

Sistem Pengukuran Suhu Tanah Menggunakan Sensor DS18B20 dan Perhitungan Resistivitas Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner

Dwi Vaolina Sari, Arif Surtono & Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
E-mail: vaolina_sari@yahoo.co.id

Diterima (14 September 2015), direvisi (09 Oktober 2015)

Abstract. Temperature and resistivity are important characteristics of soil. This research measured temperature of soil by DS18B20 sensors. The potential is measured by geoelectric resistivity of Wenner configuration method, and the current is measured by digital multimeter. The instrument measurement is controlled by Arduino Uno. This type of metal is steel. The distance of each metal is 10 cm. The average value of sand temperature at the Department of Physics was 28.7°C , garden soil temperature was 27.31°C , and soil temperature was 26.2°C . Resistivity sand was $2422.748\ \Omega\text{m}$, garden soil resistivity was $22.81712\ \Omega\text{m}$, and soil resistivity was $16.3033\ \Omega\text{m}$. The results showed that if the temperature increases, the resistivity value is increases.

Key words: Sensor DS18B20, soil resistivity, soil temperature, Wenner configuration

Abstrak. Karakteristik tanah yang penting adalah suhu dan resistivitas. Penelitian ini mengukur suhu tanah dengan sensor DS18B20. Beda potensial diukur dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner dan arus diukur dengan multimeter digital. Pengukuran dikendalikan oleh Arduino Uno. Jenis logam, yaitu *stainless*. Jarak setiap logam adalah 10 cm. Rata-rata nilai suhu pasir adalah 28.7°C , suhu tanah kebun adalah 27.31°C , dan suhu tanah di jurusan Fisika adalah 26.2°C . Resistivitas pasir adalah $2422.748\ \Omega\text{m}$, resistivitas tanah kebun adalah $22.81712\ \Omega\text{m}$, dan resistivitas tanah di jurusan Fisika adalah $16.3033\ \Omega\text{m}$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai suhu meningkat maka nilai resistivitas meningkat.

Kata Kunci. Konfigurasi Wenner, resistivitas tanah, sensor DS18B20, suhu tanah

PENDAHULUAN

Tanah merupakan medium alam untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian untuk mengetahui faktor internal gagal panen para petani, salah satunya disebabkan keseimbangan sifat dalam tanah yang tidak stabil sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan berkembangnya akar tanaman (Buckman, 1982).

Di dalam tanah terjadi proses nitrifikasi bagi tumbuhan, nitrifikasi merupakan proses oksidasi enzimatis yang dilakukan oleh bakteri-bakteri. Bakteri nitrifikasi sangat peka terhadap lingkungan. Faktor-faktor tanah yang mempengaruhi proses nitrifikasi, yaitu aerasi, suhu, kelembaban, kapur aktif, pupuk, dan ikatan karbon-nitrogen. Diketahui bahwa suhu sangat menunjang proses nitrifikasi, proses ini akan berjalan baik antara 27°C sampai

32⁰C. Pada suhu 52⁰C nitrifikasi secara praktis berhenti dan pada titik beku tidak terjadi nitrifikasi (Hakim, 1986).

Suhu berpengaruh langsung terhadap resistivitas tanah. Dengan demikian, akan berpengaruh terhadap performa beda potensial permukaan tanah.

Besar resistivitas tanah sangat dipengaruhi oleh konsentrasi air tanah. Air yang dibutuhkan tanaman tidak hanya banyaknya, tetapi pembagiannya yang merata (Hakim,1986).

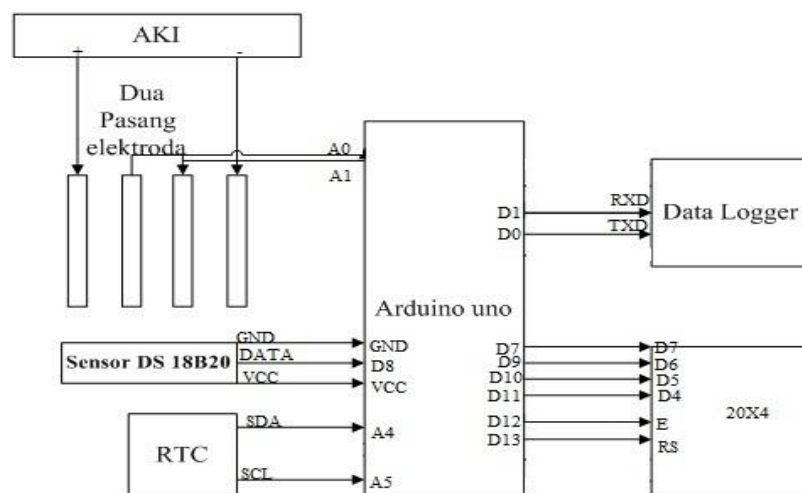
Adanya mineral-mineral yang mengandung garam larut dalam air dan di dalam tanah, maka terbentuklah larutan elektrolit. Larutan elektrolit ini bersifat menghantarkan listrik karena ketika arus dilewatkan padanya maka terjadilah ionisasi, yaitu terbentuknya ion-ion positif dan negatif. Ion-ion ini berperan besar sebagai pembawa elektron-elektron didalam larutan, sehingga arus listrik dapat mengalir. Air tanah juga dianalogikan memiliki sifat menghambat(resistif) atau menghantarkan (konduktif) arus listrik (Surtono, 2015).

Pada penelitian yang telah dilakukan tentang media tanah adalah merancang dan membuat sistem pengukuran suhu tanah dan resistivitas tanah. Mencari informasi

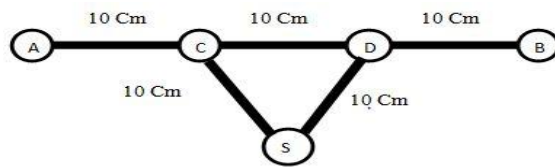
hubungan suhu dan resistivitas dalam tanah. Suhu tanah diukur dengan memanfaatkan sensor DS 18B20. Adapun untuk pengukuran resistivitas tanah dilakukan dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner dan arus diukur dengan menggunakan multimeter digital. Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner merupakan metode yang menginjeksi arus ke dalam permukaan tanah dengan memanfaatkan empat logam sejajar untuk mengetahui keadaan geologi tanah berdasarkan resistivitas tanah yang terukur. Sistem yang bertugas sebagai pusat pengendali dari pengukuran suhu tanah dan resistivitas tanah penelitian ini yaitu Arduino Uno. Tugas utama Arduino Uno adalah memproses data yang diterima dari sensor DS 18B20 dan dua pasang elektroda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dapat dilihat pada **Gambar 1** terdiri atas sistem catu daya, sensor, empat logam elektroda Arduino Uno, rangkaian *serial logger*, LCD, dan rangkaian RTC.



Gambar 1. Diagram blok Penelitian

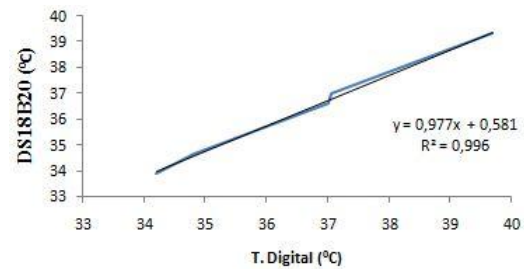


Gambar 2. Jarak Penanaman Logam (A,B,C,D) dan Suhu (S)

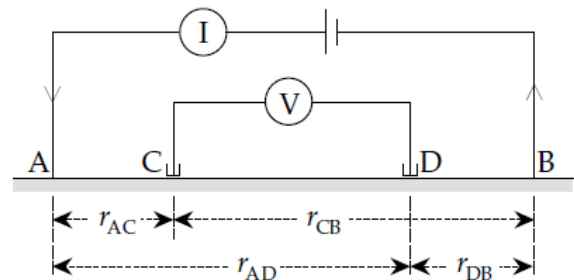
Dua pasang logam dimana satu pasang logam digunakan sebagai elektroda arus sedang sepasang logam untuk elektroda potensial, sumber arus untuk catu daya menginjeksikan arus ke dalam tanah, Sensor DS 18B20 untuk mendeteksi suhu tanah, *Real Time Clock* (RTC) berfungsi sebagai pewaktuan, dan *Data logger* digunakan untuk tempat *micro SD* 4 GB dan LCD untuk menampilkan karakter.

Jarak pengujian sistem ini berupa pengukuran suhu tanah, beda potensial dan arus yang terinjeksi kedalam tanah terlihat pada **Gambar 2**. Suhu tanah yang terukur oleh sensor DS18B20, arus yang terinjeksi terukur oleh multimeter digital dan beda potensial terukur oleh dua pasang elektroda. Pengujian dilakukan selama 2 menit sekali untuk memperoleh data beda potensial, arus yang terinjeksi ke tanah dan suhu tanah. Data akan ditampilkan pada LCD 20 x 4 kemudian akan tersimpan di *micro SD*. Nilai data yang diperoleh adalah beda potensial dan arus yang terinjeksi akan dihitung menggunakan rumus resistivitas tanah untuk menentukan besar resistivitas tanah sedalam 30 cm dengan jarak 10 cm.

Perlakuan sebelum pengambilan data terlebih dahulu sensor DS18B20 dikalibrasi dengan termometer digital. Data kedua kalibrasi dibuat grafik Excel dan persamaan grafik dimasukkan pada program yang dibuat. Nilai grafik kedua nilai suhu $y = 0.977x + 0.5819$, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik Kalibrasi Sensor Suhu



Gambar 4. Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner(Lawrie, 2007)

Dua Logam potensial untuk mengukur beda potensial terhubung pada pin digital Arduino Uno 0 dan 1, yang menggunakan metode Wenner pada **Gambar 4**. Arus akan terukur oleh multimeter digital. Resistivitas diperoleh dari logam yang dihubungkan dengan sumber injeksi arus, kemudian dibaca oleh Arduino Uno. Sumber injeksi arus adalah 12V 7A yang dihubungkandengan IC7805 dan dihubungkan pada logam arus maka beda potensial dapat dibaca oleh Arduino Uno. Perhitungan resistivitas diperoleh dari data yang didapat yaitu beda potensial dan arus. Rumus resistivitas yang digunakan yaitu pada **Persamaan 1**.

$$\rho = \frac{2\pi\Delta V}{I \left\{ \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2r} \right) - \left(\frac{1}{2r} - \frac{1}{r} \right) \right\}}$$

$$\rho = \frac{2\pi\Delta V r}{I} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian inilah direalisasikan instrumentasi pengukuran suhu tanah menggunakan DS18B20 dan resistivitas tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner. Ada dua tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu tahapan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak hingga pengujian pengambilan data. Pengujian dilakukan selama 2 menit sekali untuk memperoleh data beda potensial, arus yang terinjeksi ke tanah dan suhu tanah. Hasil sistem terlihat pada **Gambar 5**. dibawah ini dengan Arduino Uno.

Rangkaian perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 5**. Sensor DS 18B20 memiliki 3 pin yang dihubungkan dengan Arduino Uno. Adapun pin *ground* sensor dihubungkan pada pin *ground* Arduino Uno, pin *Vcc* sensor dihubungkan pada *Vcc* 5volt Arduino Uno dan pin data dihubungkan pada pin ke-3 digital Arduino Uno.

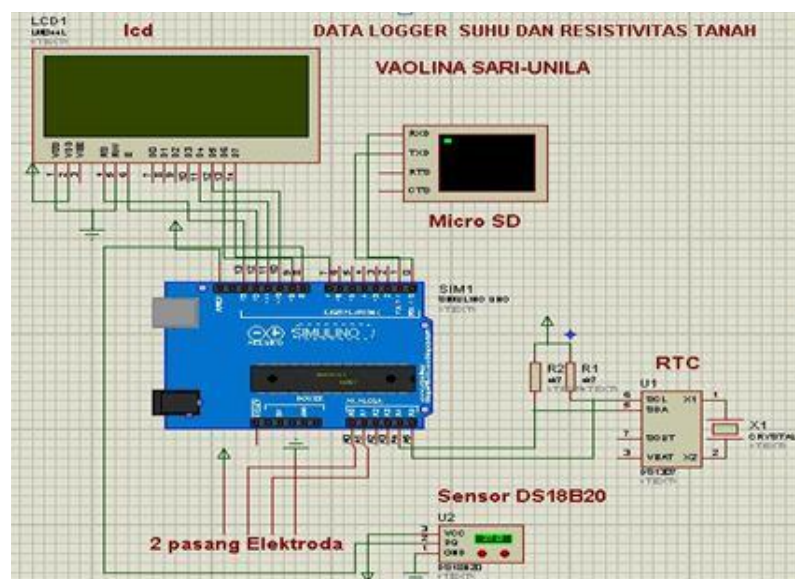
Dua pasang elektroda *stainless* dengan ketentuan sepasang elektroda arus

dihubungkan pada sumber arus dan sepasang elektroda *stainless* potensial dihubungkan pada Arduino Uno. Sepasang elektroda arus mendapatkan *power supply* dari AKI kering.

Rangkaian RTC memiliki 5 pin, yaitu pin DS, SCL, SDA, Vcc, dan *ground*. Pin DS RTC dihubungkan pada pin 2 digital Arduino Uno, pin SCL RTC, dihubungkan pada pin A5 Arduino Uno, pin SDA RTC dihubungkan pada pin A4 Arduino Uno, pin Vcc RTC dihubungkan pada pin 5v Arduino Uno, dan pin *ground* RTC dihubungkan pada pin *ground* Arduino Uno.

Rangkaian data logger memiliki 6 pin berupa MISO, SCK, SS, MOSI, *ground* dan Vcc. Pin MISO dihubungkan pada pin 12 digital Arduino Uno, pin SCK dihubungkan pada pin 13 digital Arduino Uno, pin SS dihubungkan pada pin 4 digital Arduino Uno, pin MOSI dihubungkan pada pin 11 digital Arduino Uno, pin *ground* dihubungkan pada pin *ground* Arduino Uno, dan pin Vcc dihubungkan pada pin 5V Arduino Uno.

Rangkaian Perangkat Keras



Gambar 5. Rangkaian Perangkat Keras

Rangkaian LCD memiliki 16 pin dengan pin 4 LCD dihubungkan pada pin 7 digital Arduino Uno, pin 1 LCD disambungkan dengan pin 5 LCD, dan pin 15 LCD kemudian dihubungkan pada *ground* Arduino Uno. Pin 6 LCD dihubungkan pada pin 6 digital Arduino Uno, pin 11 LCD dihubungkan pada pin 5 digital Arduino Uno, pin 12 LCD dihubungkan pada pin 4 digital Arduino Uno, pin 13 LCD dihubungkan pada pin 3 digital Arduino Uno, pin 14 LCD dihubungkan pada pin 2 digital Arduino Uno dan pin 15 LCD dihubungkan pada pin 2 LCD dan dihubungkan pada Vcc Arduino Uno.

Analisis Perangkat Lunak

Program yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu program BascomAVR dan *Emdebe Loader* V2.0. Fungsi dari program Bascom AVR, yaitu menulis instruksi untuk menjalankan RTC, data logger, menampilkan karakter di LCD, mendeteksi suhu, dan beda potensial serta menghitung ADC supaya sistem berjalan sesuai keinginan operator. *Emdebe Loader* V2.0 berfungsi untuk mentransfer program yang ditulis di program Bascom AVR dan dimasukkan ke dalam Arduino Uno.

Analog Digital to Coverter (ADC)

Secara umum inisialisasi ADC meliputi penentuan nilai *clock*, tegangan referensi, format *output* dan pembacaan data. ADC pada *micro* ini memiliki mode pembacaan 10 bit. Nilai-nilai pembacaan 10 bit yang nantinya diterjemahkan oleh sistem Arduino Uno menjadi bilangan biner. Pembacaan ADC oleh Arduino Uno menggunakan **Persamaan 2**.

$$Nilai_{ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1024 \quad (2)$$

ADC merubah nilai analog menjadi digital, dalam program ditulis berupa data ADCx (potensial 1), ADCy (potensial 2), $ADC_{selisih}$ (beda potensial yang diperoleh dari ADCx dikurang ADCy). Dalam penulisan program ADC yang menggunakan rumus 4 menghasilkan bilangan 0–1024 karena yang digunakan bilangan 10 bit ADC, maka harus diubah ke nilai tegangan 0-5V dengan **Persamaan 3**.

$$Tegangan = \frac{Data_{ADC}}{1024} \times 5 V \quad (3)$$

Sensor DS18B20

Nilai sensor DS18B20 dibandingkan dengan nilai termometer digital. Data kedua sensor dimasukkan ke dalam Excel untuk mencari perbedaan nilai kedua suhu. Rumus yang dimasukkan dalam program Bascom AVR adalah.

$$I1 = I1 * 10$$

I1 merupakan pembacaan asli nilai sensor DS18B20. Resolusi dari sensor DS18B20 adalah 10 bit, maka dikali 10.

$$I1 = I1 / 16$$

Hasil dari I1 dibagi 16 bit yang menunjukkan sensor menggunakan memori 16 bit, sesuai dengan *datasheet* dari sensor DS18B20.

$$I2 = I1$$

I2 disamakan dengan I1 kemudian I2 nilai suhu diolah kembali dengan memasukkan nilai grafik dari Excel seperti cuplikan program dibawah ini.

$$I2 = I2 - 0.581$$

$$I2 = I2 / 0.977$$

Program pada baris pertama menerangkan bahwa I1 adalah nilai

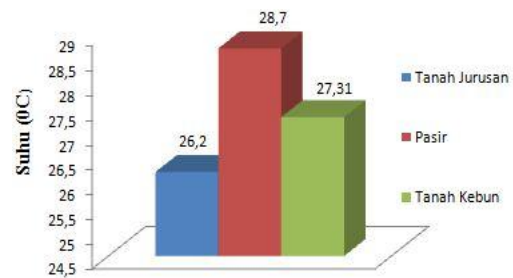
aslipembacaan sensor yang sesuai *datasheet*. I2 merupakan indikator nilai yang sama dengan I1 namun I2 diolah kembali dengan memasukkan nilai kalibrasi dengan nilai yang dibuat dari nilai grafik.

HASIL PENELITIAN

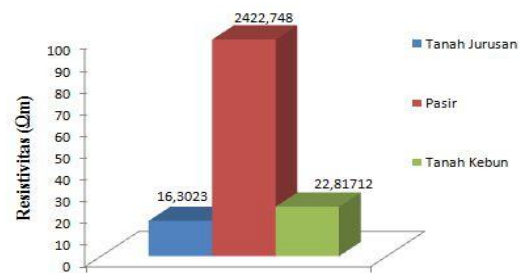
Pengujian pengambilan data dilakukan di tanah halaman jurusan Fisika MIPA Universitas Lampung, pasir, dan tanah kebun untuk mengetahui arus, beda potensial, dan suhu tanah. Selang waktu 2 menit beda potensial, ADC, suhu, dan arus akan terdeteksi. Arus yang terinjeksi akan tercatat oleh multimeter digital. Sistem ini hanya merekam nilai beda potensial, ADC, dan nilai suhu.

Hasil menunjukkan bahwa resistivitas lebih besar pada tanah pasir terlihat pada **Gambar 6**, kemudian tanah kebun, dan tanah jurusan fisika. Faktor utama yang mempengaruhi konduktivitas tanah adalah kelembaban tanah. Laju pergantian temperatur tanah semakin meningkat jika bahan tersebut dipadatkan dan ditambah air. Konduktivitas tanah dan bahan penyusun tanah akan meningkat dengan meningkatkan kelembaban tanah.

Nilai Resistivitas terlihat pada **Gambar 7**, menunjukkan bahwa nilai resistivitas tanah tertinggi dimiliki oleh pasir. Hubungan suhu tanah dan resistivitas tanah yang diukur dapat dilihat pada **Gambar 7** menunjukkan bahwa naik dan turunnya grafik suatu suhu tanah mempengaruhi resistivitas tanah. Suhu tanah akan mempengaruhi tekstur tanah dan kelembaban tanah, ketika tekstur tanah memiliki suhu tinggi menandakan kelembaban tanah rendah dan resistivitas tanah tinggi.



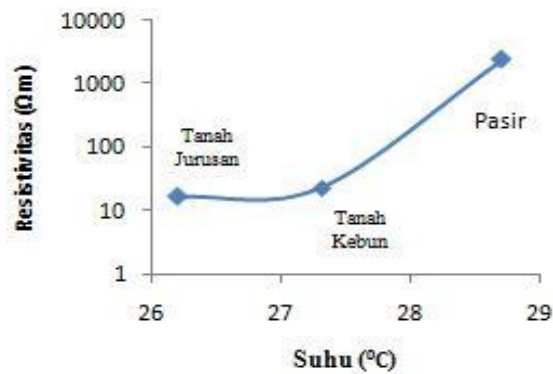
Gambar 6. Grafik Suhu Tanah



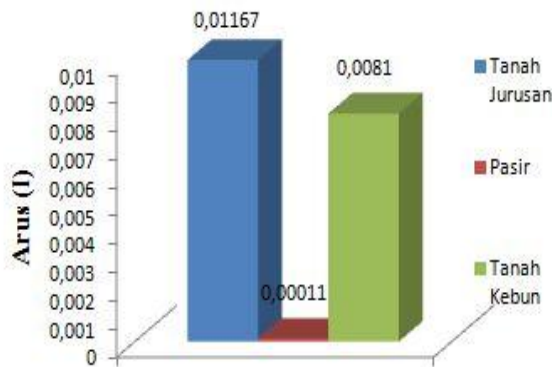
Gambar 7. Grafik Resistivitas Tanah

Hubungan antara suhu tanah dan resistivitas tanah pada penelitian ini dilihat pada **Gambar 8**. Semakin tinggi nilai suhu tanah maka nilai resistivitas tanah akan meningkat.

Arus pada **Gambar 9** yang terinjeksi di tanah halaman jurusan Fisika lebih besar dari pada tanah kebun dan pasir. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai arus yang terinjeksi adalah tekstur tanah. Tekstur tanah dilihat dari tekanan tanah ketika pengambilan data dengan memasukkan logam ke tanah, bahwa tekanan tanah di tanah halaman jurusan Fisika terasa padat dari pada tanah kebun yang lebih ringan dan untuk pasir lebih ringan dari pada tanah kebun. Oleh karena itu, arus yang melewati tanah halaman jurusan Fisika lebih besar (0.01167A) karena kepadatan tanah dominan, butiran tanah yang saling melekat satu sama lain memudahkan arus melintas. Arus yang terinjeksi di tanah halaman jurusan Fisika lebih besar dari tanah kebun dan pasir.



Gambar 8. Hubungan Resistivitas Tanah dan Suhu Tanah



Gambar 9. Grafik Arus

KESIMPULAN DAN SARAN

Bahwa alat uji sistem pengukuran suhu tanah menggunakan DS18B20 dan perhitungan resistivitas tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner dapat bekerja dengan baik, dapat mengukur suhu tanah dan beda potensial tanah. Data penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu tanah, maka perhitungan resistivitas akan meningkat. Faktor suhu dan resistivitas tanah meningkat salah satunya adalah kelembaban tanah dan tekstur tanah. Suhu tertinggi pada penelitian ini adalah tanah pasir 28.7°C dengan perhitungan resistivitas 2422.74 Ωm. Arus injeksi ke tanah yang tercatat oleh multimeter digital memiliki nilai arus di pasir 0.00011A, arus di tanah kebun 0.0081A, dan tanah di jurusan Fisika

0.01167A. Arus yang terinjeksi di tanah halaman jurusan Fisika memiliki kepadatan tanah yang lebih padat dari tanah kebun dan pasir sehingga arusnya lebih besar

Kesempurnaan penelitian sistem pengukuran selanjut, maka disarankan untuk penambahan pengukuran sistem suhu *Potential of hydrogen* (Ph), sensor kelembaban dan sensor arus. Ph tanah dan kelembaban tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah. Sensor arus supaya diperoleh perhitungan resistivitas tanah secara digital oleh Arduino Uno.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckman, Harry O dan Nyle Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. PT Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Hakim, Nurhajati dkk. 1986. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Lawrie, William. 2007. *Fundamentals Of Geophysics*. Cambridge University Press. New York.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics, The Geological Field Guide Series*. England : Sussex PO19 8SQ.
- Muallifah, Faqih. 2009. Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Resistivitas Tanah. *Jurnal Neutrino*. Vol.1, No.2.
- Pasaribu, Linda. 2011. Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pertahanan Tanah. *Tesis*. Universitas Indonesia. Depok.
- Putranto, Adi B. 2009. Aplikasi Sensor SHT11 Pada Pengukuran Suhu

Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG. *Jurnal Pengumpulan dan Penyebaran Jaringan Observasi Geofisika*. Vol.10, No1.

Surtono, Arif dan Sriwahyu Suciati. 2015. Karakteristik Elektroda Pelat Tembaga Papan PCB sebagai Sensor Kadar Air Tanah. *Jurnal*. Universitas Lampung. Lampung