>
 - [10] Yuliono, Y., Paramytha, N., Fitriani, E., Universitas, D., Darma, B., Universitas, M., Darma, B., Studi, P., Elektro, T., & Teknik, F. (2019). Sensor Getaran Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler. *Bina Darma Conference on Engineering Science*, 124–133.