

Mengaplikasikan Model IoT (Internet of Things) Pertanian Dalam Memantau Kualitas Air dan Kelembaban pada Tanaman Hidroponik Sistem Wick Berbasis Android

Jacky J. D. Rachim¹, Robert Molenaar^{2*}, Hildy Wullur,³

^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Pertanian

*Jurusan Teknologi Pertanian Prodi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian.
Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia.*

***e-mail korespondensi:** robertmolenaar@unsrat.ac.id
jackyrachim036@unsrat.ac.id¹ , hildywullur@unsrat.ac.id³

Applying the Agricultural IoT (Internet of Things) Model in Monitoring Water Quality and Humidity in Android-Based Wick System Hydroponic Plants

ABSTRACT

The purpose of this research is to apply an Agricultural IoT model that can monitor the quality of water, ambient temperature and humidity in hydroponic plants. This study uses the Research and Development (R&D) method with the variables to be observed are water quality (amount of dissolved solids, temperature), ambient temperature and humidity in wick hydroponic systems. The results of the study showed that the developed Agricultural IoT model has been successfully applied to wick hydroponic systems. The TDS sensor has an accuracy of 95.2%, and the water temperature sensor reaches an accuracy level of 99.1%. The humidity and ambient temperature sensors do not need to be calibrated because their values are exactly the same as the actual conditions. Sensor data sent from the ESP8266 NodeMCU WiFi module to the Blynk application can be displayed in real time. The conclusion of this study is that the developed Agricultural IoT model has the potential to be applied to hydroponic plants. This model can be used to monitor the quality of water and humidity in hydroponic plants in real time.

Keywords: *iot; wick hydroponic system; water quality; ambient temperature; humidity.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan model IoT Pertanian yang dapat memantau kualitas air, suhu sekitar dan kelembaban pada tanaman hidroponik. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan variabel yang akan diamati adalah kualitas air (jumlah zat padat terlarut, suhu), suhu sekitar dan kelembaban pada tanaman hidroponik sistem wick. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model IoT Pertanian yang dikembangkan telah berhasil diterapkan pada tanaman hidroponik sistem wick. Sensor TDS memiliki akurasi sebesar 95,2%, dan sensor suhu air mencapai tingkat akurasi sebesar 99,1%. Sensor kelembaban dan suhu sekitar tidak perlu dilakukan kalibrasi karena nilainya persis dengan keadaan sebenarnya. Data sensor yang dikirim dari modul WiFi NodeMCU ESP8266 ke aplikasi Blynk dapat

ditampilkan secara real time. Kesimpulan dari penelitian ini adalah model IoT Pertanian yang dikembangkan memiliki potensi untuk diterapkan pada tanaman hidroponik. Model ini dapat digunakan untuk memantau kualitas air dan kelembaban pada tanaman hidroponik secara *real time*.

Kata kunci: iot; hidroponik sistem wick; kualitas air; suhu sekitar; kelembaban.

PENDAHULUAN

Di era modern saat ini, kemajuan teknologi telah membawa dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang pertanian. Perkembangan internet, teknologi komputer, dan sensor menjadi tren utama yang mengubah paradigma pertanian tradisional. Salah satu metode pertanian modern yang tengah populer adalah tanaman hidroponik, sebuah inovasi yang muncul sebagai solusi efisien mengingat minimnya lahan pertanian konvensional yang semakin terbatas akibat pengembangan sektor industri (Anonim, 2023).

Hidroponik, sebagai pola cocok tanam dengan media air, memerlukan perhatian khusus terhadap parameter seperti kuantitas nutrisi, tingkat keasaman (pH), dan ketersediaan air sebagai media pelarut nutrisi bagi tanaman (Kurniawan & Lestari, 2020; Weerasinghe, et al., 2015). Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga turut mempengaruhi kualitas tanaman hidroponik (Ross & Royer, 2019). Dalam konteks ini, pemantauan *real-time* menjadi kunci untuk menjaga keseimbangan yang optimal dalam pertumbuhan tanaman hidroponik, memastikan bahwa kondisi lingkungan dan nutrisi terpenuhi secara tepat waktu.

Dalam upaya menghadapi tantangan tersebut, pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi yang menjanjikan. IoT, dengan prinsip *machine to machine* (M2M), memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dan menghasilkan data tanpa bantuan manusia secara langsung. Konsep ini memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam pemantauan tanaman hidroponik dengan memanfaatkan teknologi sensor dan perangkat otomatisasi.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menggali potensi IoT dalam konteks pertanian hidroponik. Prahenusa Wahyu Ciptadi dan R. Hafid Hardyanto (2018) serta Rahmad Doni dan Maulia Rahman (2020) telah berhasil mengaplikasikan IoT untuk monitoring suhu, kelembaban, dan intensitas air pada tanaman hidroponik. Sementara Endryansyah, Puput Wanarti Rusimamto, dan Muhamad Syariffuddien Zuhrie (2022) mengeksplorasi pengendalian suhu air nutrisi dengan menggunakan kontroler logika kabur pada sistem hidroponik NFT.

Penelitian ini melangkah lebih maju dengan fokus pada sistem hidroponik wick. Melalui penerapan model IoT pertanian, penelitian ini bertujuan untuk memantau kualitas air, suhu sekitar, dan kelembaban secara real-time pada tanaman hidroponik wick. Evaluasi sensor TDS dan suhu air dilakukan dengan akurasi dan kalibrasi yang teliti, memastikan integritas data. Keunggulan penelitian ini tidak hanya terletak pada aspek teknis, melainkan juga pada aspek praktis dengan memberikan akses mudah bagi pengguna skala rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Pada sistem hidroponik Pakcoy berbasis metode wick, beberapa komponen utama yang digunakan melibatkan NodeMCU ESP8266 sebagai modul WiFi, *Base Plate Board* NodeMCU ESP8266 untuk penempatan perangkat, TDS Gravity sebagai sensor total padatan terlarut (TDS), Probe DS18B20 untuk mengukur suhu air, dan Sensor DHT11 berfungsi ganda sebagai sensor kelembaban dan suhu ambient. Selain itu, LCD I2C 16×2 digunakan sebagai antarmuka visual untuk memudahkan pemantauan, dan dalam rangkaian, terdapat resistor 4K7 Ohm. Seluruh sistem dapat diakses dan dikontrol melalui Smartphone Android, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Untuk pengembangan program dan pemrograman perangkat, digunakan *Software Arduino IDE*, sementara *Software Blynk IoT* berperan sebagai platform untuk menghubungkan dan mengontrol perangkat secara online. Nutrisi AB mix turut menjadi komponen penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik ini.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multimeter, Soldering Iron, Laptop, Project Box, Kabel/Pin Konektor, dan Adaptor DC 9V 1A.

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Perancangan Perangkat Keras (hardware) dan Perancangan Perangkat Lunak (software).

Hardware : Dalam proses perancangan perangkat keras, digunakan beberapa komponen perangkat keras yang akan saling terintegrasi agar dapat beroperasi dengan efisien, yaitu menggunakan NodeMCU ES8266 untuk menjalankan proses pada pembacaan nilai TDS, suhu air, suhu sekitar, kelembaban, dan komponen pendukung lainnya. Berikut adalah rangkaian keseluruhan komponen yang dimana NodeMCU ESP8266 telah terintegrasi dengan komponen pendukung lainnya.

Pada layar LCD I2C 16×2 menampilkan *Output* dari setiap sensor. Untuk sensor TDS, dimana pin analog dikoneksikan dengan pin A0, pin VCC ke pin VCC ESP8266, dan pin GND ke pin GND ESP8266. Dari rangkaian ESP dengan TDS ini didapatkan pembacaan untuk ppm berupa volt. Selanjutnya untuk sensor suhu DS18B20 dimana terdapat tiga kaki pada probe sensor, kabel warna merah (VCC) dan kabel warna kuning (DAT) dikoneksikan ke resistor 4.7K ohm yang juga dikoneksikan ke pin yang ada di ESP8266, sedangkan kabel warna hitam (GND) dikoneksikan ke pin ground pada ESP8266. Maka dari rangkaian ESP dengan probe DS18B20 ini didapatkan pembacaan nilai suhu dengan satuan celcius (°C). Sensor terakhir yang akan dihubungkan adalah sensor DHT11 dimana juga terdapat tiga kaki yang akan dikoneksikan menggunakan ekstensi kabel pin. Sama halnya seperti sensor diatas, namun untuk pin data dihubungkan dengan pin D5 pada ESP8266, pin VCC DHT11 ke pin VCC ESP8266, dan pin GND DHT11 dikoneksikan ke pin GND ESP8266. Dari rangkaian tersebut pembacaan nilai sensor DHT11 terdapat dua nilai, yaitu suhu sekitar (°C) dan kelembaban (%).

Setelah sensor semuanya sudah saling terintegrasi dan ditampilkan pada layar LCD I2C 16×2, data sensor juga ditampilkan pada software Blynk yang bisa diakses secara online yang dikirim dari NodeMCU ESP8266 pada aplikasi Blynk nya sendiri yang ada di smartphone ataupun dari websitenya Blynk yang dapat diakses melalui PC/Laptop.

Software : Dalam tahap perancangan perangkat lunak, digunakan komponen perangkat lunak yang saling terhubung untuk memastikan operasi yang optimal. Proses ini melibatkan penggunaan perangkat lunak *Arduino IDE* untuk membaca dan mengendalikan komponen yang

terhubung ke mikrokontroler, termasuk sensor TDS, DS18B20, dan DHT11. Selanjutnya hasil pembacaan sensor ditampilkan pada layar LCD dan melalui aplikasi Blynk.

Prosedur Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah

1. Mengumpulkan informasi tentang kebutuhan IoT Pertanian dan aplikasi android dari literatur dan dari para ahli dibidang ini.
2. Merancang model sistem IoT Pertanian dan Aplikasi Blynk IoT.
3. Mengembangkan sistem IoT Pertanian dan Aplikasi Blynk IoT yang dirancang dalam tahap selanjutnya.
4. Melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem IoT Pertanian dan Aplikasi Blynk IoT yang dibuat bekerja dengan baik.
5. Melakukan evaluasi terhadap sistem ini yang telah dibuat untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang dibuat.
6. Implementasi sistem IoT Pertanian dan Aplikasi Blynk IoT pada hidroponik dalam melakukan pemantauan.
7. Mengumpulkan data selama pengembangan sistem dan implementasi sistem, kemudian menganalisis data tersebut menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif.
8. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil dari analisis data untuk mengetahui efektifitas sistem IoT Pertanian dan Aplikasi Blynk IoT dalam memantau kualitas air dan kelembababn pada tanaman hidroponik sistem wick.

Metode Analisis

Analisis Teknologi IoT Pertanian

Akan dilakukan analisis terhadap teknologi IoT (Internet of Things) Pertanian yang akan digunakan dalam mengaplikasikan model memantau kualitas air dan kelembaban pada tanaman hidroponik sistem wick. Maka dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mengirimkan data terkait kualitas air, suhu sekitar dan kelembaban pada tanaman hidroponik ke perangkat smartphone melalui Aplikasi Blynk IoT.

Analisis Sistem Monitoring Kualitas Air, Suhu Sekitar dan Kelembaban

Akan dilakukan analisis terhadap sistem monitoring kualitas air suhu sekitar, dan kelembaban pada tanaman hidroponik sistem wick. Sistem monitoring ini akan berfungsi untuk memonitor secara real time melalui sensor yang terhubung dengan perangkat IoT. Dan data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke Blynk Cloud melalui jaringan internet.

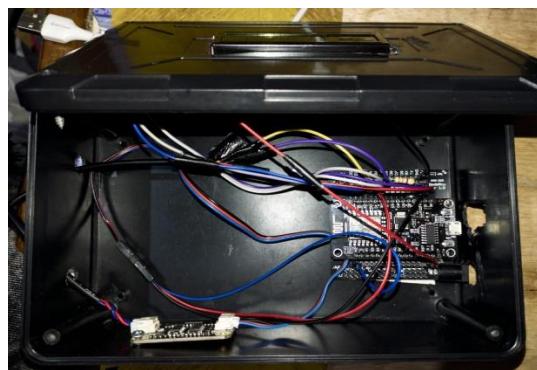
Aplikasi Blynk IoT Untuk Memonitoring dan Pengaturan Sistem Hidroponik

Dapat dianalisis tentang aplikasi android yang akan digunakan untuk monitoring dan pengaturan sistem hidroponik. Aplikasi ini dapat menampilkan data yang diperoleh dari sistem monitoring. Analisis dapat mencakup fungsi aplikasi, algoritma dan bahasa pemrograman yang digunakan sebagaimana aplikasi tersebut akan terintegrasi dengan sistem monitoring IoT Pertanian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Perangkat Keras (*hardware*)

Pengimplementasian perangkat keras didasarkan pada perancangan sistem yang sesuai dengan perancangan pada Bab 3. Implementasi akhir perangkat keras sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Hasil Rancangan

Rancangan perangkat keras yang telah diimplementasikan terdiri dari 6 bagian, yaitu:

1. Rangkaian Modul WiFi NodeMCU ESP8266 yang digunakan sebagai pusat kendali sistem serta untuk mengirim data sensor ke Blynk IoT secara online.
2. Rangkaian Base Plate NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk mempermudah konektivitas board ESP8266-nya dengan peripheral lain dan sebagai penerima daya dikarenakan mempunyai socket jack DC.
3. Rangkaian sensor TDS Gravity yang digunakan untuk mendeteksi jumlah partikel zat terlarut dalam air.
4. Rangkaian sensor DS18B20 dan resistor 4,7 K Ω yang digunakan untuk mendeteksi suhu pada air.
5. Rangkaian DHT11 yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban dan suhu sekitar.
6. Rangkaian module LCD I2C 16×2 yang dihubungkan dengan ESP8266 digunakan untuk menampilkan data sensor.

Perangkat keras pada **Gambar 1** akan dihubungkan ke Blynk IoT melalui jaringan internet yang telah terhubung pada modul WiFi NodeMCU ESP8266 sehingga user dapat melakukan monitoring data sensor melalui Smartphone Android.

Hasil Rancangan Perangkat Lunak (*software*)

Pada penelitian sistem monitoring hidroponik sistem wick ini, perancangan pemrograman modul WiFi NodeMCU ESP8266 untuk menjalankan perangkat keras serta sebagai pengirim data sensor ke server Blynk IoT, dan perancangan tampilan pada aplikasi Blynk IoT untuk memonitoring data sensor. Rancangan perangkat lunak yang bertujuan untuk menginstruksikan sensor-sensor dalam menjalankan tugasnya. Ada lima proses yang terdapat dalam program ini, yaitu:

1. Proses pembacaan pada sensor TDS Gravity. Sensor TDS dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar bisa menentukan tingkat akurasi yang sesuai dengan alat TDS pabrikan.
2. Proses pembacaan pada sensor Probe DS18B20 dapat mengukur suhu air.
3. Proses pembacaan sensor DHT11 yang dapat mengukur kelembaban sekaligus suhu sekitar
4. Proses pembacaan semua nilai-nilai sensor yang ditampilkan di layar LCD I2C 16×2.
5. Proses pembacaan semua sensor yang telah terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266 akan dikirim data sensornya ke Blynk Cloud.



Gambar 2. Tampilan Output Data Sensor pada LCD I2C 16×2



Gambar 3. Tampilan Output Data Sensor pada Blynk IoT

Hasil Uji Kalibrasi dan Keakuratan Sensor

Setelah berhasil merancang dan mengaplikasikan sistem pemantauan dalam hidroponik sistem wick. Langkah berikutnya adalah melakukan pengujian kalibrasi dan karakterisasi terhadap sensor-sensor yang telah dipersiapkan oleh peneliti. Pengujian ini melibatkan langkah-langkah kalibrasi dan karakterisasi yang menggunakan peralatan pengukuran yang dirancang khusus keluaran pabrik untuk sensor TDS, sensor suhu air, suhu sekitar, dan kelembaban.

Pengujian Keakuratan Sensor TDS Gravity

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan pada sensor TDS terhadap perubahan PPM di dalam air. Data yang diambil dengan satuan PPM. Untuk menampilkan nilai analog sensor melalui serial monitor pada Software Arduino IDE, sensor TDS Gravity ini harus diintegrasikan dengan NodeMCU ESP8266. Sebagai acuan untuk mengukur seberapa akuratnya

TDS Gravity yang telah dirancang, maka alat yang dibutuhkan adalah alat ukur TDS meter keluaran pabrik jenis TDS-3. Pengambilan data dilakukan secara bertahap dengan durasi waktu stabil 10 detik.



Gambar 4. Pengujian Sensor TDS

Berikut hasil dari pengujian kalibrasi TDS:

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Sensor TDS

No	Durasi Waktu Kestabilan (detik)	TDS (ppm)		Kesalahan Error Alat (%)
		Gravity	TDS Meter	
1	10	106	111	4,7
2	10	137	135	1,5
3	10	280	269	3,9
4	10	424	403	5,0
5	10	511	500	2,2
6	10	641	626	2,3
7	10	767	753	1,8
8	10	889	841	5,4
9	10	947	925	2,3
10	10	1059	1259	18,9
Rata-rata Kesalahan Error Alat (%)				4,8
Akurasi Alat (100%-Percentase Kesalahan)				95,2%

Pengujian Keakuratan Sensor Suhu Air (DS18B20)

Pengujian ini dilaksanakan dengan tujuan memahami bagaimana sensor suhu merespons variasi suhu dalam air. Dalam pengujian sensor suhu ini, berbagai contoh air digunakan seperti air dingin, air dengan suhu normal, dan air panas untuk mengamati tanggapan sensor terhadap perubahan suhu.



Gambar 5. Pengujian Sensor Suhu Air (DS18B20)

Berikut adalah hasil pengujian sensor suhu air:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor

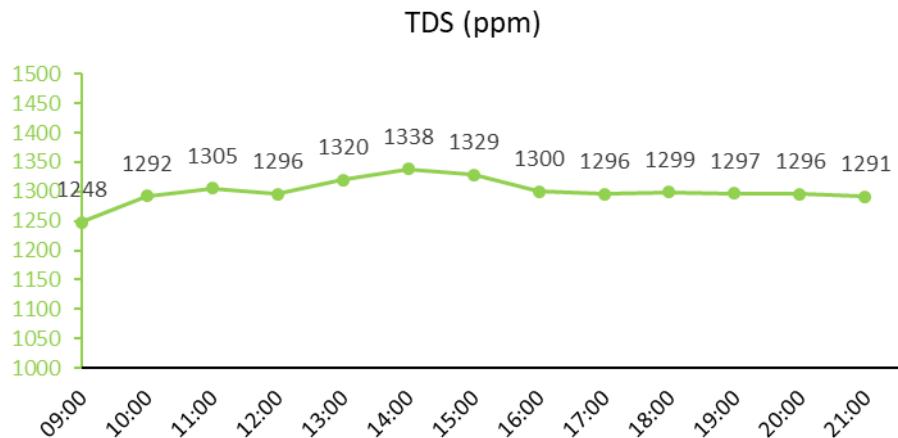
No	Durasi Waktu Kestabilan (detik)	Suhu Air (°C)		Kesalahan Error Alat (%)
		DS18B20	TDS & TEMP Meter	
1	10	12,8	12,2	4,8
2	10	26,1	26,0	0,5
3	10	28,9	28,8	0,5
4	10	33,1	33,2	0,4
5	10	36,6	36,8	0,6
6	10	43,2	43,4	0,5
7	10	60,0	60,1	0,2
8	10	79,4	79,5	0,2
Rata-rata Kesalahan Error Alat (%)				0,9
Akurasi Alat (100%-Persentase Kesalahan)				99,1%

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi apakah perangkat beroperasi sesuai dengan rencana program yang telah ditetapkan. Sebelum mengambil data untuk keseluruhan sensor, dalam pengujian sistem ini penting untuk memperhatikan lokasi penempatan probe TDS Gravity dan probe DS18B20 di dalam wadah berisi air. Untuk memastikan hasil yang akurat dan representatif, maka penempatan *probe* di tengah-tengah wadah. Dengan menempatkan probe di titik pusat wadah, maka bisa diukur komposisi keseluruhan air di dalam wadah tersebut. Ini akan memungkinkan untuk mendapatkan data lebih akurat.

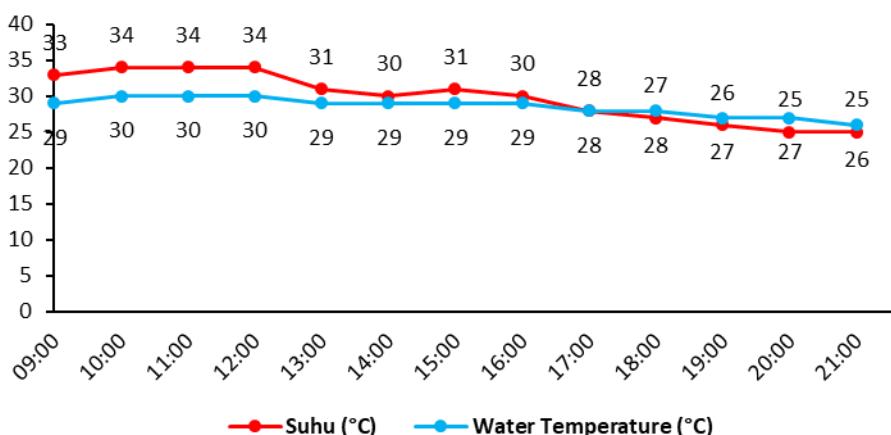
Pengambilan Data

Data telah diambil selama 12 jam dengan resolusi data pengukuran per 1 jam. Pengujian dilakukan dari pukul 09.00-21.00 WITA. Total data yang berhasil dikumpulkan sebanyak 13 data untuk tiap sensor. Kemudian data yang telah diolah direpresentasikan dalam bentuk grafik. Berikut adalah grafik dari pembacaan data sensor:



Gambar 6. Hasil Data Sensor TDS (ppm)

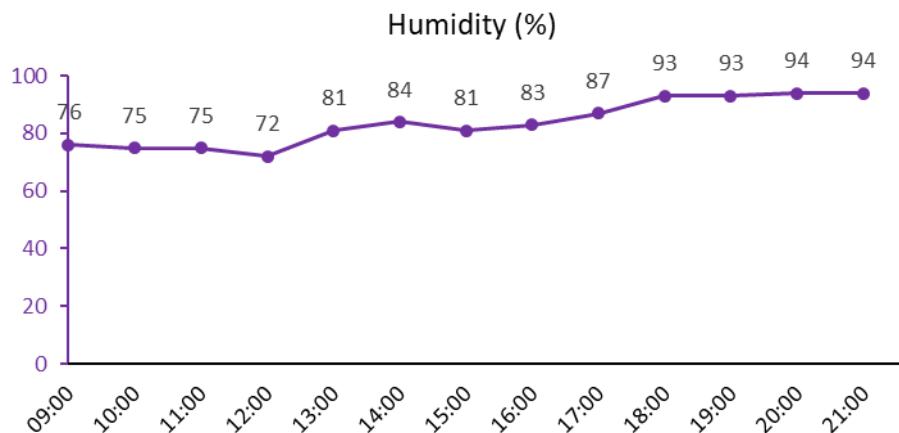
Terlihat pada **Gambar 6.** data menunjukkan bahwa TDS bervariasi sepanjang hari, dengan nilai tertinggi mencapai 1338 ppm pada pukul 14:00 dan nilai terendah sekitar 1248 ppm pada pukul 9:00.



Gambar 7. Hasil Data Sensor Suhu Sekitar dan Suhu Air

Sementara itu pada **Gambar 7.** data menunjukkan bahwa suhu air selalu stabil di sekitar 29-30 °C sepanjang hari, menunjukkan konsistensi yang signifikan. Namun, terdapat perbedaan yang signifikan dalam suhu lingkungan selama berbagai waktu. Pada pagi hari, suhu lingkungan cenderung naik dan mencapai puncaknya pada pukul 10:00 dengan suhu sekitar 34 °C. Pada siang hari suhu tetap tinggi mencapai kisaran yang sama di sekitar 34 °C pada pukul 11:00 dan 12:00. Namun saat sore hari tiba, terjadi penurunan suhu, dan suhu sekitar mulai menurun hingga

mencapai suhu terendah pada malam hari. Saat malam hari suhu lingkungan menurun drastic mencapai suhu terendah sekitar 25 °C pada pukul 20:00 dan 21:00. Dengan demikian, terdapat perbedaan suhu yang signifikan antara pagi, siang, sore, dan malam hari yang dapat dihubungkan dengan perubahan kondisi cuaca dan pemanasan matahari sepanjang hari



Gambar 8. Hasil Data Sensor Kelembaban

Pada **Gambar 8.** data menunjukkan bahwa tingkat kelembaban juga mengalami fluktuasi yang signifikan. Kelembaban tertinggi tercatat pada pukul 19:00 hingga 21:00 mencapai 94%, sementara itu kelembaban terendah tercatat pada pukul 12:00, yaitu sekitar 72%.

KESIMPULAN

Telah berhasil mengaplikasikan Model IoT (*Internet of Things*) Pertanian dalam memantau kualitas air dan kelembaban pada tanaman hidroponik sistem Wick berbasis Android menggunakan NodeMCU ESP8266. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor TDS memiliki akurasi sebesar 95,2%, sementara sensor suhu air mencapai tingkat akurasi sebesar 99,1%. Selain itu, sensor kelembaban dan suhu sekitar berhasil diintegrasikan tanpa perlu melakukan kalibrasi, karena nilai yang diberikan oleh sensor tersebut persis dengan keadaan sebenarnya. Hasil pengukuran dari kedua sensor tersebut telah berhasil ditampilkan melalui modul WiFi NodeMCU ESP8266 ke aplikasi Blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, M. F.F. (2004). High Temperature Effects On Root Absorption in Hydroponic System, Master Thesis, Kochi University, pp.78.
- Balai PSDA Bodri Kuto Provinsi Jawa Tengah. 2022. Ph (Keasaman air). Tim Sisda Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Bodri Kuto 2022. bpusdatau-bk.jatengprov.go.id, 13 Maret 2023.

- Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2018). Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29-40.
- Doni, R., & Utama, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis IoT (Internet of Thing) Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 4(2), 516-522.
- Denanta, P., Perteka, B., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things. 8(3), 197-210.
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1), 19-26.
- Endryansyah, Rusimamto, P. W., & Zuhrie, M. S. (2022). Pengendalian Suhu Air Nutrisi Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Berbasis Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 108-116.
- Ikhsan, R. N., & Syafitri, N. (2021). Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias. Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi, (SNETO), 18-26.
- Kos, R., & Informasi, S. (2021). Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Pemanfaatan Aplikasi Android Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Persebaran Indekos di Wilayah Pancor Kabupaten Lombok Timur Studi Sistem Informasi , Universitas Hamzanwadi Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Teknologi diciptakan untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia . 4(1), 51-62.
- Kurniawan, A., & Lestari, H. A. (2020). Sistem Kontrol Nutrisi Floating Hydroponic System Kangkung (Ipomea Reptans) Menggunakan Internet Of Things Berbasis Telegram. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(4), 326-335.
- Lucini, M. M., Leeuwen, P. J. V., & Pulido, M. (2021). Model Error Estimation Using the Expectation Maximization Algorithm and aParticle Flow Filter. *SIAM/ASA Journal on Uncertainty Quantification*, 9(2), 681-707.
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *INSANtek*, 1(1), 13-19.
- Mustazir, Mirza, Y., & Deviana, H. (2020). Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Jupiter*, 12(2), 12-25.

- Nasir, Abujamin A. et al. (2017). Klimatologi Dasar: Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim (1st ed.). Bogor: IPB Press.
- Nurhidayati, & Nur, A. M. (2021). Pemanfaatan Aplikasi Android Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Persebaran Indekos di Wilayah Pancor Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Informatika dan Teknologi*, 4(1), 51-62.
- Parks. Sophie, dan Murray. Carly. 2011. Leafy Asean Vegetables and Their Nutrion in Hydroponics. State of New South Wales. Australian.
- Putra S, M. Kelana. 2007. Rancangan Bangunan dan Analisa Perpindahan Panas pada Ketel Uap Bertenaga Listrik. Medan: USU.
- Ridwan, M., Fitri, I., & Benrahman, B. (2021). Rancang Bangun Marketplace Berbasis Website menggunakan Metodologi Systems Development Life Cycle (SDLC) dengan Model Waterfall. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 5(2), 173.
- Ridwan, M., & Sari, K. M. (2021). Penerapan IoT Dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, Dan Tingkat Keasaman Hidroponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(4), 481-487.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. 1(2), 43– 50. *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*, 1(2), 43-50.
- Ross, M., & Royer, J. (Eds.). (2019). Photovoltaics in Cold Climates. Taylor & Francis Group.
- Sari, P. M., & Lisa, O. (2023). Sosialisasi Hidroponik Sistem Wick Menuju Pertanian Modern Di Sekolah Man 1 Aceh Barat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 315-319.
- Susilawati. (2019). DASAR-DASAR BERTANAM SECARA HIDROPONIK (Pertama ed.). Palmebang. UNSRI Press.
- Weerasinghe, R. M., Pannila, A. S., Jayananda, M. K., & Sonnadara, D. U. J. (2015). Automated Rain Sampler for Real time pH and Conductivity Measurements. *Proceedings of the Technical Sessions*, 31, 39-44.