

RANCANG BANGUN ALAT UJI PERKOLASI TANAH BERBASIS ARDUINO

Dharma Aryani¹⁾, Jusriadi²⁾, Fahrul Ifdal³⁾

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang
dharma.aryani@poliupg.ac.id ¹ jriadi111@gmail.com ², fahrulifdal32@gmail.com ³



Abstract

Water absorption testing through soil percolation test is mostly handled manually. During the testing process, it still requires many people to supervise it, and the reading error rate is still high. Therefore, a measuring instrument that works automatically is needed that can more specifically read the rate of water absorption into the soil accurately. In this final project, the tool is made using Arduino Mega, HC-SR04 ultrasonic sensor, 128x64 LCD, buzzer, NEO6MV2 GPS Module, RTC (Real Time Clock), push button, and Lithium-Ion Battery. The result of this final project is a soil permeability measuring instrument that can accurately measure the rate of water infiltration. Based on the results of design, testing and analysis of the design results, a soil permeability measuring instrument is obtained that can properly measure the rate of water infiltration.

Keywords : Soil Percolation, Soil Permeability, Arduino

Abstrak

Pengujian pengukuran daya serap air melalui uji perkolasi tanah saat ini masih dilakukan secara manual. Pada saat proses pengujian masih memerlukan banyak orang untuk mengawasinya, dan tingkat kesalahan pembacaan juga masih tinggi. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat ukur yang bekerja secara otomatis yang dapat dengan lebih spesifik membaca laju resapan air kedalam tanah secara akurat. Pada penelitian ini, alat dibuat menggunakan Arduino Mega, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD 128x64, buzzer, Modul GPS NEO6MV2, RTC (*Real Time Clock*), *push button*, dan Baterai *Lithium-Ion*. Hasil dari penelitian ini berupa alat ukur permeabilitas tanah yang dapat mengukur laju resapan air secara akurat. Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa hasil rancangan, didapatkan alat ukur permeabilitas tanah yang dapat mengukur laju resapan air dengan baik.

Kata Kunci: Perkolasi Tanah, Permeabilitas Tanah, Arduino.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat saat ini menuntut dunia industri menggunakan peralatan yang dapat bekerja secara otomatis untuk meningkatkan produktivitas, mempersingkat waktu produksi, maupun menurunkan biaya produksi. Kebutuhan manusia terhadap peralatan yang cerdas dan dapat bekerja secara otomatis semakin meningkat, sehingga peralatan-peralatan otomatis ini sedikit demi sedikit mulai menggantikan peralatan manual. Selain sistem kerjanya yang sama, peralatan otomatis dapat melakukan pekerjaannya sendiri dan tidak memakan waktu yang banyak.

Salah satu penerapan teknologi otomatisasi adalah alat ukur permeabilitas tanah pada uji perkolasi tanah. Uji perkolasi tanah merupakan cara untuk menentukan laju serapan air tanah dalam persiapan untuk pembangunan *septic drain field* (bidang

pelindian) atau kolam resapan. Hasil uji perkolasi diperlukan untuk merancang sistem septik dengan baik. Dalam istilah yang paling luas, pengujian perkolasi hanyalah mengamati seberapa cepat volume air yang diketahui menghilang ke dalam lapisan tanah bawah dari lubang yang dibor dengan luas permukaan yang diketahui. Meskipun setiap yurisdiksi akan memiliki hukumnya sendiri mengenai perhitungan pasti untuk panjang jalur, kedalaman lubang, dll., Prosedur pengujiannya sama. Permeabilitas pada Teknik Elektro dan Teknik Sipil memiliki pengertian yang berbeda. Permeabilitas pada Teknik Elektro adalah ukuran kemampuan material untmagnet dalam dirinya sendiri atau dikenal sebagai induktansi terdistribusi dalam Teori Jalur Transmisi. Permeabilitas pada Teknik Sipil adalah salah satu parameter petrofisik yang berupa kemampuan batuan untuk dapat meloloskan fluida.uk mendukung pembentukan medan

Pada umumnya, proses pengukuran kecepatan resap air ini dilakukan dengan menggunakan alat skala ukur (dalam skala inch) dan stopwatch yang dikerjakan secara manual oleh manusia. Proses ini belum menunjukkan kepraktisan dan keefektifan dalam pekerjaan, yang tentunya juga dapat memunculkan kesalahan dalam hasil perhitungan, dikarenakan pada uji perkolasi tanah ini membutuhkan beberapa orang hanya untuk melakukan uji daya serap tanah ini, ditambah lagi tingkat ketelitian dalam pekerjaan ini sangatlah tinggi sehingga membutuhkan tingkat pengamatan yang tinggi juga.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat ukur permeabilitas tanah digital dalam uji perkolasi tanah, sehingga kesalahan kesalahan atau kekurangan yang biasanya terjadi saat dikerjakan secara manual bisa diminimalisir.

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan di atas, maka dalam penelitian ini perlu dirancang dan dibangun Alat Ukur Permeabilitas Tanah Berbasis Arduino. Alat ini akan digunakan untuk mengukur secara digital kecepatan serap air ke dalam tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Studi Literatur

Perkembangan teknologi yang semakin meningkat pada bidang konstruksi pengukuran tanah didukung oleh banyak penelitian. Penelitian saat ini mengarah pada kemudahan cara perhitungan, pembacaan, dan sistem monitoring cerdas untuk dapat memberikan layanan pengukuran resapan tanah (Ding ku-2012). Pesatnya teknologi sensor dan mikrokontroler memungkinkan pengembangan perangkat perkolasi. Dalam perkembangan penelitian, berbagai upaya telah dilakukan untuk memajukan kemampuan ini.

Penelitian yang dilakukan oleh san ming ke dan hau Ding Ku tahun 2012 dengan judul “Research on percolation model and criticality of seismicity” telah mengembangkan teknik perkolasi secara analog untuk mengirimkan informasi waktu pemantauan masih menggunakan stopwatch. Sistem hanya memonitor resapan air dan mencatatnya secara manual saja.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dubber D dan L Gill dan pada tahun 2013

membuat penelitian dengan judul “EPA research options for low-percolation sites” yang membuat Sistem perkolasi pada lahan yang bersifat serapan air tanah yang lambat dengan monitoring secara manual. Sistem ini akan memonitor perkolasi secara terus menerus untuk memantau pergerakan tanah dengan perkolasi lambat.

Perkembangan penelitian perkolasi sejak tahun 2012 sampai dengan juni 2013 seluruhnya masih terpaku pada sistem kendali yang hanya menggunakan satu sensor ketinggian saja. Dengan melihat peluang sistem perkolasi yang lain maka telah dikembangkan berikutnya oleh peneliti Legger pada tahun 2014 mengambil penelitian dengan judul “Percolation and Universal Scaling in Composite Infiltration Processing” memperkenalkan sistem perkolasi untuk melakukan analisis data secara Universal. Dua perangkat digunakan ke dalam area tanah untuk membuat sebuah sistem perkolasi. Sistem yang digunakan adalah sistem analog yang membutuhkan kecermatan pengelihatian untuk menjalankan sistem tersebut.

Dengan adanya keterbatasan pada sistem perkolasi yang hanya dikembangkan secara manual pada salah satu monitoring waktu saja, maka pada penelitian saat ini, peneliti akan membuat alat ukur permeabilitas tanah berbasis arduino, dimana alat ini akan bekerja secara digital dalam pengukuran perkolasi tanah.

B. Perkolasi Tanah

Perkolasi adalah proses mengalirnya air ke bawah secara gravitasi dari suatu lapisan tanah ke lapisan di bawahnya, sehingga mencapai permukaan air tanah pada lapisan jenuh air. Tes perkolasi ini bertujuan untuk menentukan besarnya luasmedan peresapan yang diperlukan untuk suatu jenis tanah dari tempat percobaan. Semakin besar daya resap tanah, maka semakin kecil luas daerah peresapan yang diperlukan untuk sejumlah air tertentu. Mengingat setiap daerah memiliki jenis tanah yang berbeda maka daya resap tanahnya juga akan berbeda pula. Proses berlangsungnya air masuk ke permukaan tanah kita kenal dengan infiltrasi, sedang perkolasi adalah proses Bergeraknya air melalui profil tanah karena tenaga gravitasi. Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal

dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

C. Arduino Mega 2560

Arduino adalah platform prototipe elektronik open source berdasarkan input/output sederhana (I/O), perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino bisa digunakan untuk mengembangkan objek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer.

D. Modul IC Step Down LM2596

IC LM2596 (Gambar 2.2) adalah sebuah modul *step down* atau penurun tegangan, dimana LM2596 adalah sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai *step down DC converter* dengan *current rating* 3A. DC-DC konverter atau *buck konverter* adalah rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi untuk mengkonversi tegangan searah konstat menjadi tegangan searah yang dapat divariasikan 8 berdasarkan perubahan *duty cycle* rangkaian kontrolnya.

E. Liquid Crystal Display (LCD) 128x64

LCD adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat.

F. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*.

G. Sensor Ultrasonic HC SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak dan pengukuran kedalaman air.

H. Modul GPS Ublox Neo 6M

Modul GPS Ublox Neo 6M yaitu penerima sinyal GPS stand-alone yang memiliki performa baik. Time to First Fix (TIFF) adalah salah satu parameter penting dimana didefinisikan sebagai kecepatan modul GPS untuk dapat mengakses data almanac dan ephemeris dari satelit. TIFF, dan neo-6M ini memiliki TIFF paling lama 27 detik.

I. Modul Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock / RTC adalah sebuah modul/ kit yang berfungsi untuk menjalankan fungsi waktu dan kalender secara realtime berbasis DS1307 dengan menggunakan backup supply berupa battery.

J. Baterai Li-Ion 4.2V

Baterai *Lithium-ion* merupakan salah satu jenis baterai yang banyak digunakan pada kendaraan listrik maupun perangkat elektronik dimasa kini. Elektrode aktif pada baterai *Lithium-ion* merupakan *lithium metal oxide* untuk elektrode positif sedangkan carbon pada elektrode negatif. Material ini menganut arus kolektor logam dengan bahan pengikat, biasanya berupa *polivinilidena flourida* (PVDF) atau *kopolimer polivinilidena fluorida-hexafluoropropylene* (PVDF-HFP), dan penencer konduktif.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Perancangan dan pembangunan dilaksanakan di Kampus 1 Gedung Teknik Elektro, Lantai 2, Ruang Bengkel Elektronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penelitian dilaksanakan mulai dari Februari 2021 hingga September 2021.

B. Alat dan Bahan

Pada proses perancangan dan pembangunan alat ini sejumlah alat dan bahan diperlukan agar kegiatan penelitian dapat terlaksana. Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan ini diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Daftar Alat Yang Digunakan

No	Alat	Jumlah
1	Laptop	1 Buah
2	Solder Listrik	1 Buah
3	Tang Potong	1 Buah
4	Tang Jepit	1 Buah
5	Obeng (+) dan (-)	1 Buah
6	Penghisap Timah	1 Buah

7	Penggaris	1 Buah
8	Multimeter	1 Buah

Tabel 2 Daftar Bahan Yang Digunakan

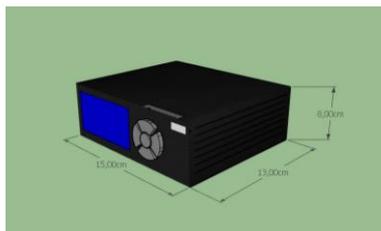
No	Bahan	Jumlah
1	Arduino Mega 2560	1 Buah
2	Sensor Ultrasonik HC SR04	1 Buah
3	LCD	1 Buah
4	Buzzer	1 Buah
5	Papan PCB	1 Buah
6	Kabel	Secukupnya
7	Push Button	5 Buah
8	Filament 3D Printer PLA	1 buah
9	Saklar	1 buah
10	Baterai	3 buah
11	Modul GPS Ublox 6M	1 buah
12	Baut	4 buah

C. Prosedur dan Langkah Kerja

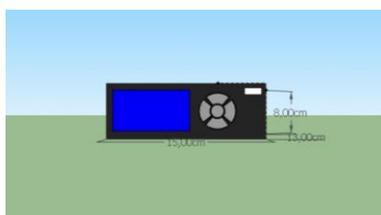
1) Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

a. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada penelitian ini menggunakan *tripod* sebagai *stand* yang tinggi kakinya dapat disesuaikan dan sebuah kotak pengamatan sebagai *display* monitoring pengukuran. Bentuk fisik dari perancangan mekanik diperlihatkan pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



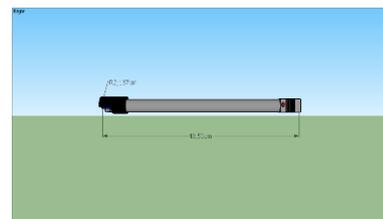
Gambar 1 Kotak Pengamatan Tampak Kanan Atas



Gambar 2 Kotak Pengamatan Tampak Depan



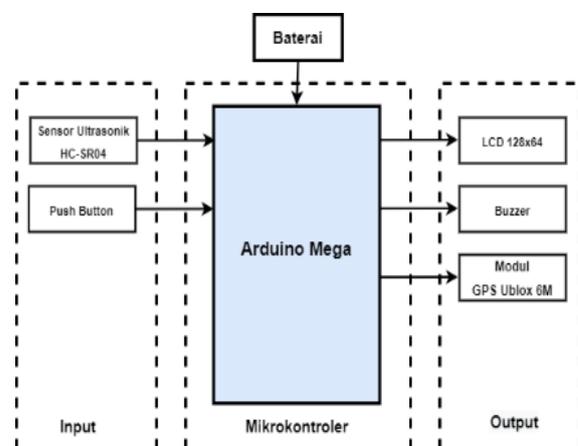
Gambar 3 Tripod Sebagai Stand



Gambar 4 Lengan Tempat Sensor

b. Perancangan Sistem Perangkat Keras
 Dalam pembuatan alat ukur permeabilitas tanah berbasis Arduino, perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem ini sebagai berikut:

- Arduino Mega2560 , digunakan sebagai pengontrol alat permeabilitas tanah.
- Sensor Ultrasonik HC-SR04, digunakan untuk mengukur jarak resapan air.
- Modul GPS Ublox 6M, sebagai penampil lokasi pengukuran.



Gambar 5 Diagram Blok Perancangan Sistem Perangkat Keras

D. Perancangan Sistem Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam perancangan program, digunakan software Arduino IDE. Langkah-langkah pembuatan program di Arduino IDE adalah sebagai berikut :

- a. Membuka *software* arduino IDE.
- b. Membuat program baru.
- c. Program diketik pada halaman *sketch* dan dilakukan pengecekan untuk menemukan *error* pada pemrograman.
- d. Program di *upload* untuk melakukan pengujian.

E. Teknik Pengujian Data

Tahap pengujian data, pada tahap ini akan dibuat skenario pengumpulan dan pengujian data dengan memasang keseluruhan sistem alat dan menguji kinerja sistem secara langsung, yaitu dengan metode pengukuran manual yang sesuai dengan langkah percobaan dalam uji perkolasi tanah dan juga dengan menggunakan pengujian dengan menggunakan sistem otomatis yang dirancang pada penelitian ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Hasil perancangan Alat ukur permeabilitas tanah berbasis arduino dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perancangan

Gambar 6 menunjukkan hasil perancangan alat ukur permeabilitas tanah berbasis arduino. Sistem ini dibuat dengan spesifikasi berikut:

1. Kotak kontrol yang berisi komponen Arduino Mega, *buzzer*, Modul GPS Ublox 6M, dan Baterai *Lithium-ion*.
2. Untuk *display* terdiri dari LCD 128x64 dan tombol menu pilihan.
3. *Tripod* digunakan sebagai *standing*. Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang terpasang pada ujung lengan alat

B. Pengujian Alat

Untuk mengevaluasi akurasi secara lebih presisi, maka dilakukan dua skenario pengujian yaitu pengukuran dengan menggunakan *sampling time* 1 menit dan *sampling time* 3 menit.

1. Hasil Pengujian Dengan *Sampling Time* 1 Menit

Dalam uji perkolasi tanah, pengujian dilakukan dengan langkah - langkah sebagai berikut :

- a. lubang dengan diameter 20 cm dan kedalaman 35 cm.



Gambar 7 Lubang galian

- b. Menambahkan kerikil dengan tinggi 5 cm dari dasar lubang.



Gambar 8. Penambahan kerikil

- c. Menempatkan posisi alat ukur pada tengah lubang.



Gambar 9. Penempatan posisi alat pada tengah lubang

- d. Mengisi lubang dengan air dan memulai proses pengujian.



Gambar 10. Pengisian lubang dengan air

Pengujian dengan *sampling time* 1 menit, dimana data yang didapatkan berubah setiap 1 menit. Dengan dilakukan pengujian menggunakan alat, juga dilakukan pengujian manual yang dilakukan secara bersamaan. Hasil pengujian pengukuran otomatis diperlihatkan pada tabel 3 dan hasil pengujian pengukuran manual diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Otomatis Dengan Sampling Time 1 Menit

No.	Menit Ke-	Perubahan Jarak (cm)	Total Jarak (cm)
1	1	1.88	1.88
2	2	0.00	1.88
3	3	8.00	9.88
4	4	2.19	12.07
5	5	2.22	14.29
6	6	1.22	15.52
7	7	1.97	17.48
8	8	1.53	19.02
9	9	0.86	19.88
10	10	0.00	19.88
11	11	2.36	22.24
12	12	0.00	22.24
13	13	0.50	22.74
14	14	1.43	24.17
15	15	2.21	26.38
16	16	0.00	26.38
17	17	0.00	26.38
18	18	0.00	26.38
19	19	1.29	27.67
20	20	1.59	29.26
21	21	0.00	29.26
22	22	0.00	29.26
23	23	0.21	29.47
24	24	0.07	29.53
25	25	0.67	30.21
Rata – rata kecepatan serap air			0.02

Tabel 4. Hasil Pengukuran Manual

No	Inchi Ke-	Waktu Yang Dibutuhkan
1	1	20 detik
2	2	57 detik
3	3	1 menit 36 detik
4	4	2 menit 24 detik
5	5	4 menit 40 detik

No	Inchi Ke-	Waktu Yang Dibutuhkan
6	6	6 menit 15 detik
7	7	6 menit 59 detik
8	8	10 menit 26 detik
9	9	13 menit 16 detik
10	10	16 menit 24 detik
11	11	20 menit 57 detik
12	11.8 (30 cm)	25 menit
Rata – rata kecepatan serap air		0.02 cm/s

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan alat dan juga pengukuran manual didapatkan nilai kecepatan resapan air rata – rata 0.02 cm/s. Dari hasil yang didapatkan, maka dapat dinyatakan bahwa sistem alat ukur ini sudah dapat menghasilkan akurasi pengukuran dengan hasil yang sama.

2. Hasil Pengujian Dengan Sampling Time 3 Menit

Pada tahapan pengujian ini, *sampling time* pada alat ukur di-setting menjadi 3 menit, dimana data yang didapatkan berubah setiap 3 menit. Untuk melakukan pengujian dilakukan langkah – langkah yang sama seperti pada poin 1 dengan memindahkan lokasi pengukuran pada lubang baru karena pada standar uji perkolasi satu lubang tidak dapat dilakukan pengujian berulang. Hasil pengujian pengukuran otomatis diperlihatkan pada tabel 5 dan hasil pengujian pengukuran manual diperlihatkan pada tabel 6.

Tabel 5 Hasil Pengujian Otomatis Dengan Sampling Time 3 Menit

No.	Menit Ke-	Perubahan Jarak (cm)	Total Jarak (cm)
1	3	7.29	7.29
2	6	2.98	10.28
3	9	2.47	12.74
4	12	1.52	14.26
5	15	2.81	17.07
6	18	1.09	18.16
7	21	1.00	19.16
8	24	2.86	22.02
9	27	0.00	22.02
10	30	0.97	22.98
11	33	0.00	22.98
12	36	1.07	24.05
13	39	0.26	24.31
14	42	1.60	25.91
15	45	0.00	25.91
16	45	0.83	26.74
17	48	0.93	27.67
18	51	0.00	27.67
19	54	0.74	28.41
20	57	0.00	28.41

No.	Menit Ke-	Perubahan Jarak (cm)	Total Jarak (cm)
21	60	0.36	28.78
22	63	1.05	29.83
23	66	1.16	30.98
Rata – rata kecepatan serap air			0.01 cm/s

Tabel 6 Hasil Pengukuran Manual

No.	Inchi Ke-	Waktu Yang Dibutuhkan
1	1	1 menit 2 detik
2	2	2 menit 38 detik
3	3	4 menit 16 detik
4	4	6 menit 55 detik
5	5	9 menit 59 detik
6	6	17 menit 57 detik
7	7	19 menit 44 detik
8	8	27 menit 34 detik
9	9	35 menit 34 detik
10	10	45 menit 46 detik
11	11	59 menit 28 detik
12	11.8 (30 cm)	66 menit
Rata – rata kecepatan serap air		0.01 cm/s

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan alat dan juga pengukuran manual didapatkan nilai kecepatan resapan air rata – rata 0.01 cm/s. Dengan membandingkan hasil pengujian menggunakan alat ukur dan pengujian manual, maka dapat dinyatakan bahwa sistem alat ukur ini sudah dapat menghasilkan akurasi pengukuran yang sama.

C. Analisa Hasil Pengujian

Pada setiap skenario pengukuran bahwa tingkat akurasi Alat Ukur Permeabilitas Tanah Berbasis Arduino dapat berfungsi dengan akurat seperti dengan dilakukannya pengukuran secara metode manual. Keunggulan dengan menggunakan Alat Ukur Permeabilitas Tanah Berbasis Arduino ini terdapat data perubahan jarak sesuai *sampling time* yang diatur. Dengan pengaturan *sampling time* maka kemungkinan pengaplikasiannya lebih luas, dapat digunakan di berbagai macam jenis tanah. Skalabilitas untuk penggunaan alat ukur ini sangat memungkinkan untuk pengujian perkolasi tanah dengan lahan yang berbeda karena tinggal mengubah *sampling time*. Dengan adanya Alat Ukur Permeabilitas Tanah Berbasis Arduino ini, pengujian perkolasi tanah yang sebelumnya dilakukan secara manual sekarang dapat dengan mudah dilakukan, membuat pekerjaan lebih fleksibel, presisi, dan akurat.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan Alat Ukur Permeabilitas Tanah Berbasis Arduino dapat mengukur laju resapan air melalui uji perkolasi secara otomatis dengan hasil yang sama.

REFERENSI

- [1] Elektronika, Teknik, 2020. *Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerja LCD*. (<https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/>) Diakses 1 Februari 2021).
- [2] Andalan Elektro. 2018. *Mengenal Arduino: Pengertian, Sejarah, Kelebihan dan Jenis-Jenisnya*. Blogger. Lulusan Teknik Elektronika (<https://www.andalanelektro.id/2018/08/mengenal-arduino.html/>) Diakses 28 Januari 2021).
- [3] Indrarharja, 2012. *Pengertian Buzzer* (<https://indrarharja.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/>) Diakses 1 Februari 2021).
- [4] Andalanelektro, 2018. *Cara kerja dan Karakteristik Sensor Ultrasonic HC SR04*. (<https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html#:~:text=Sensor%20ultrasonic%20terdiri%20dari%20sebuah.akan%20memantul%20kembali%20ke%20Receiver.1/>) Diakses 1 Februari 2021).
- [5] ElangSakti, 2015. *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya* (<https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html/>) Diakses 10 Agustus 2021).
- [6] AspenCore, 2021. *NEO-6M GPS Module — An Introduction*. (<https://www.electroschematic.com/neo-6m-gps-module/>) Diakses 20 Agustus 2021).