

Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi

Lutfiyana¹, Noor Hudallah², dan Agus Suryanto³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229, Indonesia

lutfiyana13@gmail.com¹, noorhudallah@mail.unnes.ac.id², agusku2@mail.unnes.ac.id³

Abstrak— Alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi yang terintegrasi belum ada di masyarakat. Suhu dan kelembaban tanah merupakan karakteristik tanah yang paling penting sedangkan resistansi merupakan alat untuk mengukur nilai resistor. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam pengukuran yang dimanfaatkan untuk bidang-bidang tertentu. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)*. Pengukuran suhu tanah menggunakan sensor DS18B20 *waterproof*, kelembaban tanah menggunakan sensor YL-69, dan resistansi menggunakan 2 *probe*. Tahap pengujian meliputi uji kelayakan alat dan uji keakuratan alat. Penelitian dilakukan pada tanah regosol, alluvial, dan latosol. Hasil penelitian alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi dapat bekerja baik dan alat ini memiliki tingkat kelayakan sebesar 86,67%. Saran untuk peneliti berikutnya suhu tanah dan kelembaban tanah lebih efisien memanfaatkan *integrated probe* untuk peningkatan faktor ergonomis.

Kata kunci— sensor DS18B20, sensor YL-69, resistansi

I. PENDAHULUAN

Teknologi dan elektronika pada akhir-akhir ini berkembang pesat. Hampir seluruh aspek kehidupan manusia sehari-hari telah tercakupi oleh peralatan-peralatan dengan sistem teknologi dan elektronika baik yang menggunakan sistem kontrol analog maupun digital misalnya dalam proses pengukuran. Pengukuran yang terintegrasi termasuk salah satu dari perkembangan teknologi dan elektronika saat ini. Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam dunia ilmu pengetahuan khususnya di dalam ilmu teknik. Pengukuran dalam ilmu teknik digunakan sebagai sistem proteksi atau sistem kendali suatu proses. Pengukuran berperan penting dalam membantu pekerjaan manusia dan memberikan manfaat kemudahan bagi para teknisi dalam menentukan nilai besaran suatu kuantitas atau variabel. Setiap sistem teknologi pengukuran tentu membutuhkan perangkat atau peralatan yang terdiri dari berbagai komponen elektronika seperti resistor dan karakteristik tanah yang penting adalah suhu tanah dan kelembaban tanah, dari latar belakang tersebut peneliti membuat rancang bangun alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi guna untuk membantu masyarakat dalam memudahkan pengukuran yang dimanfaatkan untuk bidang-bidang tertentu.

Pengukuran merupakan salah satu teknologi alat untuk mengetahui besaran salah satu kuantitas atau variabel [1] dan tanah dalam kehidupan sehari-hari diartikan sebagai wilayah daratan yang di atasnya dapat dipergunakan untuk berbagai usaha misalnya pertanian, peternakan, dan mendirikan bangunan [2].

Suhu tanah adalah suatu sifat tanah yang sangat penting secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan juga terhadap kelembaban, struktur, aktivitas mikrobial dan

enzimatik, sisa tanaman, dan ketersediaan hara-hara tanaman [3]. Suhu tanah merupakan salah satu faktor tumbuh tanaman yang penting sebagaimana halnya air, udara, dan unsur hara. Suhu tanah berperan untuk menentukan reaksi kimia dan aktivitas mikrobial tanah yang dapat merombak senyawa organik tertentu menjadi hara dan suhu tanah mempengaruhi perkecambahan biji dan pertumbuhan kecambah [4]. Proses kehidupan biji, akar tanaman dan mikroba tanah secara langsung dipengaruhi oleh suhu tanah sebab setiap sayuran memiliki kebutuhan suhu tanah yang berbeda-beda. Misalnya untuk sayuran kubis membutuhkan suhu optimum 29°C. Pengukuran suhu tanah dapat menggunakan sensor DS18B20 *waterproof*.

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas *water tabel*. Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah dan perkolasi [5]. Tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dan keadaan tanah yang terlalu lembab mengakibatkan kesulitan dalam melakukan kegiatan permanen hasil pertanian atau kehutanan yang menggunakan alat-alat mekanik [6]. Kelembaban tanah digunakan untuk manajemen sumber daya air, peringatan awal kekeringan, penjadwalan irigasi dan perkiraan cuaca. Pengukuran kelembaban tanah secara akurat dan tepat waktu merupakan kegiatan yang sangat penting dalam memantau bencana alam khususnya banjir dan kekeringan dan pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor YL-69. Berdasarkan referensi [7] proses kehidupan biji, akar tanaman dan mikroba tanah secara langsung dipengaruhi oleh kelembaban tanah misalnya

untuk sayuran kubis membutuhkan kelembaban tanah 60% ASM (*American Standard Method*).

Resistansi atau hambatan merupakan perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya [8]. Alat yang digunakan untuk menghambat arus listrik disebut resistor. Resistor merupakan komponen di dalam sirkuit listrik yang berfungsi untuk menahan arus dalam jumlah tertentu. Satuan hambatan atau resistansi dinyatakan dengan Ohm. Cara menentukan nilai resistansi sebuah konduktor yang diberi beda potensial V adalah mengukur arus yang mengalir dan nilai resistansinya adalah

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Resistansi pada batang konduktor yang mempunyai luas penampang A dan panjang ℓ dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad (2)$$

II. METODE PENELITIAN

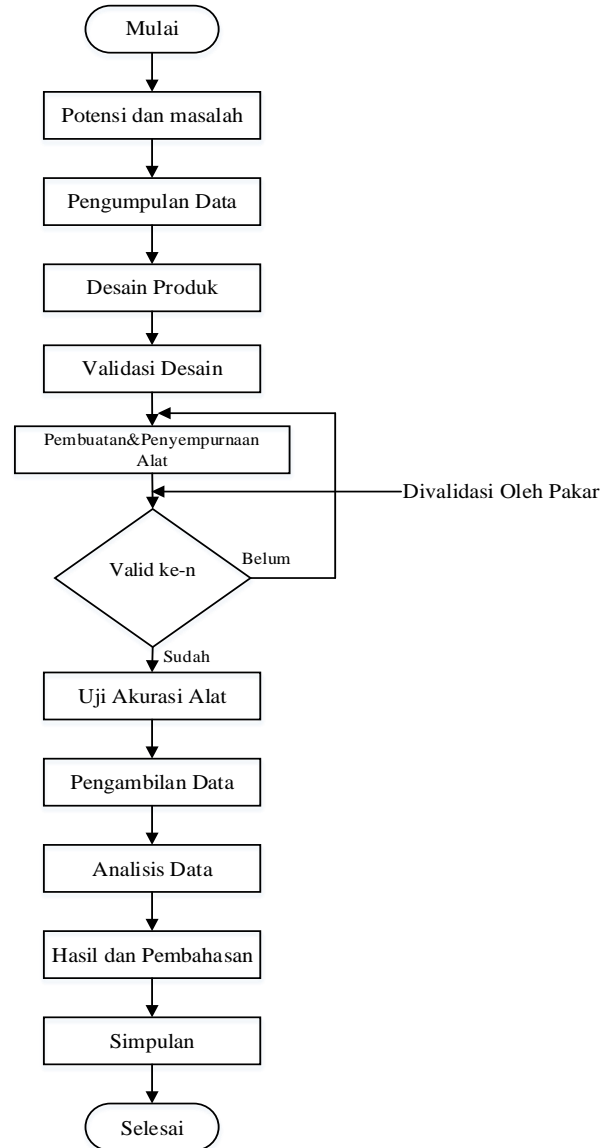
Desain penelitian adalah tahapan yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian untuk memudahkan penulis dalam melakukan penelitian. Desain penelitian ini mengacu pada tahapan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian *Research and Development* yang disingkat *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut [9]. Penelitian ini menghasilkan produk alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi.

Obyek penelitian pada rancang bangun alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi yaitu tanah regosol, alluvial, dan latosol. Alat ini menarik digunakan dikarenakan dengan alat ini kita dapat mengukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi sekaligus.

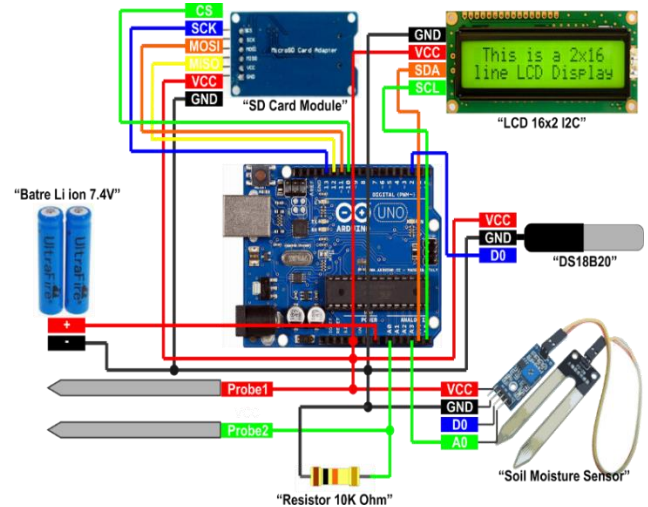
Instrumen dalam penelitian terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari potensi dan masalah, pengumpulan data, perancangan alat, pembuatan alat, validasi oleh dosen atau pakar dan analisis [10]. Gambar 1 menunjukkan tahapan desain penelitian yang dilakukan.

A. Pembuatan dan Penyempurnaan Alat

Pembuatan dan penyempurnaan alat pada penelitian ini dilakukan setelah melakukan validasi desain dan dapat diketahui kelemahan atau kekurangan produk tersebut, jika produk telah sesuai menurut para ahli maka tidak perlu diperbaiki. Pembuatan dan penyempurnaan alat diartikan pada pembuatan produk, baik produk *hardware* maupun *software*. Hasil dari tahapan pembuatan merupakan realisasi nyata dari tahapan perancangan. Gambar 2 dan Gambar 3 merupakan skema rangkaian dan bentuk fisik alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi.



Gambar 1. Desain penelitian



Gambar 2. Skema rangkaian alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi



Gambar 3. Alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi

1) Sensor Suhu Tanah DS18B20

Sensor DS18B20 *waterproof* merupakan sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-Wire® [11]. Sensor DS18B20 memiliki keluaran digital sehingga tidak membutuhkan rangkaian ADC, serta akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran memiliki kestabilan yang jauh lebih baik dari sensor suhu lainnya. Bentuk fisik dan deskripsi pin dari sensor DS18B20 *waterproof* ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel I.



Gambar 4. Sensor DS18B20 *waterproof*

Keterangan antarmuka (*interface*)

- Kabel Merah = VDD
- Kabel Hitam = GND
- Kabel kuning = DQ

TABEL I. DESKRIPSI PIN DS18B20

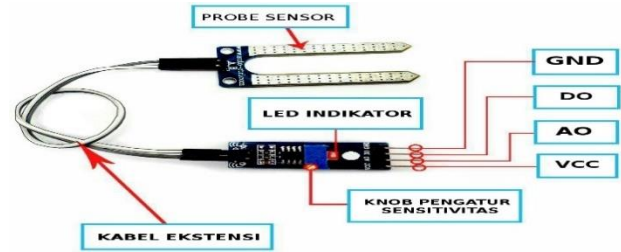
Pin	Nama	Fungsi
1.	GND	Ground
2.	DQ	Data input/output
3.	VDD	Untuk tegangan sensor

2) Sensor Kelembaban Tanah YL-69

Sensor kelembaban tanah jenis YL-69 merupakan sensor kelembaban yang mendeteksi kelembaban tanah [12]. Satu set sensor kelembaban tipe YL-69 terdiri dari YL-69 sebagai *probe* sensor dan YL-39 sebagai modul pengkondisian sinyal. Sensor kelembaban tipe YL-69 terdapat sebuah modul yang didalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi untuk proses pembandingan *offset* renda yang lebih rendah dari 5mV yang stabil dan presisi. Bentuk fisik sensor kelembaban tanah jenis YL-69 ditunjukkan pada Gambar 5.

Sensor kelembaban YL-69 dapat membaca kadar air yang memiliki 3 kondisi yaitu:

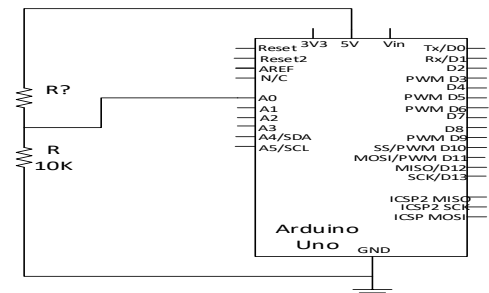
- 0-300 : tanah kering atau udara bebas
- 300-700 : tanah lembab
- 700-950 : tanah basah (di dalam air) [13]



Gambar 5. Sensor YL-69

3) Resistansi

Resistansi merupakan kemampuan suatu benda untuk menahan aliran arus listrik [14]. Resistor merupakan komponen yang digunakan untuk menghambat arus listrik. Rangkaian ohm-meter atau pengukuran resistansi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian resistansi

Prinsip dari rangkaian pada Gambar 6 adalah bahwa 2 resistor tersebut dirangkai secara seri sehingga membentuk rangkaian pembagi tegangan. Salah satu ujung dari pasangan resistor dihubungkan ke 5 V dan ujung lainnya dihubungkan ke *ground*. Tegangan 5 V yang disediakan Arduino dibagi antara 2 resistor dan tergantung pada nilai dari 2 resistor.

4) Arduino Uno

Arduino uno merupakan perangkat elektronik yang berfungsi seperti mikrokontroler dan bersifat *open source*. Arduino mempunyai perangkat lunak dengan bahasa pemrograman yang spesifik. Perangkat keras Arduino juga bersifat *open source* sehingga pengguna dapat mengembangkan sendiri *board* Arduino sesuai dengan keinginannya. *Board* Arduino mempunyai kemampuan untuk membaca masukan data digital dan data analog. *Board* Arduino juga mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan data digital dan analog. Bahasa pemrograman yang digunakan menyerupai sintaks Bahasa C [15]. Bentuk fisik *board* Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 7.

5) LCD (*Liquid Crystal Display*)

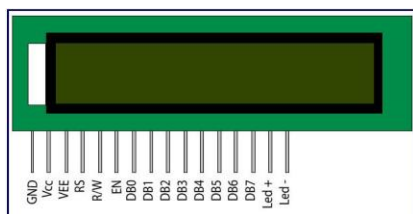
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan [16]. LCD merupakan modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. Bentuk fisik LCD 16x2 ditunjukkan pada Gambar 8.

6) *Micro SD Adapter*

Modul *Micro SD Card Adapter* merupakan modul yang berfungsi sebagai pembaca kartu *Micro SD*, melalui sistem file dan SPI antarmuka *driver*, MCU berfungsi melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu *micro SD* [17]. Bentuk fisik Modul *Micro SD Card Adapter* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 7. Board Arduino Uno



Gambar 8. Kaki pin LCD 16x2



Gambar 9. Modul *Micro SD Adapter*

B. Validasi Desain

Validasi adalah proses yang dibuat sedemikian rupa untuk mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian suatu hasil sebuah sistem dengan apa yang diharapkan. Alat diuji agar berfungsi dengan baik dan tidak terjadi kesalahan. Pengujian dilakukan setelah semua proses pembuatan alat dikerjakan, pengujian dilakukan bertahap guna mencari kesalahan maupun kekurangan kerja pada alat.

C. Uji Keakurasian Alat

Pengujian akurasi alat dilakukan dengan cara mengukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi dengan menggunakan sensor hasil perancangan dan dibandingkan dengan kalibrator alat yang berstandar. Alat kalibrator yang digunakan adalah *iTuin 4 in 1 Soil Survey Instrument* untuk pengukuran suhu tanah dan kelembaban tanah, *Multimeter Sanwa* untuk pengukuran resistansi resistor. Pengujian dilakukan secara berulang kali dan dicatat data pengukurannya. Uji coba alat dilaksanakan di tanah regosol di Pantai Marina, tanah alluvial di Banjir Kanal Barat, dan tanah litosol Candi Gedungsongo serta Fornext Robotics.

D. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data merupakan inti dari setiap kegiatan penelitian [10]. Teknik pengambilan data digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, agar memperoleh data-data yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik pengambilan data pada penelitian ini menggunakan teknik pengukuran dan angket (kuesioner) untuk mengetahui uji pemakaian atau uji kelayakan alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah dan resistansi.

Metode untuk pengumpulan data dilakukan melalui instrumen berupa angket (*quisioner*) yang diberikan pada dosen ahli dan Fornext Robotics Semarang dan untuk keakurasian berdasarkan penelitian alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi.

E. Analisis Data

Analisis data keakurasian pada penelitian ini menggunakan *varians* dan standar deviasi. Salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menjelaskan homogenitas kelompok adalah *varians* dan analisis deskriptif. *Varians* merupakan jumlah kuadrat semua deviasi nilai-nilai individual terhadap rata-rata kelompok. Akar *varians* disebut standar deviasi atau simpangan baku. Berikut rumus *varians* dan standar deviasi untuk sampel:

$$s^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \tag{3}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{4}$$

Keterangan:

s^2 = *Varians* sampel

s = standar deviasi sampel

Standar deviasi pengukuran memiliki ukuran atau nilai tergantung pada ukuran atau besarnya data, sedangkan indeks atau koefisien *varians* (I.V/ CV) menyatakan variabilitas sampel sebagai persentase rata-rata relatif terhadap pengukuran [10]. Rumus indeks *varians* sebagai berikut:

$$I.V = \frac{s}{\text{Rata-rata}} \times 100\% \tag{5}$$

Analisis data angket menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang bertujuan melakukan validasi terhadap rancang bangun dan produk. Validasi dilakukan berdasarkan respon baik dari ahli.

Data yang diperoleh kemudian dianalisa dalam bentuk presentase. Penelitian ini dianalisis menggunakan metode deskriptif presentase. Tabel II merupakan kriteria kelayakan alat.

TABEL II. KRITERIA KELAYAKAN ALAT

No.	Interval	Kriteria
1.	85% - 100%	Sangat layak
2.	70% - 84,99%	Layak
3.	55 % - 69,99%	Cukup layak
4.	40% - 54,99%	Kurang layak
5.	25% - 39,99%	Tidak layak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja alat atau tingkat kelayakan dan keakurasian alat ukur suhu tanah kelembaban tanah dan resistansi. Penilaian tingkat kelayakan didasarkan pada aspek-aspek yang ada yaitu dari segi tampilan, kemudahan pengoperasian serta manfaat dari alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan persentase.

Berdasarkan perolehan presentase tiap kategori masing-masing yaitu kategori tampilan 86,67%, kemudahan pengoperasian 85%, dan manfaat alat 88,33%. Nilai persentase rata-rata tiap kategori berada di atas batas minimal kategori baik (>70%), hal ini menunjukkan bahwa dilihat dari segi tampilan, kemudahan pengoperasian serta manfaat alat baik dan layak digunakan.

Tingkat kelayakan alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi berdasarkan rata-rata keseluruhan skor yang diperoleh dari penelitian adalah sebesar 156. Jadi berdasarkan data tersebut maka tingkat kelayakan terhadap alat adalah $\frac{156}{180} \times 100\% = 86,67\%$.

Pada pengujian keakurasian alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah dan resistansi dilakukan di beberapa tempat antara lain tanah regosol di Pantai Marina, tanah alluvial di Banjir Kanal Barat, dan tanah litosol di Candi Gedungsongo Ungaran.

1) Tanah Regosol di Pantai Marina

Tanah di Pantai Marina merupakan jenis tanah regosol. Tanah regosol merupakan yang tersusun atas bahan induk yang masih sangat sedikit mengalami alterasi baik mekanik maupun khemik. Persebaran tanah regosol di daerah pasir pantai. Data penelitian suhu tanah dan kelembaban tanah di daerah Pantai Marina dapat ditunjukkan pada Tabel III.

Nilai rata-rata suhu tanah regosol di daerah Pantai Marina menggunakan alat iTuin adalah 39 sedangkan menggunakan alat penelitian 40,36 selisih nilai tersebut 1,36 dan rata-rata kesalahan adalah 3,48%. Standar deviasi suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 1 sedangkan menggunakan alat penelitian 1,47 selisih nilai 0,47. Koefisien *varians* suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 2,57 sedangkan menggunakan alat penelitian adalah 3,63 selisih nilai 1,07. Koefisien *varians* menyatakan variabilitas sampel sebagai persentase rata-rata terhadap pengukuran.

Kelembaban tanah di daerah Pantai Marina termasuk dalam kategori DRY+ (sangat kering). Kategori kelembaban tanah DRY+ (sangat kering) menunjukkan nilai *output* sensor

kelembaban tanah YL-69 membaca kadar air dengan nilai 0-300. Mengkonversi perubahan sensor menjadi nilai persen (%) mengacu pada perhitungan manual kelembaban tanah sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{\text{Nilai output sensor}}{1023} \times 100\% \quad (6)$$

Untuk nilai output sensor berkisar antara 0-300 nilai persennya sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{0}{1023} \times 100\% = 0\% \text{ sampai}$$

$$\text{Nilai persen} = \frac{300}{1023} \times 100 = 29,32\%$$

Jadi kelembaban tanah regosol di daerah Pantai Marina antara 0% sampai 29,32% .

2) Tanah Alluvial di Banjir Kanal Barat

Tanah Banjir Kanal Barat merupakan tanah alluvial. Tanah alluvial mempunyai sifat yaitu tekstur beraneka, belum terbentuk struktur, konsistensi dalam keadaan basah lekat, PH beraneka, dan kesuburan umumnya sedang hingga tinggi. Persebaran tanah alluvial terdapat di daerah dataran alluvial sungai. Tabel IV menunjukkan hasil pengukuran suhu tanah dan kelembaban tanah di daerah Banjir Kanal Barat.

Nilai rata-rata suhu tanah alluvial di Banjir Kanal Barat menggunakan alat iTuin adalah 32 sedangkan menggunakan alat penelitian 31,86 selisih nilai tersebut -0,14 dan rata-rata kesalahan adalah -0,44%. Standar deviasi suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 2,65 sedangkan menggunakan alat penelitian 2,77 selisih nilai 0,12. Koefisien *varians* suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 8,27 sedangkan menggunakan alat penelitian adalah 8,69 selisih nilai 0,42.

Kelembaban tanah didaerah banjir kanal termasuk dalam kategori DRY (kering). Kategori kelembaban tanah DRY (kering) menunjukkan nilai *output* sensor kelembaban tanah YL-69 membaca kadar air berkisar nilai 301-500, untuk mengkonversikan perubahan sensor menjadi nilai persen (%) mengacu pada perhitungan manual kelembaban tanah sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{\text{Nilai output sensor}}{1023} \times 100\% \quad (7)$$

Untuk nilai output sensor berkisar antara 301-500 nilai persennya sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{301}{1023} \times 100\% = 29,42\% \text{ sampai}$$

$$\text{Nilai persen} = \frac{500}{1023} \times 100\% = 48,87\%$$

Jadi kelembaban tanah di daerah Banjir Kanal Barat antara 29,42% sampai 48,87% kelembaban tanah.

TABEL III. PENGUKURAN SUHU TANAH DAN KELEMBABAN TANAH REGOSOL DI PANTAI MARINA

Pengukuran ke-	Pengukuran iTuin		Pengukuran Alat		Selisih Suhu	% Kesalahan
	Suhu (°C)	Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban		
1	40	Dry+	40,09	Dry	0,09	0,225
2	38	Dry+	41,94	Dry+	3,94	10,37
3	39	Dry+	39,04	Dry	0,044	0,1
Rata-rata	39		40,36		1,36	3,48
Standar Deviasi	1		1,47		0,47	46,82
Koefisien <i>Varians</i> (%)	2,57		3,63		1,07	41,89

3) Tanah Litosol di Candi Gedugsongo

Tanah di Candi Gedugsongo merupakan tanah jenis litosol. Tanah litosol merupakan tanah dengan ketebalan terbatas (<30 cm) dan umumnya di wilayah ber relief perbukitan, pegunungan, kemiringan lereng miring hingga curam. Hasil pengukuran suhu tanah dan kelembaban tanah di daerah Candi Gedugsongo Ungaran dapat ditunjukkan pada Tabel V.

Nilai rata-rata suhu tanah litosol di daerah Candi Gedugsongo Ungaran menggunakan alat iTuin adalah 27,33 sedangkan menggunakan alat penelitian 26,99 selisih nilai tersebut -0,35 dan rata-rata kesalahan adalah -1,27%. Standar deviasi suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 0,58 sedangkan menggunakan alat penelitian 0,39 selisih nilai -0,12. Koefisien *varians* suhu tanah menggunakan alat iTuin adalah 2,11 sedangkan menggunakan alat penelitian adalah 1,44 selisih nilai koefisien *varians* -0,67.

Kelembaban tanah litosol di daerah Candi Gedugsongo Ungaran termasuk dalam kategori WET+ (sangat basah). Kategori kelembaban tanah WET+ (sangat basah) menunjukkan nilai *output* sensor kelembaban tanah YL-69 membaca kadar air dengan nilai 700-950. Untuk memkonversi perubahan sensor menjadi nilai persen (%) mengacu pada perhitungan manual kelembaban tanah sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{\text{Nilai output sensor}}{1023} \times 100\% \quad (8)$$

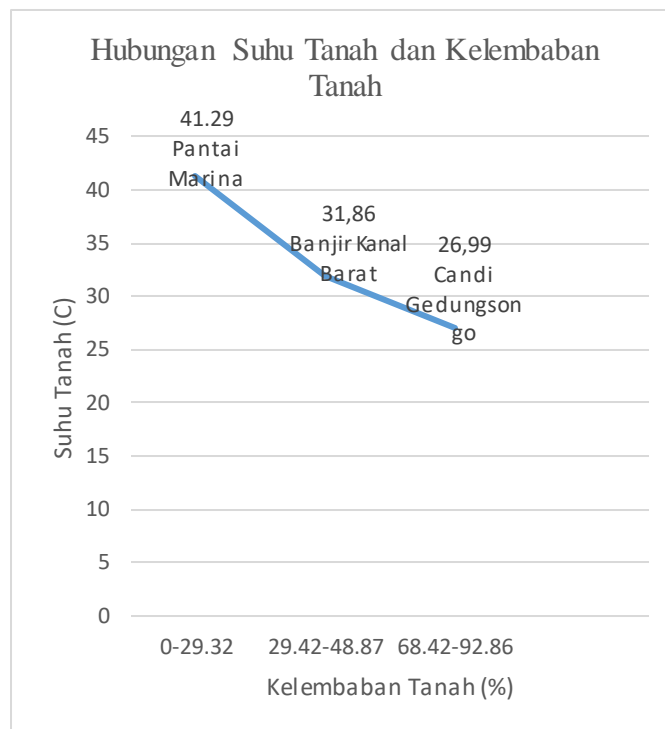
Untuk nilai output sensor berkisar antara 700-950 nilai persennya sebagai berikut:

$$\text{Nilai persen} = \frac{700}{1023} \times 100\% = 68,42\% \text{ sampai}$$

$$\text{Nilai persen} = \frac{950}{1023} \times 100\% = 92,86\%$$

Jadi kelembaban tanah alluvial di daerah Pantai Marina berkisar 68,42% sampai 92,86% kelembaban tanah.

Hubungan suhu tanah dan kelembaban tanah adalah pada suhu tanah tinggi maka kelembaban tanah rendah dan begitu sebaliknya pada suhu rendah maka kelembaban tanah tinggi. Hal tersebut relevan dengan referensi [11] yang menyatakan suhu tanah akan mempengaruhi testur tanah dan kelembaban tanah, ketika tekstur tanah memiliki suhu tinggi menandakan kelembaban tanah rendah dan resistivitas tanah tinggi. Hubungan suhu tanah dan kelembaban tanah hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan suhu tanah dan kelembaban tanah

TABEL IV. PENGUKURAN SUHU TANAH DAN KELEMBABAN TANAH ALLUVIAL DI BANJIR KANAL BARAT

Pengukuran ke-	Pengukuran iTuin		Pengukuran Alat		Selisih Suhu	% Kesalahan
	Suhu (°C)	Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban		
1	29	Wet	28,73	Wet+	-0,27	-0,93
2	33	Dry	32,84	Dry	-0,16	-0,48
3	34	Dry	34	Dry	0	0
Rata-rata	32		31,86		-0,14	-0,44
Standar Deviasi	2,65		2,77		0,12	4,66
Koefisien Varians (%)	8,27		8,69		0,42	5,136

TABEL V. PENGUKURAN SUHU TANAH DAN KELEMBABAN TANAH LATOSOL DI CANDI GEDUGSONGO UNGARAN

Pengukuran ke-	Pengukuran iTuin		Pengukuran Alat		Selisih Suhu	% Kesalahan
	Suhu (°C)	Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban		
1	28	Wet+	27,37	Wet+	-0,63	-2,25
2	27	Wet+	27	Wet+	0	0
3	27	Wet+	26,59	Wet+	-0,41	-1,518
Rata-rata	27,33		26,99		-0,35	-1,27
Standar Deviasi	0,58		0,39		-0,12	-32,42
Koefisien Varians (%)	2,11		1,44		-0,67	-31,55

4) Pengukuran Resistansi

Pengukuran nilai resistor dilakukan dengan berbagai macam resistor seperti resistor jenis karbon dan metafilm menggunakan kode-kode warna dan kode angka. Kalibrator pengukuran resistor menggunakan Multimeter Sanwa CD-771. Tabel VI menunjukkan hasil pengukuran resistansi resistor.

Rata-rata selisih presentase perbedaan baca adalah 0,6%. Standar deviasi presentase perbedaan baca sebesar 0,22%. Koefisien *varians* presentase perbedaan baca sebesar -0,39%. Hal yang harus diperhatikan untuk melakukan pengukuran dan untuk menghilangkan pengukuran sebelumnya ke pengukuran berikutnya yaitu melakukan pembersihan dan pengeringan pada sensor.

TABEL VI. PENGUKURAN RESISTANSI RESISTOR

No.	Resistansi (Ω)	Sanwa (Ω)	Alat (Ω)	Selisih	% Kesalahan
1	10 K \pm 5%	9.830	10.000	170	1,73
2	220 K \pm 5%	212,9	219,56	6,66	3,12
3	4K7 \pm 5%	4.707	4704,58	-2,42	-0,05
4	1K \pm 5%	990	998,93	8,93	0,90
5	560 \pm 2%	561	567,6	6,6	1,18
6	1K5 \pm 5%	1.497	1.518,56	21,56	1,44
7	2K2 \pm 5%	2.194	2.190,48	-3,52	-0,16
8	3K \pm 5%	2.998	3.044,59	46,59	1,55
9	5K1 \pm 5%	5.070	5.107,93	37,93	0,75
10	330 \pm 5%	323,5	333	9,5	2,94
11	56 \pm 5%	57,7	58,94	1,24	2,15
12	22K \pm 2%	22.006	2.200,79	1,94	0,008
13	39 Ω J	38,6	39,22	0,62	1,6
14	18 Ω J	19	19,57	0,57	3
15	330 Ω J	329,5	333	3,5	1,06
Standar Deviasi		5.819,18	5.831,95	12,76	0,22
Rata-rata		3.388,95	3.409,59	20,64	0,60
Koefisien <i>Varians</i> (%)		171,71	171,04	-0,66	-039

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi dapat bekerja dengan baik.
2. Pengukuran di tanah regosol Pantai Marina rata-rata presentase perbedaan baca suhu tanah mencapai 3,48% dan kelembaban tanah sekitar 0-29%. Pengukuran di tanah alluvial Banjir Kanal Barat rata-rata presentase perbedaan baca suhu tanah sebesar -0,44% dan kelembaban tanah sekitar 29,42-48,87%. Pengukuran

tanah litosol di Candi Gedungsongo Ungaran rata-rata presentase perbedaan baca suhu tanah mencapai -1,27% dan kelembaban tanah sekitar 68,42-92,86%. Pengukuran resistansi rata-rata presentase perbedaan baca 0,6%. Alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah dan resistansi dirancang dengan baik dan layak sesuai uji kelayakan oleh pakar atau ahli dengan nilai nilai 86,67% diatas batas minimal kategori layak yaitu 70%.

B. Saran

Alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi yang telah dibuat dapat dikembangkan lebih lanjut dengan dilengkapi integrasi yang lebih banyak.

REFERENSI

- [1] David, Cooper William. 1991. Instrumentasi Elektronik dan Pengukuran. Translated Ir. Sahat Pakpahan. 1991. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- [2] Heri, Tjahjono. 2007. Dasar-Dasar Geografi Tanah. UNNES. Semarang.
- [3] Kemas Ali Hanafiah. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- [4] Kemble, Joseph. 2006. *Soil Temperature Conditions for Vegetable Seed Germination*. Jurnal Alabama Cooperative Extension System.
- [5] Caesar Pats Yahwe. 2016. Rancang Bangun *Prototype* Sistem *Monitoring* Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman "Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat". Jurnal SemanTIK 2(1). 97-110
- [6] Chay Asdak. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] Kemble, Joseph. 2000. *Basic of Vegetable Crop Irrigation*. Jurnal Alabama Cooperative Extension System.
- [8] Arief Rahmanto. 2017. Analisa Akurasi Pengukuran Resistansi, Kapasitansi Serta Impedansi Dengan Metode *Bridge Feedback* TK2941ADi Laboratorium Listrik Dan Otomasi Sistem Perkapalan. Skripsi. Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [9] Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- [10] Sugiyono. 2015. Metode Penelitian & Pengembangan. Alfabeta. Bandung
- [11] Dwi Vaolina Sari. 2016. Sistem Pengukuran Suhu Tanah Menggunakan DS 18B20 Dan Perhitungan Resistivitas Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika.(1)4: 83-90.
- [12] Ervina Yenny Rosita Dewi. 2015. Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sayur Sawi (*Brassica chinensis L.*) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic. Skripsi. Program Teknik Elektro. Universitas Jember.
- [13] Agus Mulyana. 2015. Alat Ukur Parameter Tanah dan Lingkungan Berbasis *Smartphone* Android. Jurnal Scientific journal of Informatics 2(2): 165-178.
- [14] Arief Rahmanto. 2017. Analisa Akurasi Pengukuran Resistansi, Kapasitansi Serta Impedansi Dengan Metode *Bridge Feedback* TK2941ADi Laboratorium Listrik Dan Otomasi Sistem Perkapalan. Skripsi. Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [15] Setiawardhana. 2016. 19 Jam Belajar Cepat Arduino. Bumi Aksara. Jakarta.
- [16] Abdul Kadir. 2013. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Andi. Yogyakarta.
- [17] Kris Adhi Gunawan. 2015. Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan. Sripsi. Program Teknik Elektro. Universitas Semarang.