

# Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things

Ahmad Thoriq<sup>1\*</sup>, Lukito Hasta Pratopo<sup>1</sup>, Rizky Mulya Sampurno<sup>1</sup>, Syauqi Hisyam Shafiyullah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

<sup>2</sup>Alumni Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

\*Email korespondensi: thoriq@unpad.ac.id

## Info Artikel

**Diajukan:** 23 Agustus 2022

**Diterima:** 13 Oktober 2022

**Keyword:**

soil temperature; soil moisture; monitoring system; android

**Kata Kunci:**

suhu tanah; kelembaban tanah; sistem monitoring; android

## Abstract

*Soil temperature and humidity are important factors for plant growth. In the early and vegetative phases, plants require high humidity while in the late phase plants require low humidity. Soil temperature and humidity measuring instruments have been successfully made but are not yet connected to the internet network so that the sensor readings must be read directly on the LCD screen. This study aims to design an android-based soil temperature and humidity monitoring system. The monitoring system that was built is equipped with an SD Card as a backup of sensor reading data in case the internet is unstable. The method used in this research is engineering with the stages of literature study, analysis and design, hardware manufacturing, software development and system testing. The results show that there are 3 sensors, namely the DHT22 sensor, DS18B20 sensor, and the moisture sensor which are controlled by NodeMCU ESP32 with a battery power source of 3000 mAh 7.2 V which is step down to 5.0 V by LM2596. The system has a battery life of 10 hours 27 minutes, a soil temperature sensor accuracy of 98.05%, a soil moisture sensor accuracy of 90.2%, an air temperature accuracy of 98.3%, and an air humidity accuracy of 96.88%.*

## Abstrak

*Suhu dan kelembaban tanah merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman. Pada fase awal dan vegetative, tanaman memerlukan kelembaban yang tinggi sedangkan pada fase akhir tanaman membutuhkan kelembaban yang rendah. Alat ukur suhu dan kelembaban tanah telah berhasil dibuat namun belum terhubung dengan jaringan internet sehingga hasil pembacaan sensor harus dibaca secara langsung pada layar LCD. Penelitian ini bertujuan melakukan rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah. Sistem monitoring yang dibangun dilengkapi dengan SD Card sebagai backup data hasil pembacaan sensor untuk berjaga jika internet tidak stabil. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rekayasa teknik dengan tahapan studi literature, analisis dan perancangan, pembuatan perangkat keras, pembuatan perangkat lunak dan pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 3 sensor yaitu sensor DHT22, sensor DS18B20, dan sensor moisture yang dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 dengan sumber tenaga baterai sebesar 3000 mAh 7.2 V yang di-step down menjadi 5.0 V oleh LM2596. Sistem memiliki ketahanan baterai sebesar 10 jam 27 menit, akurasi sensor suhu tanah sebesar 98,05%, akurasi sensor kelembaban tanah sebesar 90,2%, akurasi suhu udara sebesar 98,3%, dan akurasi kelembaban udara sebesar 96,88%.*

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.10.3.268-280>

## 1. Pendahuluan

Tanah merupakan media tumbuh bagi tanaman, karena tanah menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Handayanto, et al., 2017). Sinar matahari yang mengenai tanah menyebabkan terjadinya evapotranspirasi, peningkatan suhu tanah dan mengurangi kelembaban tanah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Sulistiyono dan Ramdiani, 2005). Kelembaban dan temperatur tanah yang baik membuat tanah menjadi memiliki ruang pori yang cukup sehingga sirkulasi udara di dalam tanah dapat berjalan dengan baik (Karamina, et al., 2017). Kelembaban dan temperatur

tanah optimum sangat penting untuk meningkatkan produksi tanaman dan produktivitas air (Arif, et al., 2014), mempengaruhi aktivitas mikroba dan biota tanah (Pathan and Colmer, 2002), mempengaruhi tinggi rendahnya pH tanah (Karamina, et al, 2017) dan dekomposisi bahan organik (Astuti, 2005).

Pada fase awal dan vegetatif, tanaman memerlukan kelembaban yang tinggi karena membutuhkan air yang cukup bagi pertumbuhan perakaran, batang dan daun. Sedangkan pada fase pertumbuhan akhir musim, tanaman membutuhkan kelembaban level kering sehingga dapat dilakukan penghematan penggunaan air (Arif, et al., 2014). Pada budidaya jamur tiram diperlukan suhu pada rentang 21 – 29 °C, kelembaban udara berada 90% - 100% dan kelembaban tanah 80 – 100% agar pertumbuhan jamur optimal (Widyastuti dan Tjokrokusumo, 2008). Selain itu, suhu dan kelembaban tanah dapat menciptakan indikasi geografis pada jenis tanaman tertentu. Sebagaimana yang terjadi pada ubi cilembu yang dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan rasa manis seperti madu pada suhu tanah 17 – 24 °C serta adanya perbedaan signifikan antara suhu siang dan malam (Amalia, 2010). Begitu pentingnya suhu dan kelembaban tanah bagi pertumbuhan tanaman maka diperlukan alat yang dapat memantau suhu dan kelembaban tanah.

Alat ukur suhu, kelembaban dan pH tanah telah berhasil dibuat namun belum terhubung jaringan internet sehingga hasil pembacaan sensor harus dibaca secara langsung pada layar LCD (Jupri, et al., 2017; Lutfiyana, et al., 2017). Sistem pemantauan kelembaban tanah dan konduktivitas listrik berbasis refraktometri telah berhasil dibuat dan berhasil dilakukan uji lapang yang menunjukkan bahwa kelembaban tanah berkorelasi dengan konduktivitas listrik tanah, namun sistem tersebut memiliki dimensi yang besar dengan daya baterai 7 Vah sehingga tidak portabel selain itu biaya pembuatan alat cukup mahal (Skierucha, et al., 2012). Pada sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah yang dibuat berbasis komunikasi radio memiliki jarak komunikasi yang terbatas (Nugroho, 2018), sedangkan dengan jaringan nirkabel memiliki frekuensi pengumpulan data suhu dan kelembaban yang masih rendah dan perlu ditingkatkan (Ren, et al. 2019). Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis android. Sistem monitoring yang dibangun dilengkapi dengan SD Card sebagai *back up* data untuk berjaga jika internet tidak stabil

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain NodeMCU ESP-32 Dev Kit V1.0, DHT-22, DS18B20, Soil Moisture Sensor by Gravity DFRobot, LCD 16x2 dengan modul i2C, Kabel, LED 5mm, Resistor 330 ohm, PCB, Baut dan mur, Timah, dan Filament PLA+ dan ABS (sebagai bahan pada 3D Printer). Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain solder, bor tangan, lem tembak, jangka sorong, multi meter, *Desoldering Pump*, *Android Smartphone*, alat tulis dan 3D Printer.

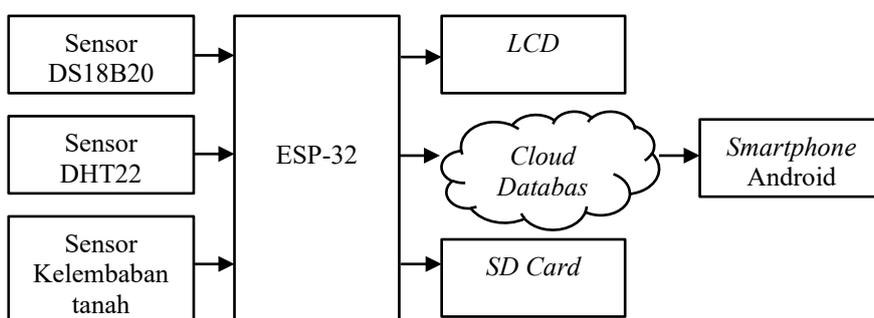
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rekayasa teknik dengan tahapan sebagai berikut:

**1. Studi Literatur**

Tahap studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan serta memahami berbagai referensi yang berhubungan dengan penelitian ini. Hasil dari studi literatur dijadikan sebagai acuan untuk tahapan penelitian berikutnya.

**2. Analisis dan Perancangan**

Tahap analisis dan perancangan dilakukan dengan cara menganalisis kebutuhan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan serta melakukan perancangan pada alat terkait komponen apa saja yang akan digunakan, sistem seperti apa yang dipakai, dan bagaimana rancangan hasil akhir alat. Perancangan awal dilakukan dengan menentukan blok diagram alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Blok Diagram Alat (Shafiyullah, 2022)

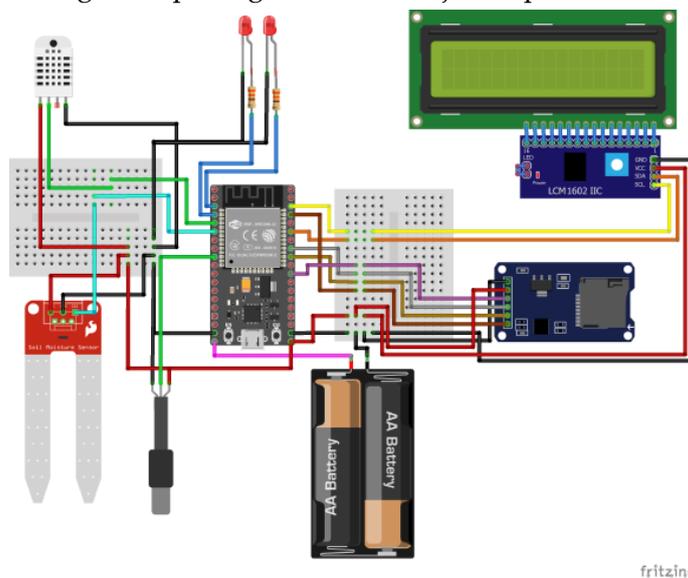
Alat dirancang untuk digunakan dengan cara diletakkan dekat dengan titik yang ingin diukur. Sensor kelembaban tanah dan sensor suhu tanah ditanamkan pada tanah sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara terletak pada badan alat. Hasil pembacaan dari sensor dikirimkan melalui internet menuju *database*. Data pembacaan dapat dilihat melalui aplikasi android dan juga *website*. Ilustrasi kerja alat dapat dilihat pada **Gambar 2** sebagai berikut.



**Gambar 2.** Ilustrasi Kerja Alat (Shafiyullah, 2022)

### 3. Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan serta perakitan perangkat keras dilakukan dari hasil rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Proses yang terjadi pada tahap ini yaitu pemasangan komponen, pengkabelan (*wiring*), pembuatan wadah, dan menggabungkan seluruh komponen pada wadahnya. Perangkat keras dirancang dengan menggunakan sensor DS18B20, sensor DHT22, sensor kelembaban tanah, NodeMCU ESP32. Skema rangkaian perangkat keras ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Skema Rangkaian Perangkat Keras (Shafiyullah, 2022)

### 4. Pembuatan Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) dibuat dengan menggunakan laptop yang terkoneksi dengan internet. Perangkat lunak yang dibuat terdiri dari program pada alat serta aplikasi berbasis android. Program pada alat dibuat dengan Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ yang diunggah ke NodeMCU ESP32. Program NodeMCU ESP32 difungsikan untuk mengontrol prinsip kerja alat (**Gambar 4**).

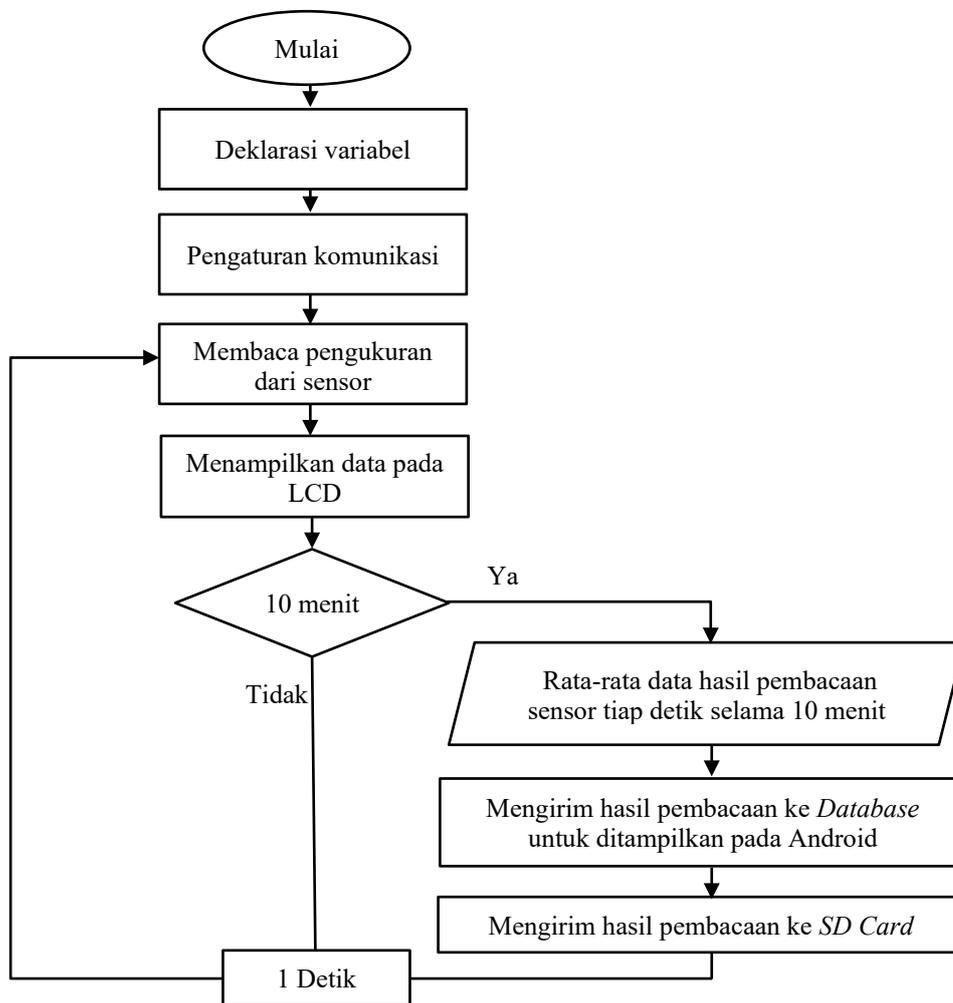
Program pada aplikasi Android dibuat menggunakan Android Studio dengan bahasa pemrograman Java. Aplikasi Android berfungsi untuk mengambil data dari *database* yang sudah berisikan data dari alat dan menampilkannya kepada pengguna.

### 5. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk menguji apakah alat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan pada lahan terbuka perkebunan Ubi Jalar. Bagian-bagian yang akan diujikan yaitu:

- NodeMCU ESP32 – Menguji jalannya program sehingga alat dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang telah dibuat, kekuatan sinyal wifi, dan kondisi baterai;
- Sensor – Menguji hasil kalibrasi alat dengan membandingkannya kembali dengan alat ukur yang sudah tersertifikasi untuk melihat apakah kalibrasi sudah sesuai atau belum; dan
- Aplikasi Android – Menguji sistem pada aplikasi apakah dapat menerima serta menampilkan data dengan baik atau tidak dan menilai UI/UX agar nyaman bagi pengguna.

Jika alat terdapat bagian yang tidak berjalan sebagai mestinya maka akan dilakukan proses perbaikan kembali hingga alat berjalan dengan baik.



Gambar 4. Diagram Alir Prinsip Kerja Alat (Shafiyullah, 2022)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perangkat Keras Hasil Rancangan

Perangkat keras dari hasil rancangan tergabung pada sebuah wadah berbahan *3D Printing UV Sensitive Resin*. Ukuran keseluruhan panjang 12 cm, lebar 12 cm, tinggi 10 cm, dan memiliki kabel sensor sepanjang 100 cm. Komponen perangkat keras dikontrol oleh NodeMCU ESP32 dengan sumber tenaga baterai sebesar 3000 mAh 7.2 V yang di-step down menjadi 5.0 V oleh LM2596.

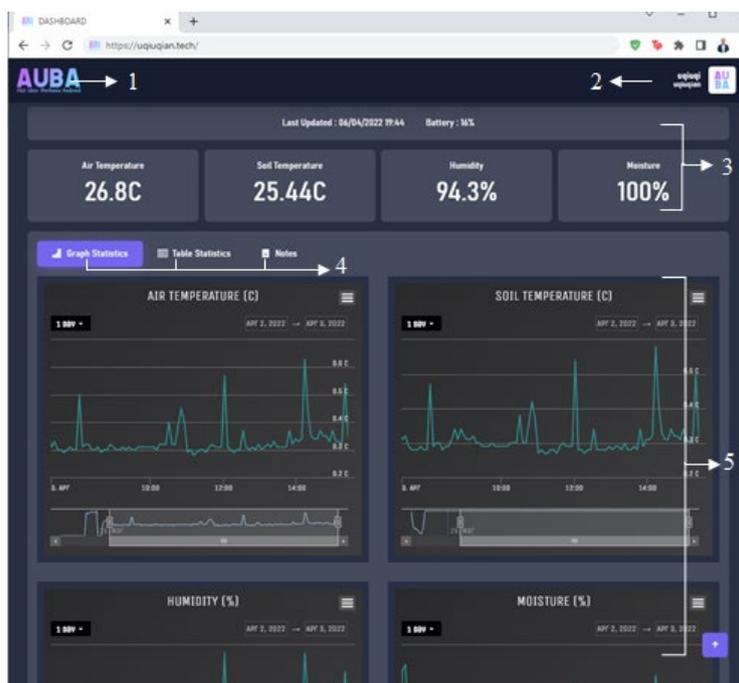
Tabel 1. Sensor pada alat

Sensor	Parameter	Unit	Error
DS18B20	Suhu Tanah	°C	1.95%
Soil Moisture	Kelembaban Tanah	%	9.8%
DHT22	Suhu Udara	°C	1.7%
	Kelembaban Udara	%	3.12%

Sensor yang digunakan pada alat terdapat 3 buah untuk membaca 4 parameter seperti yang tertera pada **Tabel 1**. Sensor DHT22 yang berfungsi sebagai pembaca suhu dan kelembaban udara terpasang pada pin GPIO 4 sebagai *input*. Sensor DS18B20 yang berfungsi sebagai pembaca suhu tanah terpasang pada pin GPIO 15 sebagai *input*. Sensor *Soil Moisture* yang berfungsi sebagai pembaca kelembaban tanah terpasang pada pin GPIO 34 untuk kebutuhan ADC (*Analog to Digital Convert*) agar tetap bisa membaca meskipun dalam keadaan *Wifi* menyala (Systems, 2019). Komponen lainnya yaitu LCD i2C 2004 terpasang pada GPIO 21 dan GPIO 22 untuk kebutuhan SDA dan SCL serta LED sebagai indikator alat bekerja pada pin GPIO 26 dan GPIO 27. Perangkat Keras Hasil Rancangan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Perangkat Keras Hasil Rancangan (Shafiyullah, 2022)



**Gambar 6.** Tampilan Antarmuka Website (Shafiyullah, 2022)

**3.2 Perangkat Lunak Hasil Rancangan**

Perangkat lunak hasil rancangan yang dibuat yaitu program pada alat, *website* dan *database*, serta aplikasi android. Program pada alat berfungsi untuk mengontrol kerja komponen perangkat keras. *Website* dibuat untuk mengatur jalur masuk data dari perangkat keras menuju *database*, memasukkan data excel yang didapatkan dari *Micro SD Card*, mengontrol data *user*, dan menampilkan hasil pembacaan sehingga lebih mudah ketika dioperasikan menggunakan komputer atau laptop ketika melakukan rekap data. Berikut tampilan *website* yang telah dibuat dengan *domain* uquiqian.tech dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Adapun keterangan dari **Gambar 6** adalah sebagai berikut:

1. Logo, sebagai identitas dan bisa digunakan untuk kembali ke halaman utama;
2. Profil, digunakan untuk mengubah profil atau keluar;
3. *Realtime Monitor*, untuk melihat data secara *realtime*;
4. Navigasi, untuk memilih tampilan *data card*; dan
5. *Data card*, untuk melihat data sesuai dengan navigasi yang dipilih seperti grafik, tabel, atau catatan.
6. *Slider*, tampilan grafik rangkuman dalam kurung waktu tertentu yang dapat digeser dan diperluas/perkecil rentang waktunya.

Tampilan data pada *website* terdapat penambahan jika akun yang digunakan merupakan akun admin. Perbedaan jenis akun dibagi menjadi dua yaitu *user* dan admin. Sistem perbedaan akun difungsikan dengan tujuan untuk keamanan data sehingga tidak sembarang orang dapat membuat akun. Proses registrasi dilakukan pada halaman awal ketika membuka *website* lalu data registrasi yang telah dikirimkan harus disetujui dulu oleh admin melalui halaman Profil baru dapat digunakan. Berikut merupakan fitur yang terdapat pada *website* dengan melihat perbedaan *role* akun.

**Tabel 2.** Fitur *website*

Sebagai Pengguna	Sebagai Admin
Dapat mendaftarkan akun pengguna pada <i>website</i> yang nantinya diaktifkan oleh admin	Menggunakan akun dengan <i>role</i> admin. Dapat mengaktifkan serta mengubah <i>role</i> akun.
Dapat melihat data <i>realtime</i> suhu tanah, kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, dan persentase baterai.	Dapat melihat data <i>realtime</i> suhu tanah, kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, ADC kelembaban tanah, persentase baterai, voltase baterai, dan ADC baterai.
Dapat melihat data rekapan serta grafik suhu tanah, kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, dan persentase baterai.	Dapat melihat data rekapan serta grafik suhu tanah, kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, ADC kelembaban tanah, persentase baterai, voltase baterai, dan ADC baterai.
Dapat menulis catatan.	Dapat menulis dan menghapus catatan.
Dapat mengunduh rekapan data.	Dapat mengunduh dan mengunggah rekapan data.

Selain *website*, aplikasi android dibuat agar pengguna dapat memonitor data di mana saja hanya dengan bermodalkan *smartphone* android. Data yang didapat oleh aplikasi android diambil dari *database* utama yang dikendalikan oleh *website* melalui API. Program API memungkinkan aplikasi menerima data dari *database* dengan aman (Fielding, 2000).

**3.3 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah**

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak. Sensor diuji dengan cara membandingkan hasil perhitungan manual dan pembacaan sensor terhadap sampel tanah kering yang diberi air secara perlahan mengacu pada penelitian dari Mardika dan Kartadie (2019). Sampel tanah terlebih dahulu dikeringkan menggunakan oven. Berikut tabel hasil pengujian sensor kelembaban tanah.

**Tabel 3.** Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Ulangan	Tanah (gram)	Air (gram)	Kelembaban tanah (%)		Error (%)	Keterangan
			Manual	Sensor		
1	100	0	0	0	-	Tidak terbaca
2	100	10	10	0	-	Tidak terbaca
3	100	20	20	18	11,1	Terbaca
4	100	30	30	24	25	Terbaca
5	100	40	40	36	11,1	Terbaca
6	100	50	50	46	8,7	Terbaca
7	100	60	60	64	6,3	Terbaca
8	100	70	70	78	10,3	Terbaca
9	100	80	80	85	5,9	Terbaca
10	100	90	90	89	1,1	Terbaca
11	100	100	100	92	8,7	Terbaca
Rata-rata					9,8	
Akurasi					90,2	

Sumber ; Shafiyullah, (2022)

Berdasarkan **Tabel 3** diketahui bahwa sensor kelembaban tanah tidak dapat membaca kelembaban di bawah 20%, memiliki error sebesar 9.8% dan akurasi sebesar 90.2%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor kelembaban tanah yang digunakan dapat bekerja dengan baik karena nilai error <10% (Shehadeh *et al.*, 2021).

**3.4 Pengujian Sensor Suhu Tanah**

Pengujian sensor suhu tanah dilakukan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak. Sensor suhu tanah yang digunakan yaitu DS18B20 diuji dengan cara membandingkannya dengan termometer digital HTC-2 yang memiliki *probe* seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Triyanto dan Sumarna (2022) yang menggunakan termometer sejenis seri sebelumnya. Termometer ini dipilih karena memiliki *probe* sehingga dapat mengukur pada titik *probe* tersebut ditancapkan, memiliki akurasi yang baik, dan memiliki jangkauan pembacaan suhu yang luas. Pengujian dilakukan dengan memasukkan sensor DS18B20 dan *probe* termometer HTC-2 pada sampel tanah

sebanyak 1 gelas 250ml, setiap pengulangan ditambah air dingin sebanyak 50 ml. Berikut tabel hasil pengujian sensor suhu tanah.

**Tabel 4.** Pengujian Sensor Suhu Tanah

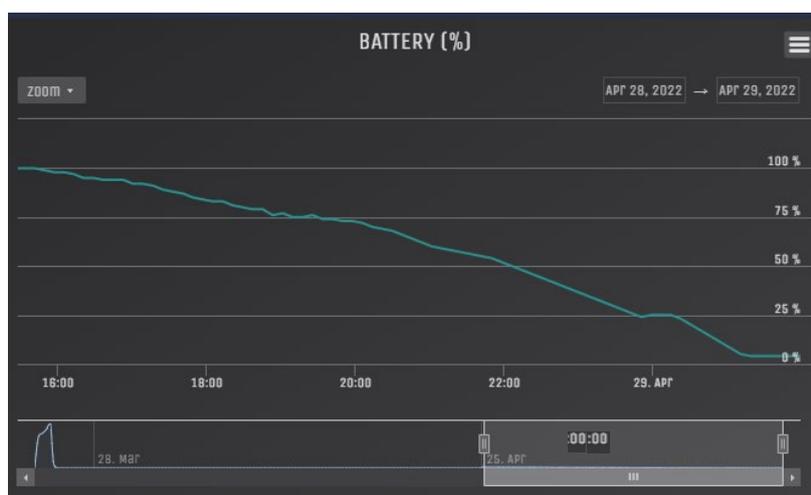
Ulangan	Sensor DS18B20 (°C)	Termometer HTC-2 (°C)	Error (%)
1	23,4	24,0	2,50
2	22,8	23,2	1,72
3	21,5	22,0	2,27
4	19,5	19,8	1,51
5	17,6	17,3	1,73
Rata-rata			1,95
Akurasi			98,05

Sumber ; Shafiyullah, (2022)

Berdasarkan **Tabel 4** diketahui bahwa sensor suhu DS18B20 yang digunakan memiliki error sebesar 1.95% dan akurasi sebesar 98.05%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 yang digunakan dapat bekerja dengan baik karena nilai error <10% (Shehadeh dkk., 2021).

### 3.5 Pengujian NodeMCU ESP-32

Pengujian mikrokontroler NodeMCU ESP-32 dilakukan untuk melihat apakah mikrokontroler dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara NodeMCU-ESP32 yang ditenagai oleh baterai untuk menjalankan program untuk terhubung dengan *wifi* serta mengirimkan data ke *database*. Data yang dikirimkan merupakan data pembacaan baterai dan dibiarkan dari baterai terisi penuh hingga baterai habis, hal ini dilakukan untuk menguji kemampuan baterai juga. Berikut hasil pengujian NodeMCU ESP-32 beserta kemampuan baterainya.



**Gambar 9.** Pengujian NodeMCU-32 (Shafiyullah, 2022)

Dari hasil pada **Gambar 9** diketahui bahwa NodeMCU ESP-32 dapat terkoneksi dengan internet lalu mengirimkan data. Alat dinyalakan dan mengirim data dengan kondisi baterai 100% mulai pukul 15:32 dan berhenti karena baterai habis pada pukul 01:59, baterai dapat bertahan selama 10 jam 27 menit dengan perubahan tegangan dari 8.4V menjadi 7.3V. Ketika baterai menunjukkan

angka 0% sebenarnya alat masih menyala namun tidak bekerja dengan baik sehingga tidak dapat melakukan pengiriman data.

Pengujian berikutnya yaitu menguji jarak jangkauan koneksi *wifi*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak alat dapat diletakan dari pemancar *wifi*. Pada dasarnya jarak jangkauan konektivitas sangat bergantung pada seberapa besarnya sinyal yang dipancarkan oleh *router*. Pengujian konektivitas dilakukan dengan menggunakan *router* ZTE F670, *router* ini dipilih karena merupakan *router* rumahan yang banyak dipakai. Kondisi yang diuji adalah pengujian luar ruangan sehingga tidak ada benda yang menghalangi antara alat dengan *router* dan pengujian ketika *router* berada di dalam ruangan yang terdapat penghalang tembok batu bata merah setebal 12 cm. Berikut merupakan hasil pengujian jarak jangkauan konektivitas *wifi*.

**Tabel 5.** Pengujian Konektivitas Sinyal *Wifi*

Jarak (meter)	Konektivitas			
	Router di dalam ruangan		Router di luar ruangan	
	Koneksi	Latency	Koneksi	Latency
6	Terkoneksi	20-30ms	Terkoneksi	20-30ms
8	Terkoneksi	20-40ms	Terkoneksi	20-30ms
10	Terkoneksi	50-80ms	Terkoneksi	40-60ms
12	Terkoneksi	100-250ms	Terkoneksi	50-100ms
14	Tidak terkoneksi		Terkoneksi	200-250ms
16	Tidak terkoneksi		Tidak terkoneksi	

Sumber ; Shafiyullah, (2022)

Dari hasil pada **Tabel 5** diketahui bahwa pada luar ruangan NodeMCU ESP-32 dapat terkoneksi hingga jarak 14 meter, sedangkan ketika *router* berada di dalam ruangan NodeMCU ESP-32 dapat terkoneksi hingga jarak 12 meter. Hal ini disebabkan karena material tembok dapat menghambat sinyal *wifi* dari *router* (Hanafi, Imansyah dan Suryadi, 2019). Agar konektivitas pada lahan terbuka dapat memiliki jangkauan yang luas maka dapat menggunakan *router* yang memiliki jangkauan lebih luas lagi atau menggunakan *extender*.

**3.7 Pengujian SD-Card**

Pengujian *SD-Card* dilakukan untuk melihat fitur penyimpanan data pada kartu memori dapat bekerja dengan baik atau tidak. Fitur ini bertujuan agar alat dapat menyimpan data secara luring sebagai *backup data* jika sewaktu-waktu terjadi putus koneksi atau bermasalah dengan jaringan internet. *SD-Card* diuji dengan cara membiarkan alat bekerja selama beberapa saat lalu dilihat apakah data tersimpan dengan baik pada *SD-Card* lalu diunggah datanya ke dalam *database*.

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa alat dapat menyimpan data dengan baik pada *SD-Card*. Data yang tersimpan memiliki format *.txt* yang dapat dimasukkan ke dalam data Excel menggunakan *Comma Delimiter* sehingga akan menjadi tabel. Data yang sudah berformat *Excel* dapat diunggah melalui *website* agar tersimpan pada *database*. Hasil pengujian yang dilakukan selama 24

jam menghasilkan keluaran data berformat .txt sebesar 10 kilobytes, dengan kapasitas memori sebesar 2 gigabytes maka *SD-Card* dapat menampung data hingga 548 tahun.

### 3.8 Pengujian Lapangan

Pengujian lapangan dilakukan untuk menguji alat secara keseluruhan pada kondisi aktual. Lokasi yang menjadi tempat pengujian lapangan yaitu perkebunan ubi cilembu di Desa Cilembu, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan alat dengan menancapkan *probe* sensor ke dalam tanah lalu dipantau selama 1x24 jam. Lama waktu pengujian bertujuan untuk melihat alat bekerja ketika siang hari, malam hari, bahkan ketika terjadi hujan.



Gambar 10. Pengujian Lapangan

Berdasarkan Gambar 10 hasil pengujian lahan terbukti bahwa sistem *monitoring* dapat bekerja dengan baik pada kondisi aktual di lapangan. Kelembaban udara terjadi kenaikan tinggi yang cukup lama hingga 100% dikarenakan kondisi sedang hujan.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perangkat keras sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah hasil rancangan terdapat pada sebuah wadah berbahan *3D Printing UV Sensitive Resin*. Ukuran keseluruhan panjang 12 cm, lebar 12 cm, tinggi 10 cm, dan memiliki kabel sensor sepanjang 100 cm. Komponen perangkat keras dikontrol oleh NodeMCU ESP32 dengan sumber tenaga baterai sebesar 3000 mAh 7.2 V yang *step down* menjadi 5.0 V oleh LM2596. Terdapat 3 sensor yang terpasang pada perangkat keras yaitu sensor DHT22, sensor DS18B20, dan sensor *Moisture*. Perangkat keras juga dilengkapi LCD i2C 2004, dan LED sebagai indikator alat bekerja; dan
2. Kinerja sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis android memiliki ketahanan baterai sebesar 10 jam 27 menit, akurasi sensor suhu tanah sebesar 98,05%, akurasi sensor kelembaban tanah sebesar 90,2%, akurasi suhu udara sebesar 98,3%, dan akurasi kelembaban udara sebesar 96,88%.

### 5. Daftar Pustaka

Amalia, G. S. 2010. Mencari Kunci Produktivitas Ubi Jalar Cilembu dengan Membandingkan Aspek Teknik Budidaya, Aspek Sifat Tanah dan Faktor Lingkungan (Skripsi). Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Arif, C., B.I. Setiawan, and M. Mizoguchi. 2014. Penentuan kelembaban tanah optimum untuk budidaya padi sawah SRI (System of Rice Intensification) menggunakan algoritma genetika. *Jurnal Irigasi*, 9(1), pp.29-40.
- Astuti, A., 2005. Aktivitas proses dekomposisi berbagai bahan organik dengan aktivator alami dan buatan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 13(2) : 92-104.
- Fielding, R. T. 2000. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures (Dissertation). University of California, Irvine. USA.
- Hanafi, M., F. Imansyah, dan D. Suryadi. 2019. Analisis Simulasi Pengaruh Uji Kuat Sinyal Wifi Dari Bahan-Bahan Obstacle. *Jurnal Teknologi*, 2(1) : 1- 6
- Handayanto, E., N. Muddarisna, and A. Fiqri. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Jupri, A., A. Muid, dan Muliadi. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 3(2) : 76–81. doi: 10.26418/jp.v3i2.21210.
- Karamina, H., W. Fikrinda, and A.T. Murti. 2017. Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai pH tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium guajava l.) Bumiaji, Kota Batu. *Kultivasi*, 16(3) : 430 - 434
- Lutfiyana, N. Hudallah, dan A.Suryanto. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi, *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2) : 80–86. doi: 10.15294/jte.v9i2.11087.
- Mardika, A.G. dan R. Kartadie. 2019. Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YI-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu, *Journal of Education and Information Communication Technology*, 3(2) : 130 – 140.
- Nugroho, H. A. 2018. Rancang Bangun Sistem Pengukur Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Komunikasi Radio. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 7(1) : 146 – 156. doi: 10.23887/jst-undiksha.v7i1.10691.
- Pathan, S. M. and T. D. Colmer. 2002. Reduced leaching of nitrate, ammonium and phosphorus in a sandy soil by Fly Ash Amendment. *Journal of Soil Research*. 40 (3): 1201-1211
- Ren, Y., Shen, R.Y., He, Q., Wang, J., Chen, X.Y., Du, W.H., Tan, Q.M., Chen, L.S., Qin, Y.X., Pu, H.B. and Zhang, L.H., 2019. Soil temperature and humidity monitoring system design for farm land based on ZigBee communication technology. In *Proceedings of 2019 International Conference on Energy, Power, Environment and Computer Application (ICEPECA 2019), Advanced Science and Industry Research Center: Science and Engineering Research Center* (pp. 204-208).
- Shafiyullah, S.H. 2022. Desain Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Android Pada Budidaya Ubi Jalar Cilembu (Skripsi). Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran
- Shehadeh, A., O. Alshboul, R.E. Al Mamlook, and O. Hamedat. 2021. Machine Learning Models for Predicting The Residual Value of Heavy Construction Equipment: An Evaluation of Modified Decision Tree, LightGBM, and XGBoost regression, *Automation in Construction*, 129. doi: 10.1016/j.autcon.2021.103827.

- Skierucha, W., A. Wilczek, A. Szyplowska, C. Stawiński, and K.Lamorski. 2012. A TDR-based Soil Moisture Monitoring System With Simultaneous Measurement Of Soil Temperature And Electrical Conductivity. *Sensors*, 12(10) :13545-13566.
- Sulistiyono, E. and Y. Ramdiani. 2005. Defisit evapotranspirasi sebagai indikator kekurangan air pada padi gogo (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 33(1) ; 6 - 11
- Systems, E. 2019. Datasheet ESP32 Series, *Espressif Systems*, hal. 1–61. Tersedia pada: [www.espressif.com](http://www.espressif.com).
- Triyanto, J. dan Sumarna. 2022. Rancang Bangun Pemodelan Sistem Otomatisasi Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya*, 9(1) : 8–16
- Widyastuti, N., dan D. Tjokrokusumo.. 2008. Aspek lingkungan sebagai faktor penentu keberhasilan budidaya jamur tiram (*Pleurotus* sp). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(3) : 287 – 293.