

DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM OF SOIL CONDUCTIVITY AND TEMPERATURE FOR PEATLANDS BASED ON MICROCONTROLLER

Arfan Eko Fahrudin^{1,*}, Iwan Sugriwan²

^{1,2} Prodi Fisika FMIPA ULM, Jl. A. Yani KM.36, Banjarbaru, Indonesia

*Corresponding author: arfan_eko@ulm.ac.id

Abstract. One of the methods developed in precision farming systems to obtain information on land conditions is through the measurement of the electrical conductivity of the soil and temperature. In this study, a conductivity and temperature measurement system will be developed to be applied to the soil on peatlands. The two measured soil parameters will be measured in an integrated microcontroller-based portable device that can be connected to the computer. The data acquisition system consists of a conductivity sensor, a temperature sensor, an Arduino microcontroller module, and a 16x2 Liquid Crystal Display (LCD) display. The prototype results of the conductivity and temperature data acquisition system that have been made show that the made system is capable of conducting data acquisition in real-time and storing the measurement results in a computer.

Keywords: soil conductivity, temperature, data acquisition, microcontroller, peatlands

Abstrak. Salah satu metode yang berkembang dalam sistem pertanian presisi untuk mendapatkan informasi kondisi lahan adalah melalui pengukuran nilai daya hantar listrik tanah atau juga sering dikenal sebagai nilai konduktivitas listrik dan temperatur tanah. Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem pengukuran atau akuisisi data konduktivitas dan temperatur untuk diterapkan pada tanah di lahan gambut. Kedua parameter tanah yang diukur tersebut akan dibuat terintegrasi dalam satu alat portabel berbasis mikrokontroler yang dapat terhubung dengan komputer. Sistem akuisisi data yang dibuat terdiri dari sensor konduktivitas, sensor temperatur, modul mikrokontroler arduino dan penampil *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2. Hasil prototipe sistem akuisisi data konduktivitas dan temperatur yang telah dibuat menunjukkan bahwa sistem yang dibuat mampu melakukan akuisisi data secara *real time* serta menyimpan hasil pengukuran di dalam komputer.

Kata kunci: konduktivitas tanah, temperatur, akuisisi data, mikrokontroler, lahan gambut

1. PENDAHULUAN

Tanah sebagai sumber daya pertanian mempunyai dua fungsi yaitu sebagai unsur hara bagi tanaman dan sebagai tempat berpegangnya akar, penyimpanan air tanah, dan tempat bertambahnya unsur hara dan air. Apabila fungsi-fungsi tersebut menurun atau hilang, maka disebut sebagai kerusakan atau degradasi tanah. Pencemaran yang terjadi dan masuk ke dalam tanah akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah. Parameter penggunaan tanah untuk pertanian, perkebunan dan kehutanan yang berpengaruh yaitu faktor fisik dan kimia tanah, meliputi : tekstur, kedalaman efektif, permeabilitas, tebal gambut (untuk tanah gambut), batuan permukaan, drainase, lereng, pH, salinitas, kedalaman lapisan, kandungan unsur-unsur dalam tanah dan prosentase sodium yang dapat dipertukarkan dengan unsur lain (Hardjowigeno, 1995).

Metode yang efisien dan akurat dalam pengukuran variasi sifat tanah merupakan hal yang

penting dalam pertanian presisi (Sudduth, Kitchen, Bollero, Bullock, & Wiebold, 2003). Profil konduktivitas tanah merupakan salah satu parameter kualitas tanah yang memberikan indikator tidak langsung parameter fisik dan kimia tanah (Rhoades, J.D., D.L. Corwin, 1999). Konduktivitas tanah di antaranya menunjukkan kondisi salinitas tanah (Fernando), kandungan lempung dan mineral (Brune, D.E., Doolittle, 1990), kondisi kelembaban tanah (Rêgo Segundo, A., Martins, J., Monteiro, P., de Oliveira, R., & Freitas, 2015; Rhoades, J.D., D.L. Corwin, 1999) dan kandungan Nitrogen dalam tanah (Korsaeth, 2005; R.A. Eigenberg, J.W. Doran, J.A. Nienaber, R.B. Ferguson, 2002).

Secara umum terdapat dua tipe alat untuk mengukur konduktivitas tanah secara portabel yang digunakan dalam pertanian, yaitu sensor elektroda yang kontak langsung dengan tanah yang diukur konduktivitasnya dan sensor non kontak yang berbasis induksi elektromagnetik. Tipe sensor yang paling awal berupa sensor kontak yang terdiri dari empat elektroda yang ditancapkan ke dalam tanah,

yang terdiri dari dua buah elektroda penginjeksi arus dan dua elektroda lain mengukur nilai resistivitasnya (Sudduth *et al.*, 2003). Contoh Penggunaan sensor elektroda adalah penelitian yang dilakukan oleh (Li, Wang, Zhao, Zhang, & Zhou, 2016). Li *et al.* melakukan pengukuran konduktivitas tanah dengan prinsip electrochemical impedance spectroscopy, dimana sampel tanah dengan berbagai kelembaban diukur nilai resistivitasnya sehingga diperoleh nilai korelasi antar keduanya. Sementara itu (Rhoades, 1993) melakukan pengukuran konduktivitas tanah juga berbasis elektroda, digunakan untuk mengamati pengaruh konduktivitas tanah dengan salinitas tanah.

Penelitian yang berkaitan dengan pengembangan alat ukur konduktivitas tanah diantaranya dilakukan oleh (Wienhold, 2005) yang membuat probe sensor konduktivitas untuk diintegrasikan dengan alat takur konduktivitas komersial yang sudah ada. system yang dibuat oleh Arnold selanjutnya diujikan pada tanah dengan variasi nilai konduktivitas yang berbeda. Sementara itu (Rêgo Segundo, A., Martins, J., Monteiro, P., de Oliveira, R., & Freitas, 2015) mengembangkan system pengukur konduktivitas dan kadar air dengan mendesain suatu rangkaian *auto-balancing bridge*. Alat ukur yang dibuat kemudian diujikan pada tanah lempung dan tanah berpasir.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem akuisisi data untuk monitoring kualitas tanah khususnya parameter temperatur dan konduktivitas tanah pada lahan gambut dengan sistem yang berbasis mikrokontroler. Sistem yang dibuat terdiri dari probe sensor konduktivitas, probe sensor temperatur Negative Temperature Coefficient (NTC), modul mikrokontroler arduino dan penampil LCD 16x2. Data hasil monitoring temperatur dan konduktivitas dapat ditampilkan dan disimpan di komputer yang dilengkapi dengan program akuisisi data yang telah dikembangkan.

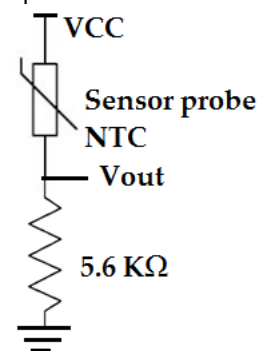
2. METODE

2.1 Kalibrasi Sensor Konduktivitas Dan Temperatur

Kalibrasi sensor konduktivitas dilakukan dengan mengkondisikan sensor pada lingkungan dengan variasi salinitas dalam medium cair. Dalam penelitian ini variasi salinitas dibuat dengan membuat larutan NaCl dengan variasi konsentrasi sebesar : 100, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, 1250, 1500 dan 2000. Proses kalibrasi dilakukan dengan alat ukur konduktivitas Soil Conductivity Tester Hi98331 Hanna

Instruments. Kalibrasi dilakukan pada kondisi temperatur ruangan sebesar 31 °C.

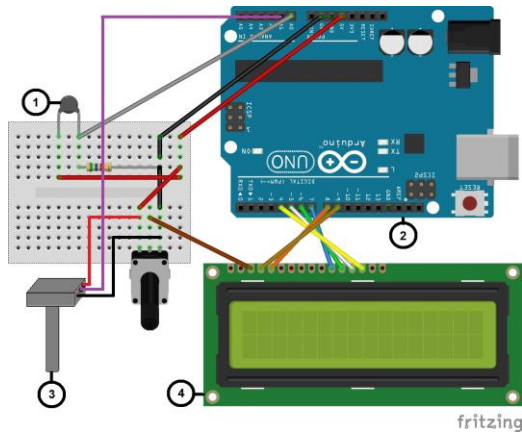
Sedangkan untuk kalibrasi sensor temperatur probe NTC dilakukan dengan mengkondisikan sensor pada air dari temperatur 20 hingga 40 °C. Alat ukur yang digunakan untuk kalibrasi sensor temperatur adalah alat ukur temperatur dengan tipe LD didactic *digital thermometer*. Kalibrasi dilakukan dalam dua tahap, yang pertama adalah mencari hubungan temperatur dengan nilai hambatan atau resistansi sensor, kemudian yang kedua mencari hubungan temperatur dengan tegangan luaran rangkaian sensor dengan sebuah resistansi 5.6 K Ω dengan rangkain seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian pembagi tegangan

2.2 Pembuatan Perangkat Keras dan Modul Perangkat Lunak

Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem akuisisi data dalam penelitian ini selain sensor konduktivitas dan temperatur, adalah berupa modul mikrokontroler arduino dan penampil LCD 16x2. Modul mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data hasil pembacaan sensor dan menampilkan data hasil pengukuran ke LCD 16x2 dan komputer. Rangkaian perangkat keras yang dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

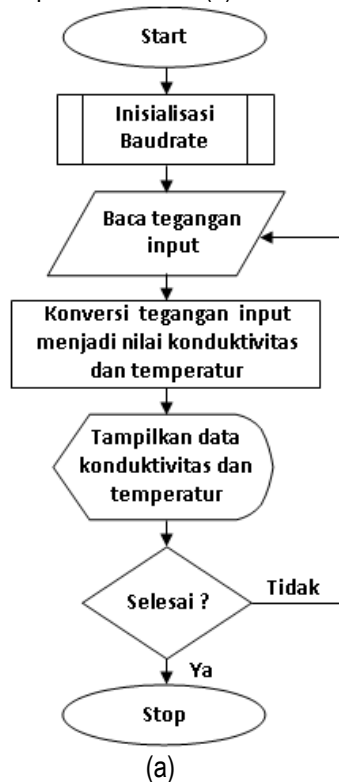


Keterangan:

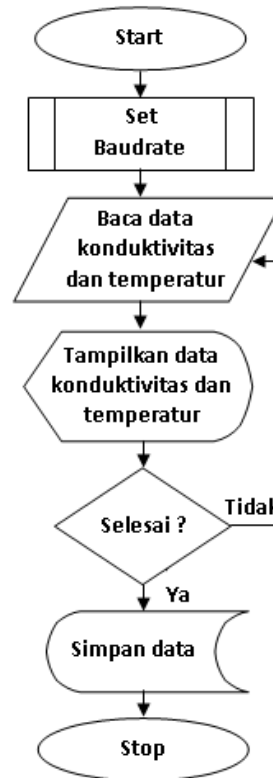
1. Sensor temperatur NTC
2. Modul mikrokontroler arduino
3. Sensor konduktivitas
4. LCD 16x2

Gambar 2. Rangkaian perangkat keras yang dibuat

Agar sistem mikrokontroler digunakan dapat berfungsi, maka perlu dibuat modul program yang dapat melakukan pembacaan data sensor serta mengirim data hasil pembacaan sensor konduktivitas dan temperatur ke komputer. Diagram alir atau *flowchart* yang dibuat untuk modul mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3(a), sedangkan *flowchart* yang dibuat untuk modul program komputer seperti diperlihatkan pada Gambar 3(b).



(a)



(b)

Gambar 3. *Flowchart* modul program a) pada mikrokontroler b) pada computer

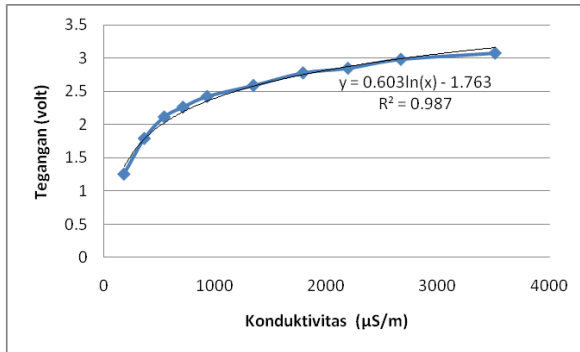
2.3 Pengujian Sistem Yang Dibuat

Pengujian sistem secara keseluruhan setelah integrasi modul perangkat lunak modul perangkat keras, dilakukan dengan menggunakan sistem akuisisi data yang telah dibuat untuk mengukur konduktivitas dan temperatur dari suatu larutan NaCl dan dari sampel tanah yang diambil dari lahan gambut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

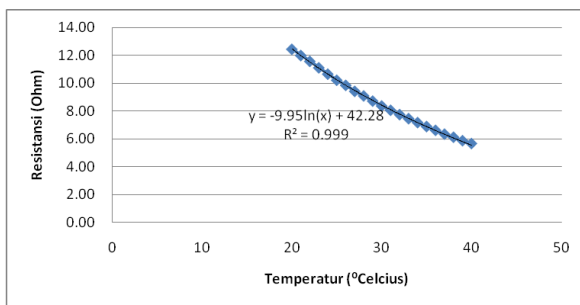
3.1 Hasil Kalibrasi Sensor Konduktivitas Dan Temperatur

Hasil kalibrasi yang diperoleh berupa grafik hubungan antara tegangan luaran dengan konduktivitas larutan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Dari grafik yang diperoleh ditunjukkan bahwa sensor konduktivitas mempunyai karakteristik logaritmik tegangan luaran terhadap konduktivitas.

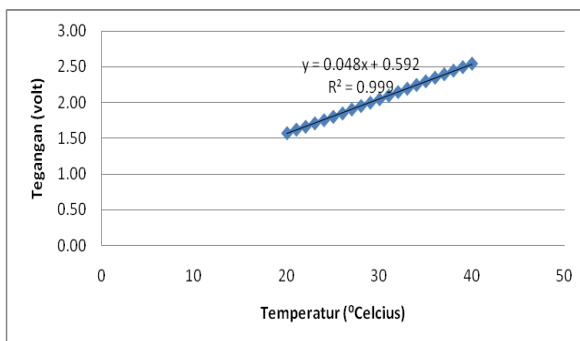


Gambar 4. Grafik hasil kalibrasi sensor konduktivitas

Sementara itu hasil kalibrasi sensor temperatur ditunjukkan pada Gambar 5. Dari Gambar 5 diperlihatkan bahwa hubungan hambatan atau resistansi dari sensor dengan temperatur memiliki hubungan yang logaritmik, sesuai dengan datasheet dari sensor. Sedangkan untuk hubungan antara temperatur dan tegangan luaran pembagi tegangan mempunyai hubungan yang linier.



(a)



(b)

Gambar 5. Grafik kalibrasi sensor temperatur terhadap (a) hambatan (b) tegangan luaran pembagi tegangan

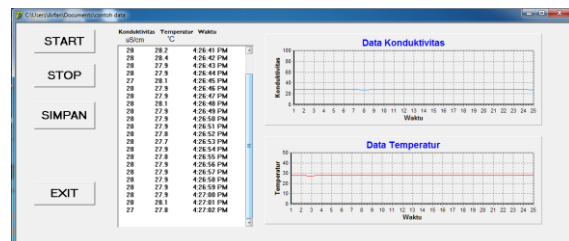
3.2 Hasil Pengujian Sistem Yang Dibuat

Hasil pengujian sistem dengan sampel larutan NaCl diperlihatkan pada Gambar 6, sedangkan

pengujian dengan sampel tanah diperlihatkan pada Gambar 7. Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa hasil pembuatan perangkat keras dan dan modul perangkat lunak telah berfungsi dengan baik, dimana sistem yang telah diuat mampu menampilkan data konduktivitas dan temperatur pada LCD 16x2. Sedangkan dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa sistem yang telah dibuat mampu menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* data konduktivitas dan temperatur serta menyimpan hasil pengukuran di dalam komputer dalam bentuk file teks (*.txt).



Gambar 6. Tampilan pengukuran pada LCD 16x2



Gambar 7. Tampilan modul perangkat lunak pada komputer

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil kalibrasi sensor konduktivitas menunjukkan bahwa sensor mempunyai karakteristik logaritmik antara tegangan luaran terhadap konduktivitas, sedangkan untuk probe sensor NTC diperoleh karakteristik yang linier antara tegangan luaran terhadap temperatur pada range suhu 20 – 40 °C.
2. Hasil pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak akuisisi data konduktivitas dan temperatur menunjukkan bahwa sistem yang telah dibuat mampu menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* data konduktivitas dan temperatur serta menyimpan hasil pengukuran di dalam komputer dalam bentuk file teks (*.txt)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan Kepada Universitas Lambung Mangkurat yang telah membiayai penelitian ini dalam skim penelitian PDUPT Universitas Lambung Mangkurat 2019 yang diselenggarakan oleh LPPM ULM.

Electrical Conductivity and Soil Quality in the Field USDA Agricultural Research Service – Lincoln , Publications from USDA-ARS / UNL Faculty Portable Probes to Measure Electrical Conductivity and Soil Quality in the. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, (May 2014).
<https://doi.org/10.1080/00103620500196689>

6. DAFTAR PUSTAKA

- .Brune, D.E., Doolittle, J. (1990). Locating lagoon seepage with radar and electromagnetic survey. *Environ. Geol. Water Sci*, 16, 195–207.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Jakarta: CV Akademika Pressindo.
- Korsaeth, A. (2005). Soil apparent electrical conductivity (EC a) as a means of monitoring changes in soil inorganic N on heterogeneous morainic soils in SE Norway during two growing seasons. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72, 213–214. <https://doi.org/10.1007/s10705-005-1668-6>
- Li, X., Wang, X., Zhao, Q., Zhang, Y., & Zhou, Q. (2016). In Situ Representation of Soil / Sediment Conductivity Using Electrochemical Impedance Spectroscopy. *Sensors*, 1–9. <https://doi.org/10.3390/s16050625>
- R.A. Eigenberg, J.W. Doran, J.A. Nienaber, R.B. Ferguson, B. L. W. (2002). Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and a cover crop Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and a cover crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 182–193.
- Rêgo Segundo, A., Martins, J., Monteiro, P., de Oliveira, R., & Freitas, G. (2015). A Novel Low-Cost Instrumentation System for Measuring the Water Content and Apparent Electrical Conductivity of Soils. *Sensors*, 15, 25546–25563. <https://doi.org/10.3390/s151025546>
- Rhoades, J.D., D.L. Corwin, and S. M. L. (1999). Geospatial measurements of soil electrical conductivity to assess soil salinity and diffuse salt loading from irrigation. In *Assessment of non-point source pollution in the vadose zone. Geophysical Monogr. 108. Am. Geophysical Union* (pp. 197–215). Washington, DC.
- Rhoades, J. D. (1993). Electrical Conductivity Methods For Measuring And Mapping Soil Salinity. *Advances in Agronomy*, 49.
- Sudduth, K. A., Kitchen, N. R., Bollero, G. A., Bullock, D. G., & Wiebold, W. J. (2003). Comparison of Electromagnetic Induction and Direct Sensing of Soil Electrical Conductivity. *Agronomy Journal*, 95(July 2001), 472–482.
- Wienhold, B. (2005). Portable Probes to Measure