

PERANCANGAN ALAT UKUR MULTI SENSOR YANG TERINTEGRASI UNTUK PENGUKURAN KARAKTERISTIK TANAH GAMBUT

M. Ficky Afrianto¹, Faizar Farid², Mardian Peslinof^{1*}, Yoza Fendriani¹, Samsidar¹, Linda Handayani¹, Rustan¹

¹ Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma.Bulian KM 15 Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

² Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma.Bulian KM 15 Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

*e-mail: mardianpeslinof@unja.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan alat ukur berbasis sensor yang terintegrasi untuk pengukuran karakteristik tanah. Parameter yang diukur oleh alat ukur ini yaitu konduktivitas, pH, kelembaban, dan temperatur tanah. Parameter yang diukur tersebut merupakan karakteristik tanah yang penting untuk menentukan tingkat kerusakan lahan gambut pasca kebakaran. Sistem alat ukur ini terbagi ke dalam tiga bagian yaitu bagian tempat sampel, bagian sensor yang akan mendeteksi parameter fisis dari sampel, dan kotak rangkaian. Sistem alat ukur ini juga terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari sensor EC10 keluaran RS485, sensor pH, mikrokontroler Arduino Mega2560, dan monitor LCD. Sedangkan perangkat lunak dibuat menggunakan program arduino IDE. Tahap pengujian meliputi menyelidiki fungsi transfer dan sensitivitas dari sensor. Hasil pengujian dari penelitian ini yaitu tingkat sensitivitas sensor yang digunakan untuk parameter pH, temperatur, konduktivitas, dan kelembaban masing-masing adalah 0,0139 mV/pH, 4,5157 mV/OC, 1,1607 mV/ μ S/cm, dan 2,1017 mV/%. Hasil penelitian alat ukur tanah dapat bekerja baik dan alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 99,9%. Penelitian ini harapannya dapat menghasilkan alat ukur yang berfungsi membantu pihak terkait untuk mengidentifikasi kerusakan lahan gambut dengan mudah dan akurat..

Kata Kunci: Karakteristik Tanah, kelembaban; pH; Temperatur tanah; Konduktivitas; Sensor; Sistem Pengukuran

ABSTRACT

[Title: Design Of Integrated Sensor-Based Measuring Tools For Soil Characteristics Measurement] An integrated sensor-based instrument to measure soil characteristics has been designed. The parameters measured are conductivity, pH, humidity, and soil temperature. These parameters are important characteristics in determining the level of peatlands damage after being hit by forest fire. This measuring system is divided into three parts: the sample area, the sensor part that will detect the physical parameters of the sample, and the circuit box. This measuring system also consists of hardware and software. The hardware part comprises of EC10 sensor with RS485 output, a pH sensor, an Arduino Mega2560 microcontroller, and LCD monitor. While the software part is using the Arduino IDE program. The trial phase of this study include investigating the sensor transfer function and sensor sensitivity. The test results of this study are the sensitivity level of the sensors used for pH, temperature, conductivity, and humidity parameters, respectively 0.0139 mV / pH , 4.5157 mV / OC , 1.1607 mV / μ S / cm , and 2.1017 mV / % . The results of this study are sensor sensitivity for pH level, temperature, conductivity and humidity parameters, respectively are 0,0139 mV/pH, 4,5157 mV/OC, 1,1607 mV/ μ S/cm, dan 2,1017 mV/%. The results of the soil measuring instrument can work well and this tool has an accuracy rate of 99.9%. This research is expected to produce measuring instruments that serve to help related parties to identify peatland damage easily and accurately.

Keywords: Soil characteristics; Humidity; pH; Soil temperature; Conductivity; Sensor; Measurement system

PENDAHULUAN

Sifat fisik tanah adalah parameter penting dalam mengenali kondisi tanah tersebut. Sifat-sifat fisik tanah gambut yang sangat penting untuk diketahui adalah kadar air, konduktivitas tanah, dan pH tanah. Seperti diketahui bahwa tanah gambut bersifat spons dan mampu menyerap banyak air jika dibandingkan dengan tanah mineral. Kandungan air

di dalam tanah gambut dapat mencapai 300-3000% bobot aslinya. Dalam referensi lainnya, dikatakan bahwa kandungan air pada gambut berkisar antara 100-1.300% dari bobot aslinya (Dariah, 2018). Karakter fisis selanjutnya adalah tingkat keasaman yang dideskripsikan dengan pH. Pada umumnya, tingkat keasaman tanah gambut adalah berkisar 3-4,

meskipun kadang nilai keasaman bervariasi bergantung lingkungan dan asal gambut tersebut. Namun, pada umumnya tanah gambut di Indonesia memiliki pH <4.0. tingkat keasaman tersebut berhubungan dengan kandungan asam-asam organik, yaitu asam humat dan asam fulvat (Hartatik, 2010).

Sifat fisis konduktivitas tanah berkaitan dengan kemudahan bahan dalam menghantarkan arus listrik. Berdasarkan literatur, tanah gambut yang memiliki konduktivitas tinggi menandakan bahwa tanah gambut tersebut memiliki banyak kandungan air atau dalam kondisi basah. Sebaliknya, nilai konduktivitas yang rendah, cenderung memiliki kondisi tanah yang relatif kering. Tanah gambut yang basah, memiliki ion-ion yang bergerak bebas sehingga daya hantar listriknya semakin besar (Sari dkk, 2019). Parameter yang terkait dengan konduktivitas adalah impedansi. Parameter fisis suatu bahan dapat diketahui salah satunya melalui nilai impedansi. Beberapa parameter fisis yang dapat diketahui dari nilai impedansi ini adalah nilai hambatan jenis bahan, sifat dielektrik, sifat magnetik dan beberapa sifat fisis lainnya. Nilai impedansi ini dapat diketahui dengan pendekatan rangkaian elektronik antara resistor dan kapasitor secara paralel (Salamena, dkk. 2016). Parameter impedansi berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas, jika suatu material memiliki nilai konduktivitas tinggi, maka nilai impedansinya rendah dan begitu juga sebaliknya.

Pengukuran karakteristik fisis tanah telah banyak dilakukan dengan menggunakan instrumen atau alat ukur. Namun instrumen yang digunakan pada umumnya hanya dapat mengukur satu parameter fisis. Jadi apabila melakukan pengukuran terhadap banyak parameter, maka akan menggunakan banyak instrument atau alat ukur. Dari pengukuran beberapa parameter dengan menggunakan beberapa instrument didapatkan data yang dianalisis untuk menentukan kualitas tanah gambut. Maka pada penelitian ini akan dirancang satu instrumentasi yang dapat mengukur beberapa parameter fisis tanah dan data nya akan langsung diolah untuk menentukan kualitas tanah gambut.

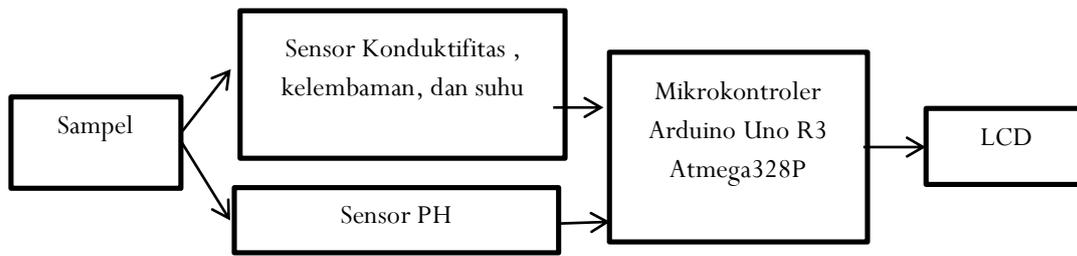
Penelitian ini akan berfokus untuk merancang suatu alat yang dapat menentukan karakteristik tanah gambut. Karakteristik tanah gambut yang didapatkan dari pengukuran beberapa parameter fisis yang bisa sebagai acuan untuk mendeteksi tingkat kerusakan

lahan gambut. Parameter fisis yang dianalisis adalah konduktivitas, kelembapan, temperatur, serta pH tanah gambut. Alat yang dirancang bisa dengan cepat mengkalkulasi besarnya parameter fisis tersebut dan selanjutnya bisa mengklasifikasikan tanah gambut tersebut dalam kondisi rusak atau tidak. Penelitian ini ingin menghadirkan inovasi dengan merancang suatu alat yang bisa memberikan beberapa parameter sekaligus dan memberikan gambaran kondisi tanah gambut sesuai dengan parameter fisis. Sistem ini akan sangat membantu para ilmuwan serta pihak-pihak terkait untuk mengidentifikasi kerusakan tanah gambut dengan mudah dan akurat. Pada penelitian ini ada empat parameter fisis yang akan diukur, yaitu konduktivitas tanah, kelembapan tanah, temperatur tanah, dan pH tanah. Percobaan dilakukan terhadap empat sensor sesuai dengan parameternya, namun supaya lebih efektif maka dicari sensor yang dapat mengukur beberapa parameter. Sesuai dengan karakteristik dan data sheetnya maka dipilih dua sensor yang akan digunakan. Sensor yang dinilai memiliki performa yang bagus, seperti keakuratan, kesensitifannya, dan ketahanan sensor dari noise dan getaran-getaran yang terjadi. Sensor tersebut adalah sensor EC10 dengan spesifikasi penggunaan untuk menganalisis konduktivitas tanah, kelembapan tanah, dan temperatur tanah. Sensor lainnya adalah sensor pH tanah

METODE

Penelitian alat ukur karakteristik sifat fisis tanah gambut terdiri dari beberapa tahap kegiatan yang dilakukan secara berurutan. Prosedur pada penelitian ini mengikuti tahapan kegiatan tersebut. Tahapan kegiatan pada penelitian ini yaitu survey pendahuluan, perancangan sistem alat ukur, perancangan perangkat keras sistem, perancangan perangkat lunak sistem, dan kalibrasi sistem dengan alat ukur standar. Tahapan selanjutnya yaitu sistem yang telah dirancang kemudian di lakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketelitian, ketepatan, dan kestabilan sistem alat ukur yang dibuat.

Perangkat keras pada sistem yaitu rangkaian komponen elektronika yang dirancang dalam menjalankan sistem. Setiap komponen elektronika dirakit dan dirangkai sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Skema rancangan perangkat keras sistem seperti Gambar 1.

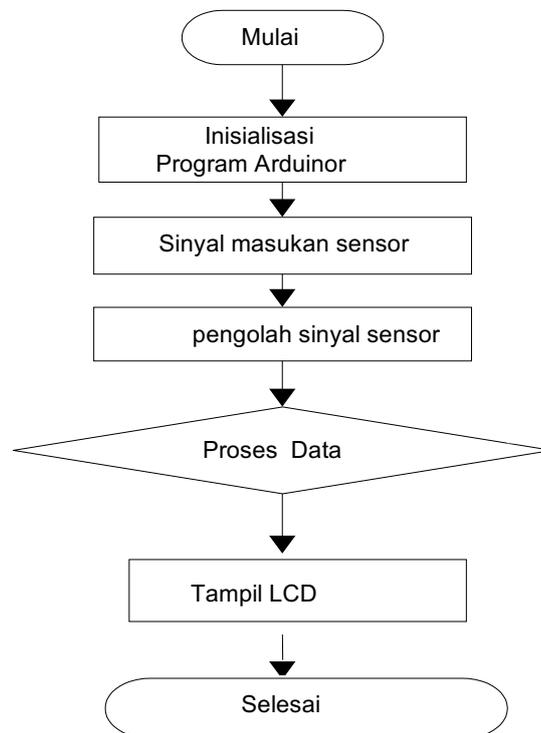


Gambar 1. Skema Rancangan Perangkat Keras Sistem

Gambar 1 memperlihatkan skema perangkat keras sistem. Sampel akan dilakukan pengukuran parameter fisis sesuai dengan sensor yang ada, sinyal keluaran sensor terhadap sampel akan di proses dengan mikrokontroler yang hasilnya ditampilkan oleh LCD. Perangkat keras yang dibuat adalah kotak rangkaian dan kedudukan sensor, serta rangkaian elektronika sesuai dengan sistem yang dirancang. Sensor konduktivitas yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor EC10 keluaran RS485. Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi tiga parameter. Parameter yang bisa dideteksi sensor ini yaitu konduktivitas, suhu, dan kelembaman. Sensor PH digunakan untuk mendeteksi PH tanah.

Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Mega2560, dimana Arduino ini memiliki 54 pin input atau output (I/O) digital dan 16 pin input analog. Memori yang dapat ditampung oleh Arduino Mega 2560 adalah sebesar 256KB dengan SRAM 8KB dan EEPROM 4KB.

Sistem dibuat menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno, maka perangkat lunak yang dibuat menggunakan program yang akan ditanamkan di Mikrokontroler Arduino Uno. Semua keluaran dari sensor akan dilakukan pengolahan sinyal pada Mikrokontroler Arduino Uno. Alur pikir dari perangkat lunak pada sistem ini tergambar pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Sistem Alat Ukur Karakteristik Sifat Fisis Tanah Gambut

Gambar 2 menjelaskan alur sistem yang terdiri dari dua macam mekanisme kondisi kerja. Mekanisme kerja yang pertama yaitu alat ukur akan mendeteksi parameter fisis dari sensor, dan mekanisme kedua yaitu pengolahan sinyal keluaran dari sensor. Hasil sinyal dari sensor akan diproses melalui mikrokontroler. Hasil kualitas tanah yang didapat dari pengolahan sinyal pada program akan ditampilkan melalui LCD.

Pembuatan alat ukur ini terdiri dari pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem. Perangkat keras alat ukur terdiri dari dua bagian, yaitu rangkaian elektronika dan bagian *chasing* atau

tempat rangkaian elektronika tersebut. Perancangan dan perakitan rangkaian elektronika adalah merakit semua komponen sesuai dengan skema rangkaian yang dibuat. Komponen ini secara garis besar terdiri dari sensor, Arduino, LCD, dan komponen elektronika lainnya. Seluruh komponen ini dirangkai sesuai dengan skema rangkaian, kemudian baru dilakukan pengujian terhadap keluaran masing-masing komponen. Perangkat keras yang dibuat selanjutnya adalah pembuatan *chasing* atau tempat komponen elektronika. Pembuatan *chasing* dibuat dari bahan akrilik yang ukurannya disesuaikan dengan desain yang dibuat. Hasil dari pembuatan alat ukur ini seperti Gambar 3



Gambar 3. Alat Ukur Kualitas Tanah

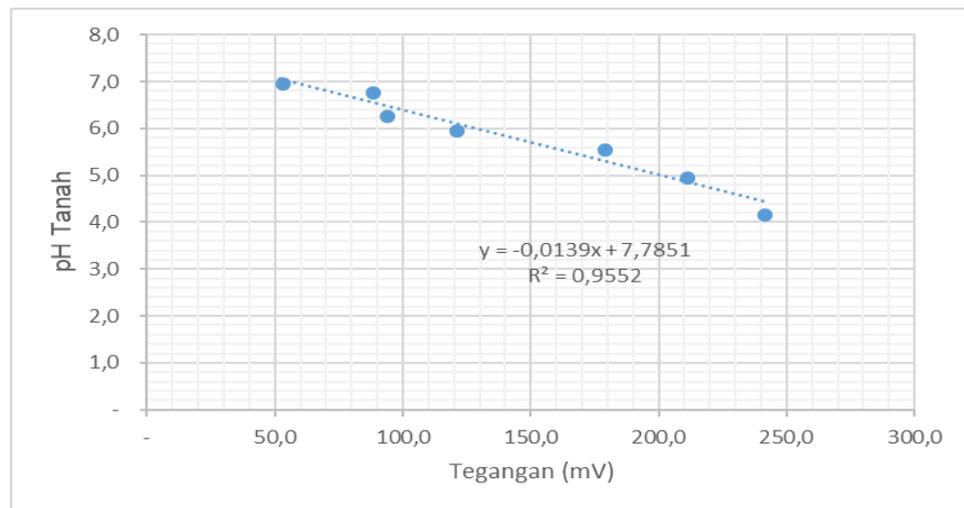
Gambar 3 memperlihatkan alat ukur kualitas tanah yang telah di rancang dan dibuat. Sistem alat ukur karakteristik sifat fisis tanah gambut dirancang untuk menentukan kualitas tanah gambut berdasarkan parameter yang dideteksi oleh sensor. Alat ukur ini selanjutnya dilakukan observasi untuk menganalisis keluaran pada alat ukur. Observasi ini bertujuan untuk mengecek apakah semua komponen telah bekerja sesuai dengan skema dan blok desain. Pada observasi ini, LCD pada alat ukur telah memperlihatkan parameter yang akan dilakukan pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal yang pertama dilakukan yaitu menyelidiki fungsi transfer dan sensitivitas dari sensor. Keluaran dari sensor akan dikalibrasi dengan alat ukur standar, dari hasil kalibrasi tersebut akan didapatkan fungsi transfer dan sensitivitas sensor yang dipakai pada sistem. Tiap parameter akan diselidiki karakteristiknya. Sensor yang dipakai ada 2 jenis yaitu sensor PH tanah dan sensor sensor EC10. Pengujian sensor pH sebagai

Pengujian dilakukan untuk melihat ketelitian dan ketepatan dari sistem yang dirancang. Ketepatan dari sistem merupakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga sebenarnya. Nilai ketepatan sistem didapatkan dengan cara membandingkan hasil dari alat ukur yang dibuat dengan hasil alat ukur standar. Ketelitian yaitu tingkat kesamaan data yang dilakukan secara berulang. Nilai ketelitian didapatkan dari pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur yang dirancang secara berulang-ulang.

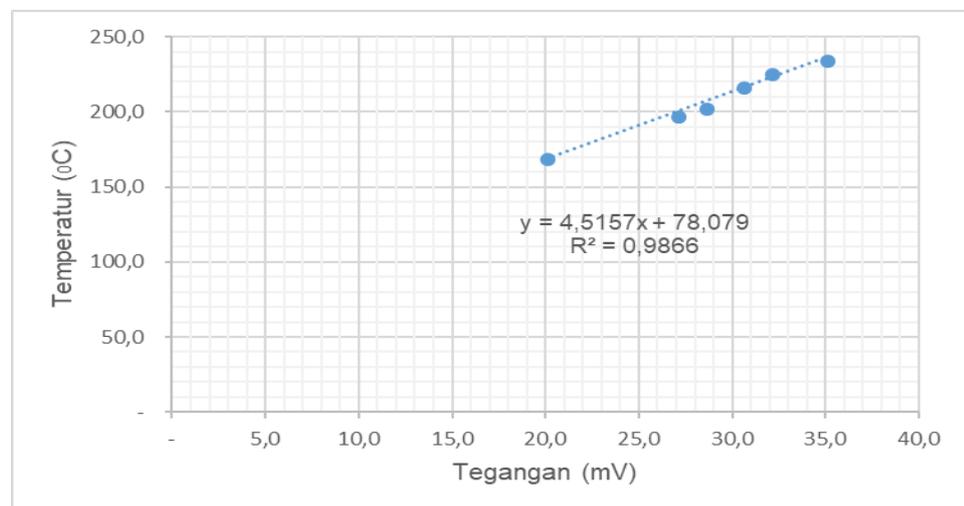
pendeteksi pH tanah dilakukan dengan membandingkan pH tanah yang terukur terhadap tegangan yang dihasilkan oleh sensor. pH dijadikan sebagai input dan tegangan dijadikan sebagai output. Grafik hubungan antara pH tanah dengan tegangan yang dikeluarkan sensor pH seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan pH dan Tegangan Keluaran Sensor

Gambar 4 menunjukkan fungsi transfer dari sensor. Fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $-0,0139$ mV/pH dan tegangan offset sebesar $7,7851$ V. Sensitifitas sensor bernilai minus dikarenakan grafik yang menurun, grafik menurun ini disebabkan oleh pH berbanding terbalik dengan tegangan, semakin besar pH maka tegangan semakin kecil. Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar 0.9552 . Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor baik sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur pH tanah.

Pengujian terhadap sensor EC10 dilakukan pada parameter temperatur, konduktivitas dan kelembaban. Pengujian sensor EC10 sebagai pendeteksi temperatur tanah dilakukan dengan membandingkan temperatur tanah yang terdeteksi oleh sensor terhadap tegangan keluaran sensor. Temperatur dijadikan sebagai input dan tegangan dijadikan sebagai output. Grafik hubungan antara temperatur dan tegangan yang dikeluarkan sensor EC10 seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Temperatur dan Tegangan Keluaran

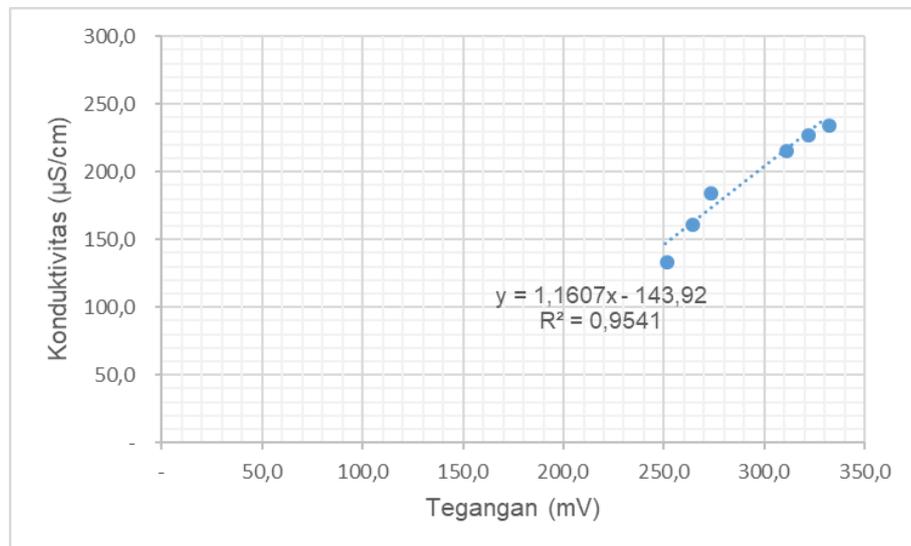
Berdasarkan Gambar 5 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $4,5157$ mV/0C dan tegangan offset sebesar $78,079$ mV. Berdasarkan Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar $0,9866$. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur temperatur tanah. Grafik yang dihasilkan

linier, semakin besar temperatur yang diberikan maka semakin besar juga tegangan keluaran yang dihasilkan.

Pengujian konduktivitas dilakukan dengan cara mengambil sampel dengan konsentrasi yang berbeda-beda dalam satuan ppm, pengujian dilakukan sebanyak lima kali, kemudian dari kelima uji coba

tersebut diambil tegangan keluaran sensor untuk dibandingkan dengan nilai konduktivitas meter.

Grafik hubungan antara konduktivitas dan tegangan yang dikeluarkan sensor EC10 seperti Gambar 6

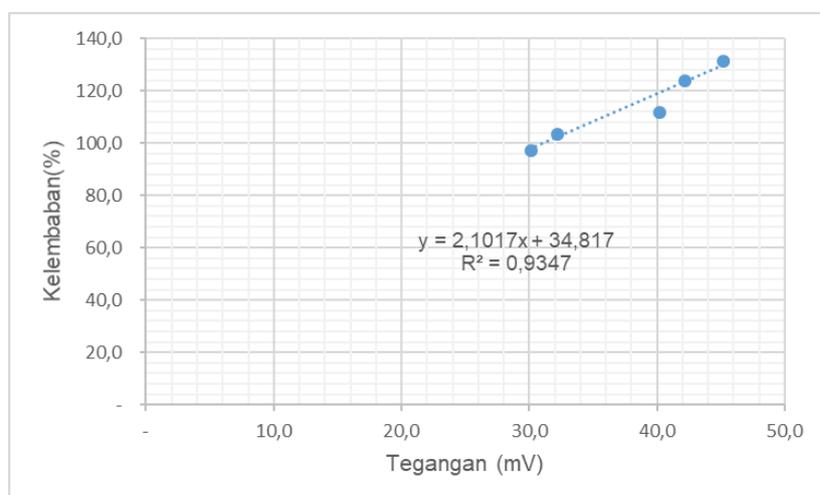


Gambar 6. Grafik Hubungan Konduktivitas dan Tegangan Keluaran

Berdasarkan Gambar 6 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar 1,1607 mV/µS/cm dan tegangan offset sebesar 143,92 mV. Berdasarkan Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar 0,9541. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik.

(Moisture Meter). Pengujian dilakukan dengan memberikan penambahan volume air pada tanah dengan variasi 10 mL hingga 100 mL yang bermassa sebesar 400 g. Data tegangan keluaran dari sensor diambil untuk setiap variasi volume air dengan menggunakan multimeter digital. Perubahan kelembaban tanah terjadi setiap penambahan volume air pada tanah. Kenaikan tegangan keluaran sensor kelembaban tanah terjadi seiring bertambahnya volume air sehingga persentase nilai kelembaban tanah juga meningkat. Hasil hubungan antara tegangan keluaran sensor dengan kelembaban tanah terukur seperti Gambar 7.

Pengujian sensor EC10 untuk kelembaban tanah dilakukan dengan melihat perbandingan antara tegangan keluaran pada sensor dengan nilai kelembaban tanah pada alat ukur pembanding



Gambar 7. Hubungan antara tegangan keluaran dengan kelembaban tanah

Berdasarkan Gambar 7 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar 2,1017 mV/% dan tegangan offset sebesar 34,817 mV. Berdasarkan nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar 0,9347. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik.

Penyelidikan yang dilakukan pada sistem alat ukur ini yaitu menyelidiki ketepatan dan ketelitian dari sistem. sistem kita lakukan pengukuran langsung terhadap parameter yang divariasikan dan membandingkan parameter yang terbaca pada LCD dengan hasil alat ukur standar. Data yang didapatkan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Ketepatan Sistem Alat Ukur

pH			Konduktivitas			Kelembaban			Temperatur		
Alat Ukur Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan	Alat Ukur Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan	Alat Ukur Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan	Alat Ukur Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan
pH		%	$\mu\text{S}/\text{cm}$		%	%		%	$^{\circ}\text{C}$		%
7	7,2	97,22	210,36	213	98,76	70	74	94,59	30	30,7	97,72
7	7,5	93,33	234,38	236	99,31	78	81	96,30	32	32,5	99,98
5,6	5,8	96,55	250,32	260	96,28	82	83	98,80	34	34,2	99,99
4,3	4,5	95,56	261	261,9	99,66	86	90	95,56	36	36,3	99,99
4	4,1	97,56	314	316	99,37	90	92	97,83	38	38,3	99,99
Rata-rata		96,04	Rata-rata		98,67	Rata-rata		96,61	Rata-rata		99,53

Dari tabel 1 didapatkan data ketepatan dari sistem. Dari data yang ada maka didapatkan kesalahan rata-rata dari sistem adalah berkisar 0,01%. Persentase

ketepatan rata-rata yang didapatkan adalah 99,9%. Dari hasil persentase rata-rata tersebut maka sistem ini memiliki nilai ketepatan yang sangat baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam perancangan sistem alat ukur terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perangkat keras dari sistem mempunyai beberapa bagian yaitu kotak tempat rangkaian elektronika dan rangkaian elektronika. Sensor yang digunakan adalah sensor EC10 dan sensor pH tanah. Sensor EC10 bisa mendeteksi kelembaban, konduktivitas, dan temperatur tanah. Perangkat lunak dari sistem yaitu program yang ditanamkan pada Arduino. Desain program yang dibuat yaitu alat ukur bisa mendeteksi tiap parameter sensor. Hasil pengujian dari penelitian ini yaitu tingkat sensitifitas sensor yang digunakan untuk parameter pH, temperatur, konduktivitas, dan kelembaban masing-masing adalah 0,0139 mV/pH, 4,5157 mV/ $^{\circ}\text{C}$, 1,1607 mV/ $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan 2,1017 mV/%. Hasil penelitian alat ukur tanah dapat bekerja baik dan alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 99,9%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Jambi yang memberikan dukungan dana sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afentia.2019. Dampak Ekologi Ekstraksi Lahan Gambut. Penelitian Perkumpulan Save Our Borneo.
- Hartatik, Wiwik Dkk. 2010. Sifat Kimia dan Fisik Tanah Gambut. Balittanah.litbang.pertanian.go.id. [diakses pada 26 Februari 2020]
- Irma, Wirdati. 2017. Pengelolaan Ekosistem Lahan Gambut dengan Mempertahankan Biodiversitas Vegetasi Di Hilir DAS Kampar Riau Sumatera. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017: Surabaya.
- Rahmatie , Rizka. 2016. Analisis Nilai Impedansi Listrik pada Daging Ikan Nila Berformalin. Jurnal Natural B, Vol. 3, No. 4.
- Sari, Mia Aminina Wulan. Hubungan Konduktivitas Listrik Tanah dengan Unsur Hara NPK dan

- pH Pada Lahan Pertanian Gambut. PRISMA FISIKA, Vol. 7, No. 2 (2019), Hal. 55 – 62.
- Suharjono, A., Rahayu L.N., dan Afwah, R. (2015) . Aplikasi Sensor Flow Water untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang. Jurnal Tele, Vol.13 No. 1, Politeknik Negeri Semarang.
- Wosten JHM and HP Ritzema. 2002. Challenges in Land and Water Management for Peatland Development in Sarawak. In: JO. Rieley, and SE. Page, with B. Setiadi,(Eds.), Peatlands for People: Natural Resource Functions and Sustainable Management, Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland, 22-23 August 2001, Jakarta, Indonesia. BPPT and Indonesian Peat Association.