

ANALISIS MONITORING DAN KONTROL NILAI KELEMBABAN TANAH DENGAN SISTEM SMART FARMING DAN SOIL METER

I Made Dimas Heriyawan, Kadek Dwitya Widnyana, Kadek Dwi Satya Adi Darma,
I Made Budiada, Ida Bagus Irawan Purnama*

Prodi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

*Email: ida.purnama@pnb.ac.id

ABSTRAK

Kelembaban tanah merupakan air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Tingkat kelembaban tanah dapat mempengaruhi tanaman maupun hasil pertanian. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis monitoring dan kontrol kelembaban tanah dengan sistem *smart farming* dan *soil meter*. Prototipe *smart farming* yang diusulkan adalah untuk monitoring dan kontrol melalui aplikasi *mobile* berbasis Blynk. Dalam hal ini, pada saat kelembaban tanah berada di bawah 40% maka alat akan mengirimkan sebuah notifikasi yang menginformasikan bahwa tanah dalam keadaan kering lalu pompa akan hidup untuk menyiram tanah tersebut. Hasil yang didapat adalah nilai selisih dari *smart farming* dengan *soil meter* dan nilai presentase kesalahan *smart farming* dengan *soil meter* untuk tiga jenis tanah berbeda yaitu mediteran, aluvial, dan humus. Penelitian ini menghasikan nilai rata-rata selisih *smart farming* dengan *soil meter* sebesar 3% dan nilai rata-rata presentase kesalahan sebesar 13% yang berarti nilai *smart farming* cukup mendekati nilai *soil meter*. Dengan prototipe sistem monitoring dan kontrol ini maka diketahui kapan sebaiknya tanaman disiram sehingga kualitas tumbuh kembang tanaman diharapkan menjadi optimal.

Kata kunci— kelembaban tanah; monitoring; kontrol; *soil meter*; *smart farming*

PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian dari kerak bumi yang memiliki susunan mineral tertentu. Tanah memiliki peran penting bagi semua kehidupan di bumi karena tanah menyediakan air dan juga sebagai penopang akar dari tumbuhan. Tanah memiliki sifat yang berbeda-beda sehingga tanah pada dataran tinggi dan rendah tentu menghasilkan hasil produksi yang berbeda. Untuk memperbaiki struktur tanah, pemberian pupuk organik merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik tanah (Holilullah et al., 2015). Penelitian terhadap jenis-jenis tanah perlu dilakukan untuk menunjang pertumbuhan suatu tanaman. Oleh sebab itu dilakukan penelitian pada jenis tanah (Genesiska et al., 2020).

Pada industri pertanian, proses penyiraman tanaman merupakan aktifitas yang dilakukan agar tanaman dapat hidup dan berkembang dengan baik serta diketahui kapan sebaiknya tanaman disiram (Ghito & Nurdiana, 2018). Selain penyiraman, pencahayaan dan suhu juga berpengaruh terhadap tanaman. Ada beberapa jenis tanaman jika suhu di sekitar terlalu panas maka akan menyebabkan tanaman tersebut layu (Giovannie et al., 2018). Kualitas tanah atau lahan pertanian juga mempengaruhi hasil produksi. Pada umumnya, petani tidak mengetahui kualitas tanah secara presisi. Para petani biasanya hanya mengira-ngira kualitas tanah tanpa mengetahui secara pasti kualitas dari lahan yang akan mereka gunakan untuk bertani (Husdi, 2018). Jumlah air pada tanah mempengaruhi tumbuh tanaman. Untuk beberapa tanaman yang memiliki akar pendek akan mengalami kesulitan jika pada tanah bagian atas mengalami kekeringan. Namun di lain pihak, jika melakukan penyiraman terus menerus maka tanaman akan mudah busuk (Suleman et al., 2020). Untuk itu diperlukan penyiraman yang terukur dan presisi. Dengan perkembangan teknologi, banyak pekerjaan bisa dilakukan dengan bantuan peralatan, begitu juga dengan penyiraman pada tanaman (Mursalin et al., 2020). Melalui otomatisasi pertanian, petani dapat mengontrol tanamannya, menghemat tenaga dan waktu dengan menggunakan bantuan internet dan perangkat elektronika (Wahyu et al., 2021).

Dengan teknologi yang sesuai, nutrisi pada tanah dapat diberikan secara otomatis dan dapat dipantau melalui gawai dengan menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT) (Doni & Rahman, 2020). *Smart farming* atau kebun pintar adalah salah satu terobosan untuk meningkatkan kualitas hasil pertanian, menghemat waktu, dan meningkatkan jumlah hasil pertanian agar petani mampu hidup dengan sejahtera (Rahmawati & Aji, 2015). Untuk berkebun biasanya dilakukan di luar ruangan atau *outdoor*. Namun karena lahan yang sempit banyak yang mencoba melakukannya di dalam ruangan

menggunakan sistem *smart garden*. Sistem *smart garden* yang pernah dikembangkan berbasis Arduino Uno memiliki kekurangan karena menggunakan ATmega328P 8-bit yang berjalan pada 16 MHz dengan 2kB RAM dan 32kB EPROM. Tren otomatisasi ini berkembang karena jika monitoring terhadap tanaman dilakukan secara manual memiliki keterbatasan antara lain tidak presisi dan tepat waktu. Ini mengakibatkan perawatan tidak bisa dilakukan dengan maksimal (Sutiarso et al., 2012). Pengukuran berperan penting dalam memberikan informasi untuk menentukan nilai besaran suatu kuantitas atau variable (Sapteka et al., 2021). Setiap sistem teknologi pengukuran tentu membutuhkan perangkat atau peralatan yang terdiri dari berbagai komponen elektronika.

Dari latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk membuat rancang bangun alat ukur guna mempermudah monitoring dan kontrol terhadap tingkat kelembaban tanah. Penelitian dilakukan dengan membandingkan sistem pengukuran otomatis yang dibuat dengan alat ukur kelembaban tanah (*media tech soil meter*) untuk tiga jenis tanah yang berbeda yaitu tanah mediteran, aluvial, dan humus. Analisis dilakukan untuk memperoleh data berupa selisih kelembaban antara rancang bangun yang dibuat dengan *media tech soil meter*, serta untuk memperoleh beberapa data penunjang lain seperti suhu udara dan informasi terkait pompa. Adapun alat yang dibuat menggunakan ESP8266 yaitu CPU 32-bit yang berjalan pada 80 MHz. ESP8266 memiliki lebih dari 100kB RAM dan 1MB EPROM (eksternal) yang mencakup antarmuka WiFi dengan tumpukan TCP/IP lengkap, yang melampaui hampir semua kemampuan ATmega yang digunakan pada penelitian lainnya.

METODOLOGI PENELITIAN

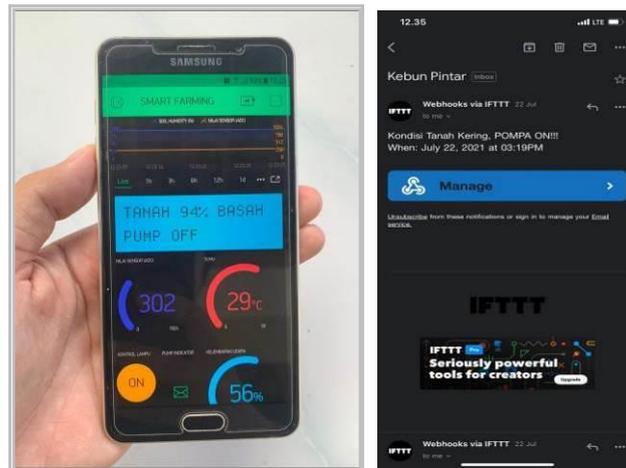
A. Alat dan Bahan

1. Alat pengontrol kelembaban tanah otomatis dengan sistem *smart farming* ini adalah alat yang dibuat dengan fungsi sebagai penyiram otomatis sesuai keadaan tanah. Selain itu, alat ini juga berfungsi memonitoring suhu dan kelembaban tanah melalui aplikasi Blynk dan LCD 16x2. Kontrol lampu dan pompa mini juga dapat dilakukan melalui aplikasi Blynk ini. Rancang bangun alat dan aplikasi serta *media tech soil meter* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prototipe *Smart Farming* dan *Media Tech Soil Meter*

2. *Media tech soil meter* (Gambar 1) berfungsi sebagai alat pembanding dengan alat yang dibuat dan juga sebagai acuan nilai kelembaban mengingat alat ini sudah standar di pasaran. Analisis dibuat berdasarkan perbandingan dari nilai *smart farming* dengan *soil meter* ini.
3. *Smartphone* berfungsi sebagai *platform Android* yang terinstall aplikasi Blynk untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dan notifikasi berupa e-mail untuk menampilkan pesan pemberitahuan dari IFTTT jika pompa menyala seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blynk dan IFTTT e-mail

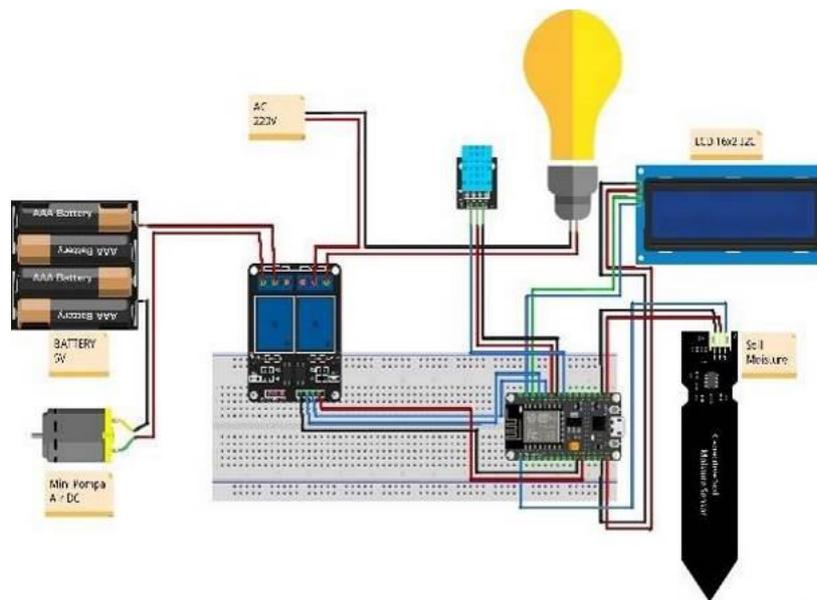
4. XL GO MV003 berfungsi sebagai pemberi jaringan internet pada NodeMCU ESP8266.
5. Tanah yang berfungsi sebagai objek penelitian. Yang diteliti adalah kelembaban dari tiga jenis tanah yaitu tanah mediteran, aluvial dan humus.
6. Air yang berfungsi sebagai media yang membantu penelitian untuk menaikkan dan merubah nilai kelembaban tanah dengan cara menyiram tanah.

B. Pembuatan dan Perbaikan Alat

Pembuatan dan perbaikan alat dilakukan setelah memberikan program dan menyesuaikan nilai sensor dengan alat ukur *soil meter*. Jika alat telah sesuai dan tidak ada kerusakan dan *error* yang terjadi pada masa kalibrasi dan percobaan maka tidak perlu diperbaiki. Pembuatan dan perbaikan alat diartikan pada pembuatan produk, baik produk *hardware* maupun *software*. Hasil dari tahapan pembuatan merupakan realisasi nyata dari tahapan perancangan.

1. Diagram Rangkaian

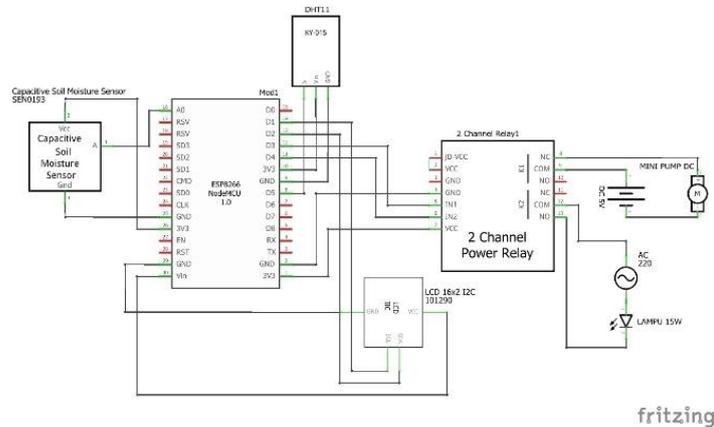
Diagram rangkaian merupakan gambaran dasar dari rangkaian sistem yang dibuat. Adapun diagram rangkaian yang menggambarkan hubungan antar komponen tersebut adalah seperti Gambar 3 di bawah. Terlihat bahwa semua komponen terhubung ke NodeMCU ESP8266.



Gambar 3. Diagram Rangkaian Breadboard

2. Skematik Rangkaian

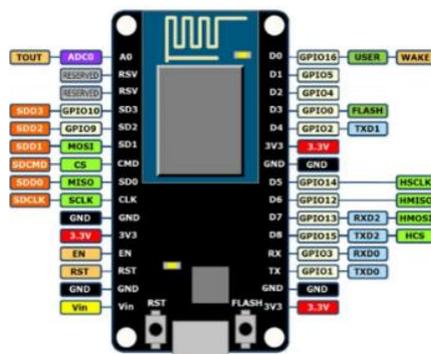
Rangkaian skematik merupakan rangkaian elektronika yang menggambarkan suatu rangkaian dengan menggunakan simbol listrik yang terhubung dengan garis yang menggambarkan koneksi dan hubungan dari komponen listrik di dalam rangkaian. Rangkaian ini terdiri dari komponen NodeMCU ESP8266 Lolin v3, *Soil Moisture Capacitive V2*, DHT11, *Mini Water Pump DC 5V*, *Relay Dual Channel*, LCD 16x2 I2C, Lampu Pijar 15W, dan *Power Bank DelCell COLT*.



Gambar 4. Skematik Rangkaian

a. NodeMCU ESP8266 Lolin v3

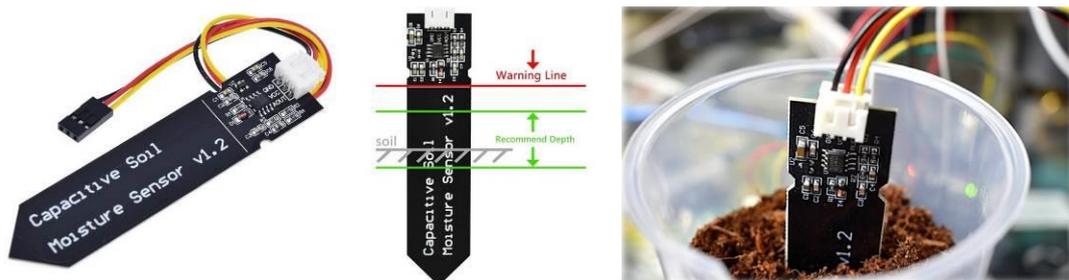
NodeMCU ESP8266 Lolin V3 adalah sebuah mikrokontroler seperti Arduino namun sudah dilengkapi dengan modul WiFi, selain dapat menyimpan program tersedia juga port digital input–output, port analog input, serta fungsi khusus seperti serial port UART, SPI, I2C.



Gambar 5. NodeMCU ESP8266

b. Soil Moisture Capacitive V2

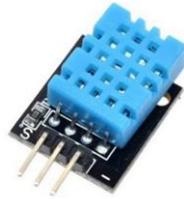
Sensor kelembaban tanah *capacitive* merupakan sensor yang mampu mendeteksi kelembaban tanah menggunakan sensor tipe *capacitive* versi 2. Modul pada sensor ini dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan lebih tahan lama. Sensor ini memiliki *chip* pengatur tegangan *built-in* dan dapat bekerja pada tegangan 3,3V-5,5V.



Gambar 6. Soil Moisture Capacitive

c. DHT11

DHT11 merupakan rangkaian komponen sensor dan IC kontroler yang dijadikan satu. Didalam DHT11 terdapat 2 sensor yaitu sensor kelembaban kapasitif dan thermistor. Untuk mengirim data sensor ini menggunakan antarmuka serial, tegangan kerja pada DHT11 3,3 – 5,5V.



Gambar 7. Sensor DHT11

d. Mini Water Pump DC 5V

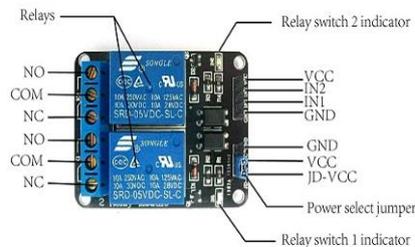
Pompa air mini ini berfungsi sebagai motor untuk menyerap dan mengalirkan air dengan tegangan DC 2,5V - 6 V. Pompa air mini ini cukup fleksibel karena bentuknya yang kecil dan praktis. Penggunaannya cukup dicelupkan ke dalam air untuk mengangkat air tersebut.



Gambar 8. Pump Mini DC

e. Relay Dual Channel

Relay merupakan komponen elektronika berupa *switch* terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (*switch*). Relay umum digunakan sebagai saklar elektronik untuk menjalankan berbagai macam peralatan elektronik lainnya yang mempunyai kendali ON/OFF.



Gambar 9. Relay Dual Channel

f. LCD 16x2 I2C

LCD digunakan untuk menampilkan suatu hasil dari data yang diteliti berupa angka dan huruf secara *realtime*. LCD I2C menggunakan 2 buah pin untuk dapat menampilkan data. Dalam penelitian ini yang ditampilkan adalah persentase kelembaban tanah, status kelembaban, status pompa dan suhu.



Gambar 10. LCD 16x2 I2C

g. Lampu Pijar 15W

Lampu yang digunakan adalah jenis pijar dengan konsumsi daya 15Watt. Lampu ini bekerja dengan cara menyalurkan arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya.



Gambar 11. Lampu

h. Power Bank DelCell COLT

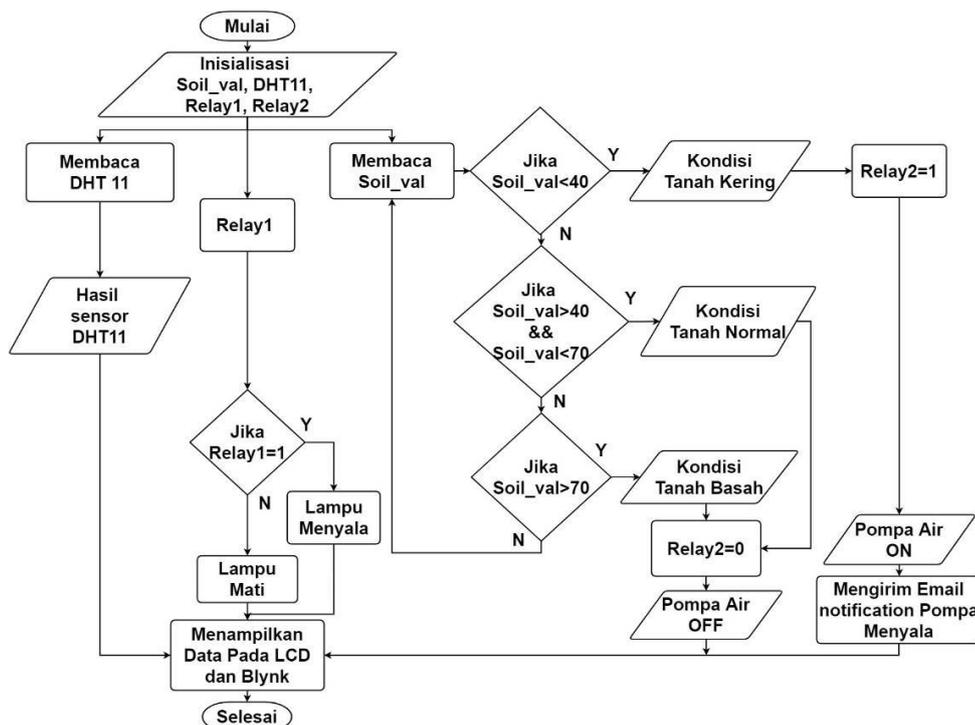
Untuk *power supply* digunakan sebuah *powerbank* dengan output DC 5V dan arus 2,4A, dengan kapasitas penyimpanan 10.000mAh. Dengan *power bank* maka alat dapat bekerja tanpa sumber listrik PLN langsung.



Gambar 12. Power Bank

3. Flowchart

Flowchart yang menggambarkan alur logika dari alat dapat dilihat pada Gambar 13 dimana alat akan mengirimkan notifikasi berupa email saat kelembapan tanah dalam kondisi KERING. Status tanah yaitu kurang dari 40% menunjukkan kondisi KERING, lebih dari 40% dan kurang dari 70% menunjukkan kondisi NORMAL, lebih dari 70% menunjukkan kondisi BASAH. Terdapat modul relay dual channel sebagai pengontrol lampu dan pompa. Sensor DHT11 menampilkan hasil pembacaan suhu dan kelembapan udara. Hasil pembacaan dapat ditampilkan pada LCD 16x2 I2C dan aplikasi Blynk.



Gambar 13. Flowchart Kerja Alat

4. Uji Keakurasian Alat

Pengujian alat dilakukan menggunakan sensor *soil moisture* dan hasil perancangan dibandingkan dengan *soil meter*. *Soil meter* yang digunakan dari *media tech 3 way* yang bisa mengukur kelembaban tanah, PH tanah dan cahaya yang didapatkan tanah. Pengujian dilakukan secara berulang kali hingga mendapatkan nilai yang mendekati *soil meter*. Pengujian menggunakan air dan tanpa air guna menentukan batasan nilai basah dan kering pada sensor. Setelah itu hasil nilai ADC sensor dikonversi menjadi nilai persentase dari 0% s/d 100%.

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan perhitungan nilai persentase kesalahan yang mengacu pada data hasil pengukuran *soil meter* dan *smart farming*. Penilaian menggunakan rumus persentase kesalahan dimana selisih nilai dari *soil meter* dengan *smart farming* dibagi nilai sebenarnya dengan rumus (1) seperti di bawah. Acuan yang dipakai adalah *soil meter* sebagai alat yang sudah diuji dan sudah diedarkan, sehingga sudah sesuai dengan standar.

$$\text{Nilai } n = \frac{\text{selisih kelembaban}}{\text{nilai soil meter}} \times 100\% \quad (1)$$

keterangan:

Nilai n = Nilai persentase kesalahan

Selisih kelembaban = dari *soil meter* dengan *smart farming*

C. Persiapan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah dan air. Tiga jenis tanah yang digunakan yaitu tanah mediteran, aluvial dan humus. Sensor *soil moisture* dibersihkan lalu dihidupkan dan diberi jaringan internet. Sedangkan besi bagian bawah *soil meter* dibersihkan dan dikeringkan.

D. Pelaksanaan

Proses pelaksanaan penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *smart farming* dan *soil meter*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengeringkan tanah selama 5 jam agar tanah benar - benar kering dan siap diuji.
2. Membersihkan sensor *soil moisture* pada alat dan *media tech soil meter*.
3. Menimbang tanah berserta pot tanah dengan timbangan duduk sebesar 600 gr setiap jenis tanah.
4. Memasang sensor *soil moisture* pada *smart farming* dan *soil meter* ke tanah yang sudah disiapkan.
5. Mencatat hasil dari nilai yang tercantum pada LCD *smart farming* dan informasi dari Blnyk. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai *soil meter*.
6. Memberikan air 50ml melalui pompa ke tanah dan meratakan air tersebut dengan mengaduk tanah sampai benar – benar merata.
7. Ulangi langkah d sampai f hingga mendapatkan nilai maksimal pada *soil meter* dan sensor *smart farming*.
8. Ulangi Langkah c sampai g dilakukan dengan tanah yang lain hingga semua tanah sudah diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Penelitian ini menguji kinerja alat seberapa layak dan akurat dalam menentukan nilai kelembaban tanah pada beberapa jenis tanah dan keadaan tanah yang sering berubah-ubah. Penilaian akurasi kelembaban dianalisis deskriptif kuantitatif dengan persentase. Pada pengujian keakuratan alat ukur kelembaban tanah dilakukan di satu tempat yang sama dan jumlah tanah yang sama tetapi jenis tanah yang berbeda yaitu tanah mediteran, aluvial dan humus.

Tanah mediteran yang digunakan diperoleh dari daerah Ungasan Jimbaran karena daerah tersebut memiliki tanah mediteran yang mengandung zat kapur. Tanah mediteran sangat mudah basah karena dengan memberikan 50ml air merubah air dari kelembaban 12% menjadi 50% dengan selisih

38% dengan cepat. Tanah ini mudah mengering karena banyaknya batu pada tanah. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tanah Mediteran

Berat tanah	Berat tanah & air	Soil meter		Smart farming			Suhu udara	Kondisi pompa	Selisih nilai kelembaban (%)
		Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Nilai ADC			
600 gr	600 gr	20%	Kering	32%	Kering	588	28	ON	12%
600 gr	650 gr	50%	Normal	52%	Normal	494	28	OFF	2%
600 gr	700 gr	80%	Basah	88%	Basah	329	28	OFF	8%
600 gr	750 gr	100%	Basah	98%	Basah	282	28	OFF	2%
Rata - rata =									6%

Terlihat bahwa pada uji coba 1 memiliki selisih yang sangat jauh. Hal ini kemungkinan disebabkan alat membaca nilai tanah sangat tidak kering dan masih ada hawa tanah dan kelembaban yang terkurung disana tetapi alat mendeteksi bahwa tanah itu kering dan membuat pompa otomatis menyala. Alat yang dibuat memiliki rata-rata selisih 6% atau 94% lebih mirip dengan alat *soil meter* dan status basah hampir sama dengan *soil meter*.

Tanah aluvial yang digunakan diperoleh dari daerah Denpasar. Tanah aluvial memiliki cadangan air yang cukup untuk tumbuhan. Tanah jenis ini berasal dari endapan lumpur yang dibawa aliran sungai. Tanah aluvial umumnya subur karena memiliki kandungan air yang cukup. Tanah ini biasanya ditemukan di bagian hilir karena terbawa dari hulu. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa tanah aluvial sangat mudah basah, sama dengan mediteran, karena dengan memberikan 50 ml air merubah dari kelembaban 36% menjadi 64% dengan selisih 28% dengan cepat dan sulit mengering karena memiliki cadangan air yang cukup banyak. Pada uji coba 1 untuk tanah alluvial ini menunjukkan selisih yang sangat jauh kemungkinan karena posisi alat yang berbeda dan keadaan tanah tidak kering merata tetapi alat ini mendeteksi bahwa tanah itu kering dan membuat pompa otomatis menyala. Alat yang dibuat memiliki rata-rata selisih 5% atau 95% lebih mirip dengan alat *soil meter* dan status basah hampir sama dengan *soil meter*.

Tabel 2. Tanah Aluvial

Berat tanah	Berat tanah & air	Soil meter		Smart farming			Suhu udara	Kondisi pompa	Selisih nilai kelembaban (%)
		Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Nilai ADC			
600 gr	600 gr	25%	Kering	36%	Kering	570	28	ON	11%
600 gr	650 gr	60%	Normal	64%	Normal	440	28	OFF	4%
600 gr	700 gr	80%	Basah	81%	Basah	360	28	OFF	1%
600 gr	750 gr	100%	Basah	97%	Basah	282	28	OFF	3%
Rata - rata =									5%

Tanah humus yang digunakan diperoleh dari daerah Nusa Dua yang memiliki kandungan organik tinggi sebab berasal dari pelapukan daun dan batang pohon. Tanah ini kaya akan sumber nutrisi bagi tanaman dan mampu meningkatkan kandungan air pada tanah. Tanah ini banyak dijumpai di daerah hutan hujan tropis. Warna tanah humus cenderung agak gelap (cokelat tua kehitaman), berstruktur gembur, serta memiliki daya serap yang tinggi. Pada Tabel 3 dapat dilihat tanah humus tidak mudah basah dan tidak menyerap air dengan cepat, dengan menambahkan 50 ml air merubah kelembaban dari 39% menjadi 52% dengan selisih 13%. Pada uji coba 1 selisih yang didapat tidak jauh, alat ini mendeteksi tanah dalam keadaan kering dan pompa otomatis menyala. Rata-rata selisih 1% atau 99% mirip dengan alat *soil meter* dan status basah hampir sama dengan *soil meter*.

Tabel 3. Tanah Humus

Berat tanah	Berat tanah & air	Soil meter		Smart farming			Selisih nilai		
		Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Kelembaban tanah (%)	Status tanah	Nilai ADC	Suhu udara	Kondisi pompa	kelembaban (%)
600 gr	600 gr	40%	Kering	39%	Kering	553	28	ON	1%
600 gr	650 gr	50%	Normal	52%	Normal	495	28	OFF	2%
600 gr	700 gr	65%	Basah	66%	Basah	430	28	OFF	1%
600 gr	750 gr	90%	Basah	91%	Basah	317	28	OFF	1%
Rata - rata =									1%

B. Nilai Persentase Kesalahan

Tiap tanah memiliki batas dan sifat tanah masing-masing. Contoh pada tanah mediteran batas keringnya sampai 20 % pada soil meter dan basah 100 % karena dalam tanah yang kering pun masih tersimpan kelembaban. Kelembaban nol pada alat *soil meter* dan *smart farming* terjadi pada udara atau tanpa ada media yang mendekati sensor. Pada Tabel 4 setiap berat tanah dan air 600 gr atau keadaan tanah kering memiliki nilai kesalahan yang sangat tinggi dan saat keadaan basah atau berat tanah dan air 750 gr persentase kesalahan rendah. Ada beberapa faktor yang membuat perbedaan pada nilai kelembaban pada alat *soil meter* dan *smart farming* yaitu pertama posisi sensor yang berbeda atau tidak pada satu tempat yang sama karena diletakkan bersebelahan dan menyebabkan perbedaan pada hasil nilai.

Tabel 4. Persentase Kesalahan

Jenis tanah	Berat tanah & air	Kelembaban tanah		Selisih nilai kelembaban	Persentase kesalahan
		Soil meter	Smart farming		
Mediteran	600 gr	20%	32%	12%	60%
Mediteran	650 gr	50%	52%	2%	4%
Mediteran	700 gr	80%	88%	8%	10%
Mediteran	750 gr	100%	98%	2%	2%
Aluvial	600 gr	25%	36%	11%	44%
Aluvial	650 gr	60%	64%	4%	7%
Aluvial	700 gr	80%	81%	1%	1%
Aluvial	750 gr	100%	97%	3%	3%
Humus	600 gr	40%	39%	1%	3%
Humus	650 gr	50%	52%	2%	4%
Humus	700 gr	65%	66%	1%	2%
Humus	750 gr	90%	91%	1%	1%
rata rata				3%	13%

KESIMPULAN

Penelitian telah dilakukan dengan membuat membuat rancang bangun alat ukur guna mempermudah monitoring dan kontrol terhadap tingkat kelembaban tanah. Dari hasil pengujian didapat, pertama, nilai selisih dari *smart farming* dan *soil meter* sangat beragam ada yang mendekati dan ada yang jauh dari nilai *soil meter*. Kedua, nilai persentase kesalahan berbanding lurus dengan selisih yaitu rata-rata 13%. Ketiga, ada berapa faktor tingginya nilai kesalahan yaitu sensor yang sangat sensitif, posisi sensor yang tidak 1 titik dan nilai yang diterima seperti *soil meter* berupa jarum yang menunjukkan angka dan *smart farming* yang berupa angka digital. Keempat, dari data di atas setiap tanah memiliki sifat yang berbeda-beda. Tanah mediteran memiliki sifat yang mudah kering, basah dan bercampur dengan batu. Tanah aluvial memiliki kandungan air yang cukup dan sangat mudah basah, sedangkan tanah humus memiliki kandungan organik tinggi, tidak mudah basah, dan tidak menyerap air dengan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan Nodemcu ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 4(2), 516–522. <http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti/article/view/243>
- Genesiska, Mulyono, & Intan Yufantari, A. (2020). Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Varietas Pulut Sulawesi. *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 107–117. <https://jpt.ub.ac.id/index.php/jpt/article/view/212>
- Ghito, R. K., & Nurdiana, N. (2018). Rancang Bangun Smart Garden System Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Arduino Berbasis Android (Studi Kasus : Di Gerai Bibit Narnea Cikijing). *9th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 166–170. <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/1065>
- Giovannie, C. P., Sumaryono, S., & Ekaputri, C. (2018). *Sistem Penyiraman dan Pencahayaan Pada Kebun Pintar Menggunakan Teknologi Berbasis Context Aware*. 5(3), 4280–4287. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8248>
- Holilullah, Afandi, & Novpriansyah, H. (2015). Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2), 278–282. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA/article/view/2014>
- Husdi. (2018). Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino UNO. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243>
- Mursalin, S. B., Sunardi, H., & Zulkifli, Z. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 11(1), 47–54. <https://doi.org/10.36982/jig.v11i1.1072>
- Rahmawati, D., & Aji, K. (2015). *Perancangan Kebun Mini Hemat Air dengan Sistem Mikroirigasi Fuzzy Otomatis Menggunakan Arduino*. 8(2), 95–108. <https://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa/article/view/2061>
- Sapteka, A. A. N. G., Kartika, I. W. K., Satria, I. P. A., Wididana, I. G. G., Paramartha, N. A. D. B., Purnama, I. B. I., Putra, I. G. P. M. E., & Ardana, I. W. R. (2021). Aplikasi Sensor Soil Moisture YL-69 dan Sensor Ultrasonic HC-SR07 pada Smart Irrigation. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 6(1), 32–38. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2021.v06.i01.p05>
- Suleman, Hidayat, A. S., Ferdiansyah, D., Akhirianto, P. M., & Nuryadi, N. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelembaban Tanah dan Penyiram Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, 6(2), 240–249. <https://doi.org/10.31294/ijse.v6i2.9120>
- Sutiarso, L., Suyantohadi, A., Kastono, D., & Nugroho, A. P. (2012). Aplikasi Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Berbasis Web Menggunakan Machine Vision. *Agritech*, 31(4), 359–367. <https://doi.org/10.22146/agritech.9644>
- Wahyu, S., Syafaat, M., Yuliana, A., & Meliyani, R. (2021). Aplikasi Sensor BH1750 untuk Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan Arduino Bertenaga Surya Terintegrasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.31479/jtek.v1i1.63>