

PENCATAT pH TANAH OTOMATIS

Ade Rukmana, Helfy Susilawati, Galang

Prodi Teknik Elektro

Universitas Garut

Abstrak

Kondisi pH tanah berpengaruh pada mudah tidaknya ion-ion unsur hara diserap oleh tanaman. Pada umumnya unsur hara akan mudah diserap tanaman pada pH 6-7, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air. Derajat pH dalam tanah juga menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman. Jika tanah masam akan banyak ditemukan unsur aluminium (Al) yang selain meracuni tanaman juga mengikat phosphor sehingga tidak bisa diserap tanaman. Selain itu pada tanah masam juga terlalu banyak unsur mikro yang bisa meracuni tanaman. Sedangkan pada tanah basa banyak ditemukan unsur Na (Natrium) dan Mo (Molibdenum). Kondisi pH tanah juga menentukan perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Pada pH 5,5 – 7 jamur dan bakteri pengurai bahan organik akan tumbuh dengan baik. Demikian juga mikroorganisme yang menguntungkan bagi akar tanaman juga akan berkembang dengan baik. Tugas Akhir ini dirancang guna membantu para petani dalam mengukur dan mencatat kondisi pH tanah berbasis Arduino Uno dilengkapi dengan sensor DHT 11 untuk temperature dan kelembaban udara, modul datalogging Deek Robot untuk pencatat waktu dan data hasil pengukuran pada kartu memori SD, serta penampil LCD yang memudahkan pembacaan dan penoperasikan alat Probe atau elektroda pengukur diambil dari alat ukur ETP 301 produk yang ada di pasaran. Sebagai Hasil akhir tugas akhir telah berhasil dirancang alat yang mampu mengukur dan mencatat pH tanah, temperature dan kelembaban udara sekitar dan semua data tersimpan pada kartu memori SD yang mudah diperoleh saat ini dengan ukuran di atas 1 Gbyte.

Kata kunci : pH tanah, Arduino Uno, ETP 301, Data logging, sensor DHT 11

Pendahuluan

Seiring dengan banyaknya kebutuhan pertanian yang semakin meningkat, mengakibatkan kesuburan tanah dan kondisi iklim menjadi parameter yang sangat penting untuk menentukan tanaman yang baik dikonsumsi dan diolah oleh masyarakat Indonesia. Maka dari itu sangat diperlukan implementasi teknologi elektronika untuk dapat memudahkan manusia mengetahui kadar tanah dan kondisi iklim cuaca untuk menentukan tumbuhan yang tumbuh dengan baik dan dapat dikonsumsi oleh manusia. Namun dari berbagai macam media informasi seperti koran, majalah, sosial media, internet tidak sedikit di Indonesia para petani dilapangan

mengalami kejadian gagal panen, salah satu penyebabnya adalah terjadinya pencemaran alam dan lingkungan salah satunya melalui tanah sehingga para petani tidak terlalu memperhatikan beberapa parameter penting untuk bercocok tanam di lingkungan tersebut.

Salah satu aspek yang dibutuhkan seorang petani untuk mempunyai hasil panen salah satu tumbuhan yang baik yaitu data parameter kondisi pH tanah, suhu dan kelembaban lingkungan sekitar, data tersebut dibutuhkan dikarenakan petani nantinya dapat menentukan kondisi tumbuhan apa yang cocok untuk ditanami pada kondisi tanah dan iklim di lingkungan, yang nantinya akan menentukan hasil panen dari petani tersebut.

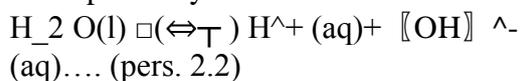
Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas, di perlukan suatu alat yang dapat mengukur PH tanah menggunakan sensor ETP 306 dan DHT 11 yang memanfaatkan suhu serta kelembapan lingkungan sekitar.

Ladasan Teori

pH

Definisi asam Bronsted sebagai zat yang mampu memberikan proton, dan basa Bronsted sebagai zat yang mampu menerima proton. Definisi tersebut umumnya sesuai untuk pembahasan sifat dan reaksi dari asam dan basa

Air, sebagaimana kita ketahui, merupakan pelarut yang unik. Salah satu sifat khasnya ialah kemampuannya untuk bertindak baik sebagai asam maupun sebagai basa. Air merupakan elektrolit yang sangat lemah dan dengan demikian merupakan penghantar listrik yang buruk, meskipun hanya terionisasi sedikit.



Reaksi ini adakalanya disebut autoionisasi air

pH dan Reaksi Tanah

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hydrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain H^+ dan ion-ion lain ditemukan pula ion OH^- , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya H^+ . Pada tanah-tanah yang masam jumlah ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- sedang pada tanah alkalis kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai pH = 7 (Hardjowigeno, 2007).

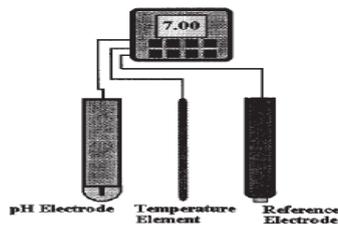
Nilai pH tanah dipengaruhi oleh sifat misel dan macam kation yang komplit antara lain kejenuhan basa, sifat misel dan macam kation yang terserap. Semakin kecil kejenuhan basa, maka semakin masam tanah tersebut dan pH nya semakin rendah. Sifat misel yang berbeda dalam mendisosiasikan ion H^+ beda walau kejenuhan basanya sama dengan koloid yang mengandung Na lebih tinggi mempunyai pH yang lebih tinggi pula pada kejenuhan basa yang sama (Pairunan, dkk, 1985).

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalis tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen H^+ di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah, maka semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain H^+ dan ion-ion lain

Pengukuran pH

Pengukuran pH berbasis pada penggunaan dari suatu elektroda (biasanya gelas) yang sensitive terhadap pH dan elektroda lain sebagai referensi, kadangkala disertai suatu elemen temperatur untuk menyediakan sinyal menuju rangkaian penganalisa pH. Elektroda pH mempergunakan suatu gelas sensitive pH yang diformulasi khusus terhubung dengan larutan khusus, yang membangkitkan suatu tegangan potensial listrik proporsional terhadap pH dari larutan. Elektroda referensi dirancang untuk menjaga suatu tegangan listrik potensial konstan pada sebarang nilai temperature, dan untuk membentuk rangkaian pengukur pH tertutup di dalam larutan. Elektroda tersebut memberikan referensi nilai potensial listrik yang diketahui terhadap elektroda pH. Perbedaan potensial listrik dari elektroda pH dengan elektroda referensi menyediakan sinyal

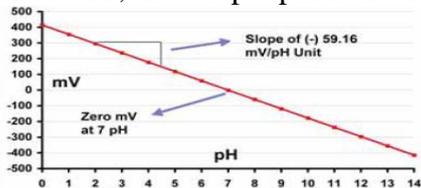
dalam millivolt yang proporsional terhadap pH.



Gambar 1

Rangkaian Pengukur pH

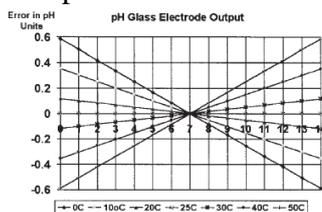
Kebanyakan sensor pH dirancang untuk menghasilkan sinyal 0 mV pada pH 7.0, dengan suatu kemiringan (ideal teoritis) sensitivitas sebesar - 59,16 mV/ pH pada 25 °C.



Gambar garis 2

pH vs beda potensial listrik

Kombinasi elektroda pH dengan elektroda referensi menunjukkan suatu titik isopotensial, yaitu potensial listrik dalam mV yang konstan terhadap perubahan temperature. Titik isopotensial seringkali dirancang pada pH 7.0 dan 0 mV. Menggunakan titik isopotensial dengan pengetahuan teoritis tentang perilaku elektroda memungkinkan untuk membuat kompensasi (mengoreksi) pengukuran pH pada sebarang temperatur dengan dengan referensi temperature (biasanya 25°C), menggunakan sinyal temperature dari elemen temperature. Ini membuat pengukuran pH tidak bergantung terhadap perubahan keluaran elektroda akibat temperature.



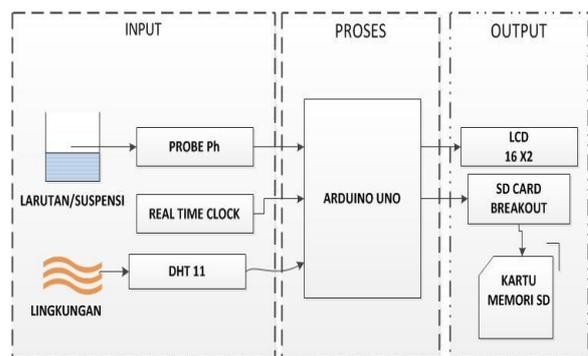
Gambar 3 error pengukuran pH vs Temperatur

Karakteristik Proses elektroda gelas pH

Suatu elektroda gelas pH terdiri dari suatu tabung gelas tak reaktif dengan suatu ujung gelas sensitive terhadap pH, bentuknya bisa bola atau datar. Ujung tersebut mengandung suatu larutan pengisi dengan pH yang diketahui, pengaruh larutan yang kontak terhadap ujung ini yang berisi larutan tersebut akan membangkitkan potensial listrik dalam orde millivolt. Secara ideal elektroda pH akan memiliki kemiringan garis (respons) sebesar -59,16 mV/pH, tetapi pada praktek menurun pada kisaran -57 sampai dengan -58 mV/pH. Manakala elektroda menua siring perjalanan waktu sensitivitas ini mungkin akan menurun

Perancangan Simulasi

Berdasarkan pada permasalahan dan harapan dari perancangan sistem maka dalam menggumpulkan seluruh kebutuhan untuk perangkat lunak (Software) dan perangkat keras (Hardware), penulis menuangkanya dalam bentuk format diagram blok dibawah ini.



Gambar 4

Diagram blok keseluruhan sistem Proses pertama yang harus dilakukan oleh pengguna adalah dengan memulai menghidupkan dengan cara menyambungkan rangkaian power supply dari baterai. Sensor menggunakan Probe pH yang diambil dari ETP 306

yang akan menghasilkan tegangan listrik yang kemudian akan dibaca oleh ADC yang ada pada Arduino Uno. Modul RTC yang berbasis ic DS1307 akan memberi input Tanggal dan waktu saat pengukuran kepada Arduino UNO. Sensor DHT 11 akan membaca temperature dan kelembaban relative lingkungan pengukuran kepada Arduino. Modul dilengkapi suatu tombol push button untuk otomatis mulai bekerja membaca inputan data seperti nilai pH, suhu dan kelembapan. Keseluruhan data pengukuran akan dikirimkan ke arduino untuk diproses yang ditampilkan ke indikator berupa LCD dan disimpan pada

Hasil Dan Pembahasan Implementasi dan Pengujian per-Modul

Pada bab ini akan diuraikan implementasi dari apa yang telah dirancang di Bab III, pendekatan yang dipai adalah pengujian Modular. Pengujian pertama dilakukan pada display pengukur perangkat ETP 301 yang termasuk keluarga PMMC (Permanen Magnet Moving Coil).

Pengujian Kaliberasi PMMC

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik pengukuran dari perangkat ETP 301 yang mengukur tiga besaran yaitu : pH, Kelembaban Tanah dan Tingkat pencahayaan.

Perangkat yang dipergunakan :

1. Sumber tegangan listrik batu baterei standar 1,5 Volt
2. Aneka harga resistansi (Resistor)
3. Multimeter digital

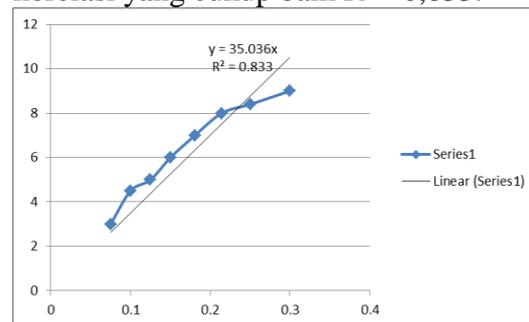
Tabel 1

Hasil pengukuran Arus dan Penunjukkan jarum PMMC

R (Kohm)	I (mA)	PMMC
5	0.3	9

6	0.25	8.4
7	0.214286	8
8.3	0.180723	7
10	0.15	6
12	0.125	5
15	0.1	4.5
20	0.075	3

Hasilnya ini dapat kita gambarkan sebagai grafik hubungan penunjukkan PMMC ET 306 dengan arus listrik yang melewatinya. Pada gambar 4.1 dengan sumbu horizontal (sumbu-x) arus melewati PMMC dan sumbu horizontal (sumbu-y) adalah angka yang ditunjuk oleh jarum PMMC. Diperoleh hubungan linier dengan gradient garis 35,036 (tanpa satuan) dengan nilai korelasi yang cukup baik $R^2 = 0,833$.



Gambar 5 Hubungan penunjuk skala jarum terhadap arus

Pengujian Kaliberasi Probe pH dengan Larutan Buffer

Karena kita tidak mengetahui karakteristik probe pH yang diambil dari perangkat ETP 301, tidak terdapat lembaran data tentang jenis probe pH yang dipergunakan sehingga dapat kita cari karakteristiknya itu dengan bantuan internet sekalipun.

Perangkat yang dipergunakan :

1. Probe pH yang diambil dari ETP 301
2. Aneka larutan Buffer pH (dari nilai pH 1 sampai dengan pH 7)
3. Pengukur pH dengan indikator Universal

4. Multimeter Merk Fluke 110 True RMS

Larutan Buffer pH diperoleh berkat bantuan para asisten di Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, UNIGA. Tingkat keakuratan sangat mungkin berbeda signifikan dengan produk larutan buffer pH standar dari pabrik-pabrik produk kimia terkemuka.

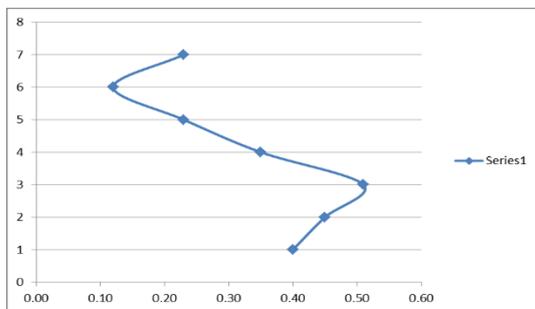
Percobaan Kalibrasi pH hanya berdasar Label

Pengujian dilakukan dua kali , pertama kali dimulai dari larutan buffer pH 1 yang terus ditingkatkan sampai larutan buffer pH 7. Percobaan kedua dilakukan dimulai dari larutan buffer pH 7 yang terus dikurangi hingga larutan buffer pH7.

Percobaan dilakukan tanpa pengecekan larutan pH dengan pH indicator universal. Hanya berdasarkan label yang ditempelkan pada setiap botol.

Tabel 2
Hasil Pengukuran Awal Potensial listrik Probe pH tak diverifikasi

Buffer pH	Potensial Probe pH
1	0.40
2	0.45
3	0.51
4	0.35
5	0.23
6	0.12
7	0.23



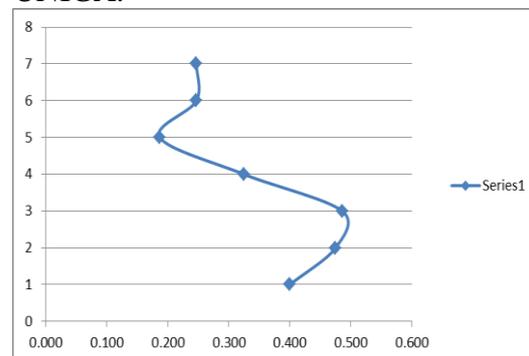
Gambar 6 hubungan potensial probe pH vs pH larutan Buffer pH (percobaan naik)

Berdasarkan gambar 6 terlihat terdapat wilayah linear hubungan antara potensial listrik probe pH dengan nilai pH larutan. Terdapat tiga wilayah : pertama (pH 6 – pH 7), kedua (pH 6 – pH 3), ketiga (pH 3 – pH 1). Tetapi yang paling menunjukkan linieritas adalah daerah pH 3 sampai dengan pH 6. Potensial listrik probe menurun bila pH naik

Tabel 3
Hasil Pengukuran potensial listrik Probe pH diverifikasi

Buffer pH	Potensial Probe pH
7	0.247
6	0.247
5	0.187
4	0.325
3	0.486
2	0.475
1	0.400

Sumbu horizontal / sumbu-x adalah potensial listrik terukur multimeter dan sumbu vertical / sumbu-y adalah label ukuran pH larutan buffer sesuai yang ditempel petugas laboratorium Kimia Fakultas MIPA UNIGA.



Gambar 7 hubungan potensial probe pH vs pH larutan Buffer pH (percobaan turun)

Berdasarkan gambar 4.3 terlihat juga terdapat wilayah linear hubungan antara potensial listrik probe pH dengan

nilai pH larutan. Terdapat tiga wilayah : pertama (pH 6 – pH 7), kedua (pH 6 – pH 3), ketiga (pH 3 – pH 1). Meski pH 6 dan pH 7 ternyata tak terbedakan alias bernilai sama.

Berdasarkan kedua percobaan ini nilai pH 2 dan pH 1 memiliki trend menurun, yang secara logika mestinya naik. Mestinya pada kedua nilai pH ini potensial listrik probe pH membesar bukan mengecil. Tetapi bila kita perhatikan display PMMC dari ETP 301 memulai titik maksimumnya pengukuran dari pH 3. Ini berarti probe pH yang dipergunakan tidak dapat digunakan untuk mengukur pH dibawah pH 3.

Sepertinya percobaan pendahuluan, yang tidak kami sertakan datanya. Karena larutan pH buffer yang dipergunakan hanya terbatas yaitu pH 8, pH 4 dan pH 6 yang tersedia tidak sama ukuran volumenya. Tetapi ketika probe pH dicoba pada larutan buffer pH 8 ternyata penunjukkan potensial listriknya adalah nol. Ini pun sesuai dengan display PMMC dari RTP 301 yang meletakkan titik pH 8 pada titik penunjukkan nol.

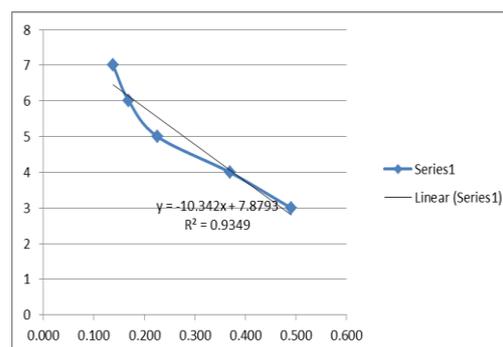
Percobaan Kalibrasi pH dengan verifikasi pH

Pada percobaan ini larutan buffer pH 1 dan pH 2 tidak dipergunakan. Kemudian dengan menggunakan kertas indikator pH universal dilakukan pengecekan ulang terhadap label. Memang ditemukan pH 5 dan pH 6 adalah tidak sesuai. Selain itu ukuran volume botol pun diseragamkan agar apabila probe pH dicelupkan diharapkan tercelup sempurna.

Pada percobaan kali ini pun dilakukan dua kali : satu untuk pola pH naik dari pH 1 sampai dengan pH 7, satu kali lagi pola pH turun dari pH 7 sampai dengan pH 6. Tujuan dilakukan demikian untuk menguji histerisitas pengukuran.

Tabel 4 pH menaik

Buffer pH	Potensial Probe pH
3	0.490
4	0.369
5	0.226
6	0.169
7	0.138

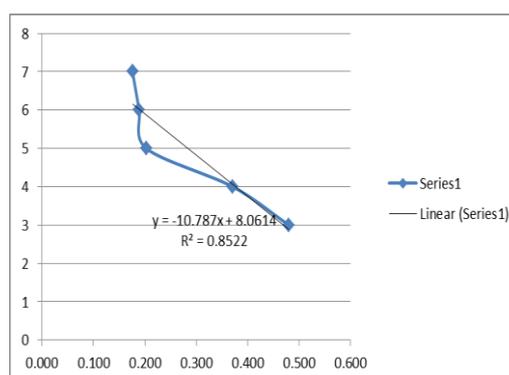


Gambar 8 grafik kalibrasi pH naik

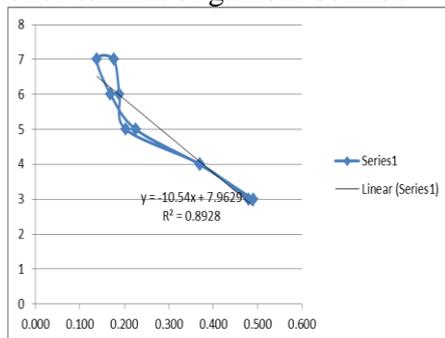
Dapat kita perhatikan terdapat linearitas yang kuat pada range pH 6 sampai dengan pH 3. Nilai korelasi pengukuran mencapai 93 %. Persamaan fungsi antara bacaan potensial listrik probe pH dengan pH terukur terlihat di gambar 4.4

Tabel 5 pH menurun

Buffer pH	Potensial Probe pH
7	0.176
6	0.189
5	0.203
4	0.371
3	0.480



Gambar 9 grafik kalibrasi pH turun
 Dapat kita perhatikan terdapat linearitas pada range pH 6 sampai dengan pH 3. Nilai korelasi pengukuran mencapai 85 % (di bawah pola naik). Persamaan fungsi antara bacaan potensial listrik probe pH dengan pH terukur terlihat di gambar berikut



Gambar 10

pola histeris kalibrasi probe pH

Berdasar gambar 10 kita melihat muncul efek histeris, pola naik tidak tepat bertemu dengan pola turun. Ini menunjukkan terdapat efek penyimpanan energy/ tenaga pada probe pH atau efek kapasitif. Ini menunjukkan kemesti hati-hatian dalam pengukuran pH yaitu kondisi probe pH harus kering tidak terdapat sisa-sisa larutan pengukuran sebelumnya.

Pengujian Implementasi Pemograman

Pendekatan pemograman yang dilakukan bersifat modular, dengan susunan : modul penampil ke LCD 16 kolom dan 2 baris, modul konversi potensial listrik probe pH atau pembacaan pH, modul Real time Clock, modul dht 11, modul penyimpan data ke kartu memori SD.

Kesimpulan

Dari hasil kajian pustaka yang dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Dan terutama hasil pengujian, terdapat beberapa hasil yang dicapai:

1. Dari ETP 301 produk pengukur pH tanah produksi perusahaan cina, probe

pH terbukti bekerja sebagai elektroda pH berdasar teori Nernst.

2. Display pada ETP 301 yang menggunakan penunjuk jarum berskala (PMMC), hasil pengujian merupakan pengukur arus dengan nilai maksimal arus yang dapat diukur sekitar 30 – 35 mA.
3. Hasil pengujian kalibrasi probe pH dengan larutan Buffer pH 1 sampai dengan pH 8, menunjukkan larutan pH 8 menghasilkan tegangan listrik 0 volt, ini cocok dengan pengamatan pada display ETP 301 yang hanya menunjukkan pH 8 sebagai titik nol simpangan jarum. Kemudian probe atau elektroda pH ETP 301 tidak dapat mengukur pH dibawah pH 3, seperti yang tertera pada display ETP 301.
4. Hasil pengujian kalibrasi pH dengan larutan buffer pH 3 sampai pH 7 menunjukkan adanya linearitas, meski slope kemiringannya tidak sama dengan nilai teorities 59 mV/pH.
5. Untuk pengujian program kesemuanya mencapai harapan yang diurai di bab perancangan . Modul DHT 11 bekerja dengan menghasilkan nilai temperature dan kelembaban relative , modul RTC telah dilengkapi baterai back up selalu menunjukkan waktu yang tepat, modul antarmuka kartu SD terbukti dapat mngenali ada atau tidak adanya kartu memori SD pada perangkat. File teks dalam format CSV (comma separated value) dapat dibuat dan disimpan dengan baik. Modul LCD dan Push Button juga bekerja dengan baik

Daftar Pustaka

1. Abdul Kadir, 2013, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan ARDUINO, Yogyakarta: Andi Publisher
2. Anonim, Temperature and humidity module DHT11 Product Manual, www.aosong.com

3. Earl,B.,2017, Adafruit Data Logger Shield,
<https://learn.adafruit.com/adafruit-data-logger-shield> (diakses /didownload pada 3 Maret 2018)
4. Kemas Hanafiah, 2012, Dasar – dasar Ilmu Tanah Edisi 1, Jakarta: RAJAWALI
5. Kidd,P and Proctor J, 2001, Why plants grow poorly on Very acid soil : are ecologists missing the obvious, Journal of Experimental Botany,52, 791-799
6. Purdum J , 2015,Beginning C for Arduino (Second Edition), New York: Apress Media
7. Raymond Chang, 2006, Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti (Jilid 2) (Edisi 3), Jakarta: Erlangga
8. Tejoyuwono Notohadiprawiro, 2006, Persoalan Tanah Masam dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia, paper presentasi pada Dies Natalis UGM ke 34