

Rancang Bangun Sistem *Smart Farming* Berbasis IoT Di Hidroponik

Muhammad Farid Amrulloh

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri

E-mail : faridamrulloh95@gmail.com

Siti Zaenab Nurul Haq

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri

E-mail: sitizaenabnurulhaq@gmail.com

Abstrak

Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan peluang penerapan teknologi monitoring dan kendali otomatis pada budidaya hidroponik. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem smart farming berbasis IoT yang mampu memantau suhu udara, kelembapan udara, suhu air nutrisi, kepekatan nutrisi (TDS), pH, dan ketinggian air, serta mengendalikan pemberian nutrisi berdasarkan hari setelah tanam (HST). Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, beberapa sensor, modul relay, pompa peristaltik, pompa celup, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pemantauan dan kendali jarak jauh. Pengujian dilakukan melalui perbandingan pembacaan sistem dengan alat ukur pembanding selama 9 hari. Hasil menunjukkan error TDS berada pada rentang -3,10% sampai 4,90%, error pH -1,27% sampai 2,53%, sedangkan selisih pembacaan temperatur tercatat 0,24–1,36 °C. Sensor ketinggian air menunjukkan selisih tidak lebih dari ± 1 cm. Sistem kontrol nutrisi berdasarkan tiga fase pertumbuhan, yaitu netting, vegetatif, dan generatif, dapat bekerja sesuai batas nutrisi yang dimasukkan melalui Blynk. Pada pengujian, target nutrisi ditetapkan 800 PPM untuk hari 0–3, 1100 PPM untuk hari 4–6, dan 1500 PPM untuk hari 7–9 dengan rentang kurang dari 200 PPM. Sistem berhasil memberikan kemampuan monitoring dan kontrol dari jarak jauh, meskipun sensor temperatur masih memerlukan peningkatan akurasi.

Kata kunci: Internet of Things, smart farming, hidroponik, ESP32, Blynk, TDS, monitoring otomatis.

Abstract

The development of Internet of Things (IoT) technology provides opportunities for implementing automated monitoring and control in hydroponic cultivation. This study aims to design and implement an IoT-based smart farming system capable of monitoring air temperature, air humidity, nutrient solution temperature, nutrient concentration (TDS), pH, and water level, while controlling nutrient dosing according to plant age in days after planting. The system uses an ESP32 microcontroller, sensors, relay modules, peristaltic and submersible pumps, and the Blynk application as a remote monitoring and control interface. Testing was conducted by comparing system readings with reference measuring instruments for nine days. The results showed TDS errors ranging from -3.10% to 4.90%, pH errors from -1.27% to 2.53%, while temperature differences were 0.24–1.36 °C. The water-level sensor showed a difference of no more than ± 1 cm. Nutrient control based on three growth phases—netting, vegetative, and generative—operated according to the nutrient limits entered through Blynk. In the test, nutrient targets were set at 800 PPM for days 0–3, 1100 PPM for days 4–6, and 1500 PPM for days 7–9, with a range below 200 PPM. The system successfully provided remote monitoring and control, although the temperature sensor still requires accuracy improvement.

Keywords: Internet of Things, smart farming, hydroponics, ESP32, Blynk, TDS, automated monitoring.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi sampai sekarang ini tidak dapat dipisahkan dari kehidupan bermasyarakat. Perkembangan

dan kemajuan teknologi berlangsung sangat cepat, sehingga mempengaruhi kehidupan bermasyarakat. Meskipun begitu, kemajuan dan perkembangan teknologi juga dapat mempermudah dalam berkomunikasi, bidang industri,

bahkan pertanian. Pertanian memiliki peran penting dalam proses keberlangsungan hidup manusia, sebagian besar masyarakat atau penduduk di Indonesia bekerja di bidang pertanian. Lahan pertanian saat ini semakin terbatas karena pengalihan fungsi lahan pertanian menjadi perumahan, perkotaan, gedung besar, pabrik dan lain sebagainya. Inovasi pertanian pun muncul, salah satunya yaitu sistem pertanian hidroponik.

Hidroponik merupakan suatu metode budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah [1]. Hidroponik memanfaatkan larutan mineral bernutrisi yang dicampur ke dalam air. Larutan ini berperan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman untuk memperoleh makanan dalam budidaya hidroponik [2].

Adapun kelebihan utama dari hidroponik yaitu :

- **Efisiensi lahan dan ruang** : Tidak memerlukan tanah, sehingga cocok di lahan sempit atau perkotaan (Urban Farming) dan bisa disusun secara vertikal [3].
- **Penghematan air maksimal** : Menggunakan air lebih efisien karena air di sirkulasi kembali, tidak menyerap ke dalam tanah [4].
- **Pertumbuhan lebih cepat dan produktif** : Nutrisi langsung diserap akar, mempercepat masa panen dan meningkatkan kualitas panen.
- **Minim hama dan penyakit** : Lingkungan tertutup dan terkontrol mengurangi drastis kebutuhan pestisida.
- **Nutrisi tepat sasaran** : Kadar nutrisi (unsur hara) dan pH air dapat diatur dan dikontrol dengan mudah sesuai kebutuhan tanaman.
- **Tidak tergantung pada musim** : Tanaman dapat dibudidayakan sepanjang tahun tanpa peduli cuaca atau musim [4].

Dalam hidroponik, kualitas larutan nutrisi perlu dipantau karena konsentrasi nutrisi, pH, suhu air, dan kondisi lingkungan dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemantauan secara manual membutuhkan perhatian berulang dan berpotensi menimbulkan *human error*. Teknologi *smart farming* mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, konektivitas internet, dan antarmuka pengguna untuk melakukan pemantauan serta pengendalian berbasis data [6].

Rumus Konsentrasi Larutan PPM [5].

$$1 \text{ PPM} = 1 \text{ mg/kg atau } 1 \text{ PPM} = 1 \text{ mL/L} \dots\dots\dots(1)$$

$$PPM \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{\text{massa zat terlarut (mg)}}{\text{volume larutan (L)}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{massa zat terlarut (mg)} = PPM \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times \text{volume larutan (L)} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{volume larutan (L)} = \frac{\text{massa zat terlarut (mg)}}{PPM \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)} \dots\dots\dots(4)$$

IoT memungkinkan sensor dan aktuator terhubung melalui jaringan internet sehingga data dapat diproses dan disajikan kepada pengguna. ESP32 dipilih sebagai pusat

kendali karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan dapat digunakan untuk membaca sensor serta mengendalikan aktuator [8], [9]. Dalam penelitian ini, data dikirim ke aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau parameter hidroponik dari jarak jauh [10].



Gambar 1. Cara kerja IoT[7]

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem *smart farming* pada hidroponik yang memonitor pH, TDS, temperatur, kelembapan, dan ketinggian air serta mengendalikan pemberian nutrisi berdasarkan hari setelah tanam (HST). Tujuan penelitian adalah menghasilkan sistem *monitoring* jarak jauh dan mekanisme kontrol nutrisi otomatis yang dapat disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman.

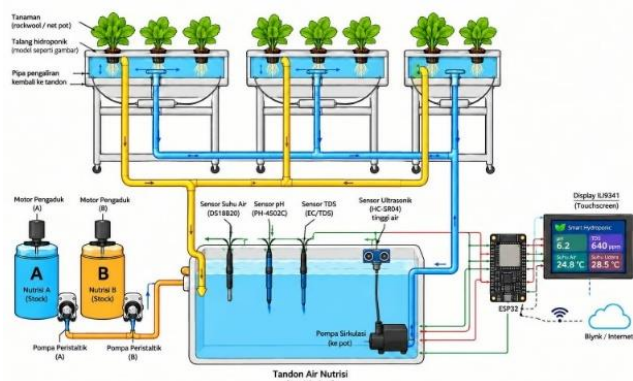
METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan pengembangan dan evaluasi sistem otomatis pada hidroponik berbasis IoT. Metode ini dipilih karena penelitian mencakup tahapan perancangan, pengembangan sistem, pengujian dan evaluasi kinerja pada sistem otomatis hidroponik berbasis IoT.

Dalam proses pengujian yang singkat dilakukan secara non alami. Yaitu dengan menambahkan air baku dan mengurangi air nutrisi secara bertahap sehingga dapat menciptakan naik turunnya volume air dan kandungan nutrisi dalam air tandon nutrisi. Penambahan air baku dimasukkan melalui pot-pot tanaman dan pengurangan air nutrisi melalui tandon air nutrisi agar proses pembacaan sensor tidak signifikan.

Sistem utama yang dikembangkan adalah dengan menambahkan kontrol nutrisi tanaman berdasarkan hari setelah tanam (HST). Pengembangan sistem ini dirancang untuk mengontrol kebutuhan nutrisi pada tanaman sesuai dengan usia tanaman. Setiap fase pertumbuhan memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda. Fase pertumbuhan tanaman terbagi menjadi 3 (tiga) fase, yaitu :

1. Masa Netting adalah fase awal perpindahan dari media semai ke media tanam.
2. Masa Vegetatif adalah fase pertumbuhan tanaman mulai dari akar, daun, hingga batang.
3. Masa Generatif adalah fase perkembangbiakan seperti mulai muncul bunga dan bakal buah.



Gambar 2. Rangkaian hidroponik dan sistem kontrol

Rangkaian pada gambar 2 adalah konsep hidroponik sistem machida yaitu budidaya hidroponik dengan mengalirkan air nutrisi ke dalam pot tertutup. Air nutrisi dipompa dan masuk ke dasar pot dan pada ketinggian tertentu terdapat saluran pipa sirkulasi yang mengalirkan air nutrisi kembali ke tandon air nutrisi.

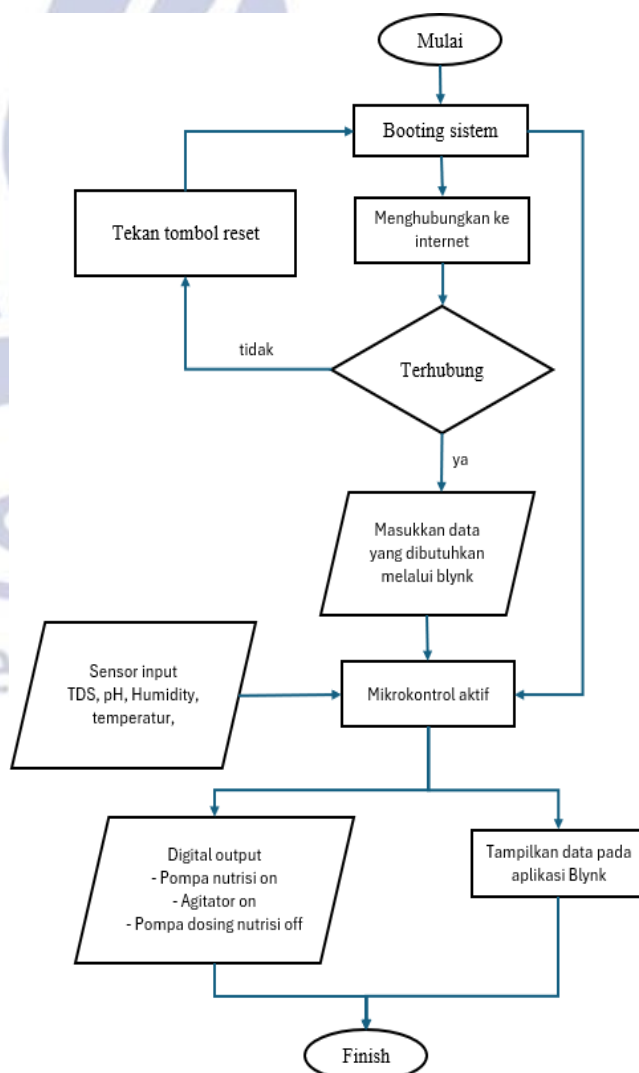
Rangkaian pada gambar 2 sudah dilengkapi dengan perangkat elektronik sebagai pengontrol dan pemantau kondisi lingkungan serta nutrisi pada tandon air nutrisi. Perangkat elektronik tersebut meliputi :

1. Mikrokontroler ESP32 DevKit V1, digunakan sebagai pusat kendali untuk membaca berbagai macam masukan dan keluaran. Kemudian data yang yang dikumpulkan ESP32 dikirim melalui jaringan internet secara *real time* ke server atau *cloud* [10].
2. PH sensor kit E-201C adalah perangkat elektronik/transduser yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman suatu larutan. Alat ini bekerja dengan mendeteksi konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang terukur dan kemudian dikonversi menjadi skala 0-14.
3. TDS sensor SEN-0171 digunakan untuk mengukur jumlah padatan yang terlarut dalam cairan. Satuan yang digunakan dalam pengukuran TDS adalah *Part Per Million* (PPM) atau mg/L. Sensor TDS digunakan untuk memantau kadar nutrisi dalam air. TDS merupakan total keseluruhan ion, garam, logam dan molekul yang terlarut dalam air yang mempengaruhi rasa, kejernihan dan kandungan mineral dalam air. Semakin rendah nilai TDS maka air tersebut semakin jernih dan semakin tinggi nilai TDS maka air tersebut semakin keruh [11].
4. Sensor suhu DS18B20 untuk pengukuran suhu pada air nutrisi. Pada sistem hidroponik suhu air nutrisi sangat berpengaruh dalam menjaga kesehatan tanaman, terutama pada akar tanaman. Suhu yang disarankan untuk sistem hidroponik berkisar antara 24-30 °C. Suhu air yang terlalu tinggi dapat mengurangi kadar oksigen yang terlarut dalam air [12].
5. Sensor suhu ruang dan kelembapan DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Sensor ini dikombinasikan antara pengukuran kelembapan berbasis kapasitor dan suhu udara berbasis termistor [13].

6. Sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk memantau ketinggian air nutrisi sehingga tidak sampai kekeringan atau kekurangan air. Sensor ultrasonik memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik). Gelombang suara dipancarkan menuju objek dan dipantulkan kembali menuju sensor. Selisih waktu antara pengirim dan penerima digunakan untuk menghitung jarak objek tersebut. Gelombang suara yang dipancarkan berkisar 20 KHz hingga 2 MHz [14].

Kalibrasi sensor dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dari Blynk dengan pembacaan alat ukur. Jika hasil pembacaan setara atau sama maka sensor sudah layak untuk digunakan. Alat yang digunakan sebagai pembanding pembacaan dari sensor yaitu :

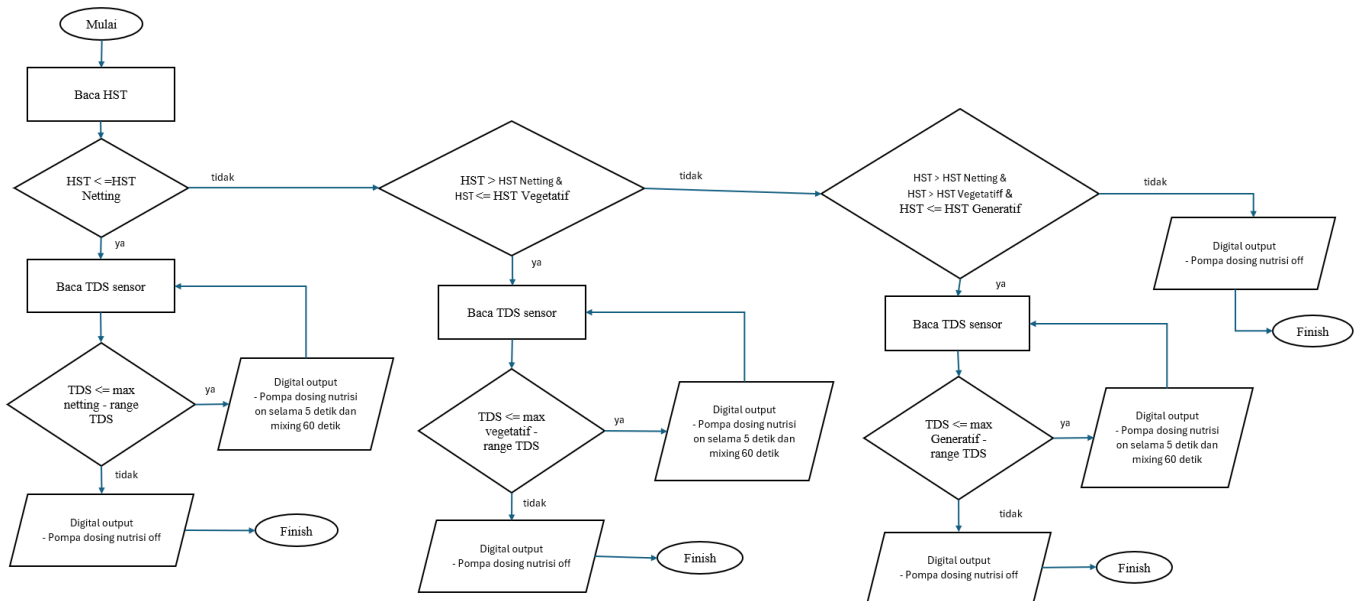
1. ATC PH meter PH-009 sebagai pembanding dalam pengukuran keasaman air.
2. TDS-3 TDS/TEMP sebagai pembanding dalam pengukuran kepekatan air nutrisi (PPM) serta pengukuran suhu air nutrisi.
3. Meteran roll sebagai pembanding pembacaan ketinggian air.



Gambar 3. Flow chart sistem

Diagram yang di tunjukkan pada Gambar 3 merupakan alur kerja sistem saat pertama kali diaktifkan. Setelah semua komponen aktif maka sistem akan secara otomatis terkoneksi dengan internet yang sudah dimasukkan ke dalam program. Selanjutnya yaitu mengisi data yang diperlukan melalui

aplikasi blynk yang sudah tersambung dengan mikrokontroller. Setelah semua data sudah terisi, data yang dibaca oleh sensor kemudian dikirim ke aplikasi Blynk sebagai sistem *monitoring* yang ditunjukkan kepada pengguna.



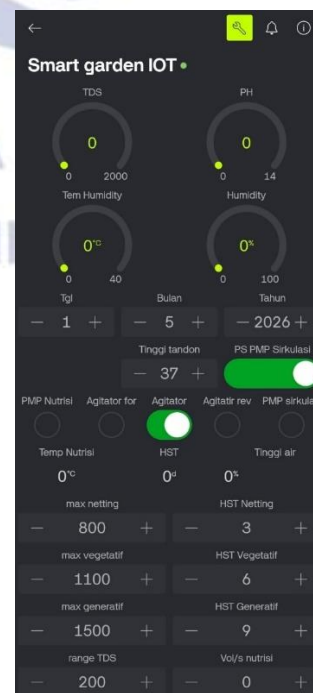
Gambar 4. Flow Chart Kontrol Nutrisi

Gambar 4 merupakan diagram alir untuk mengontrol nutrisi berdasarkan hari setelah tanam yang dihitung oleh mikrokontroller melalui tanggal tanam dan terhubung dengan aplikasi Blynk serta target usia setiap fase pertumbuhan dan kebutuhan nutrisi dapat di masukkan melalui aplikasi Blynk yang telah disediakan. Pengguna dapat memasukkan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan usia tanaman berdasarkan jenis tanaman yang ditanam.

Keterangan alur kerja Gambar 4 :

- **Mulai**, mikrokontroll mulai membaca *input* dari blynk dan membaca data sensor.
- **Baca HST**, HST adalah hari setelah tanam digunakan untuk menghitung usia tanaman dari awal tanam sampai panen. Nilai dari HST di dapat dari tanggal tanam yang di kirim ke ESP 32 melalui aplikasi blynk.
- **HST <= HST Netting**, jika nilai HST lebih kecil sama dengan nilai HST netting dan nilai TDS lebih kecil dari max netting – range TDS, maka pompa dosing nutrisi AB akan menyala selama 5 detik, mixing selama 60 detik dan akan berulang sampai nilai TDS sama dengan lebih besar dari max netting. Jika logika tersebut tidak benar maka pompa dosing nutrisi AB mati.
- **HST > HST Netting dan HST <= HST Vegetatif**, jika nilai HST lebih besar dari HST netting dan nilai HST lebih kecil sama dengan nilai HST vegetatif dan nilai TDS lebih kecil dari max vegetatif – range TDS, maka pompa dosing nutrisi AB akan menyala selama 5 detik, mixing selama 60 detik dan akan berulang sampai nilai TDS sama dengan lebih besar max vegetatif. Jika logika tersebut tidak benar maka pompa dosing nutrisi AB mati.
- **HST > HST Netting dan HST > HST Vegetatif dan HST <= HST Generatif**, jika nilai HST lebih besar dari nilai HST netting dan nilai HST lebih besar dari nilai HST vegetatif dan nilai HST lebih kecil sama dengan nilai HST generatif dan nilai TDS lebih kecil dari max generatif –

range TDS, maka pompa dosing nutrisi AB akan menyala selama 5 detik, mixing selama 60 detik dan akan berulang sampai nilai TDS sama dengan lebih besar max generatif. Jika logika tersebut tidak benar maka pompa dosing nutrisi AB mati.



Gambar 5. User Interface

Rancang Bangun Sistem *Smart Farming* Berbasis IoT Di Hidroponik

Gambar 5 adalah antarmuka pengguna untuk memantau kondisi pada hidroponik dan memasukkan data nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman pada setiap fase pertumbuhannya berdasarkan hari setelah tanam yang dimasukkan oleh pengguna. Pengguna dapat merubah target nutrisi sesuai dengan kebutuhan, tinggi tandon yang dipakai serta tanggal tanam sesuai dengan kebutuhan. Target nutrisi yang tertera pada gambar 5 dibuat untuk kebutuhan pengujian kinerja pada sistem.



Gambar 6. Implementasi sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil penelitian yang dilakukan selama 9 hari dengan menentukan nilai error menggunakan perbandingan antara pembacaan sensor dengan alat ukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Rumus menghitung nilai error TDS dan PH air

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai alat ukur}}{\text{nilai alat ukur}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

Nilai error temperature

$$\text{Error} (^{\circ}\text{C}) = \text{nilai sensor} - \text{nilai alat ukur} \quad \dots\dots\dots(6)$$

Nilai error ketinggian air

$$\text{Error}(\text{CM}) = \text{nilai alat ukur} - \text{tinggi tandon} \quad \dots\dots\dots(7)$$

TABEL 1. PEMBACAAN SENSOR

Hari	Blynk / Sensor				
	TDS	pH	Temperature nutrisi °C	Ketinggian air (%)	Ketinggian air (CM)
0	796	7,6	28,50	50%	18,55
1	776	8,1	28,56	51%	18,87
2	765	7,9	28,31	53%	19,61
3	720	8,2	28,00	53%	19,61
4	1218	7,8	28,75	64%	23,68
5	1124	7,9	28,00	65%	24,05
6	1070	7,8	29,81	70%	25,90
7	1515	8,1	28,62	65%	24,05
8	1213	7,6	29,69	70%	25,90
9	1529	8,4	29,44	69%	25,53

TABEL 2. PEMBACAAN ALAT UKUR

Hari	Pembacaan Alat Ukur			
	TDS	pH	Temperature nutrisi °C	Ketinggian air (CM)
0	796	7,6	27,6	18,5
1	777	8,0	27,2	19,0
2	768	7,9	27,0	19,5
3	724	8,0	27,1	19,5
4	1200	7,9	27,7	23,5
5	1160	7,8	27,5	24,0
6	1020	7,9	29,0	26,0
7	1530	7,9	27,4	24,0
8	1230	7,6	29,0	26,0
9	1530	8,2	29,20	25,5

TABEL 3. PERHITUNGAN ERROR

Hari	Nilai Error			
	TDS	pH	Temperature nutrisi °C	Ketinggian air (CM)
0	0,00 %	0,00 %	0,90	0,00
1	-0,13 %	1,25 %	1,36	0,13
2	0,39 %	0,00 %	1,31	-0,11
3	0,55 %	2,50 %	0,90	-0,11
4	1,50 %	-1,27 %	1,05	0,18
5	-3,10 %	1,28 %	0,50	-0,05
6	4,90 %	-1,27 %	0,81	0,10
7	-0,98 %	2,53 %	1,22	-0,05
8	-1,38 %	0,00 %	0,69	0,10
9	0,07 %	2,44 %	0,24	-0,03

TABEL 4. PEMBACAAN SENSOR JARAK JAUH

Pembacaan sensor	TDS	Terbaca
	pH	Terbaca
	Temperature nutrisi	Terbaca
	Ketinggian air	Terbaca
	Humidity sensor	Terbaca

TABEL 5. PERCOBAAN SLIDER SWITCH JARAK JAUH

Percobaan Slider Switch		
Masukan	On	OFF
Motor pengaduk	Berhasil	Berhasil
Pompa sirkulasi	Berhasil	Berhasil

TABEL 6. PEMBACAAN INDIKATOR JARAK JAUH

Pembacaan Indikator Jarak Jauh		
Keluaran	On	OFF
Motor pengaduk (for)	Berhasil	Berhasil
Pompa pengaduk (rev)	Berhasil	Berhasil
Pompa sirkulasi	Berhasil	Berhasil
Pompa Nutrisi	Berhasil	Berhasil

Dalam pembahasan ini berkaitan dengan judul diatas. Hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel 1, hasil pembacaan

alat ukur dapat dilihat pada tabel 2 dan untuk hasil perhitungan error dapat dilihat pada tabel 3.

Hasil perbandingan pembacaan sensor pada aplikasi Blynk dengan pembacaan alat ukur terdapat dua poin yang cukup signifikan yakni pada hari ke – 5 dan ke – 6. Selisih pembacaan pada hari ke – 5 adalah -3,10% dan hari ke – 6 adalah 4,9%. Perbedaan ini masih dapat diterima karena hanya muncul 2 kali dalam percobaan 9 hari. Meskipun sudah dikatakan layak, masih diperlukan kajian ulang terkait nilai error tersebut. Salah satu penyebab yang ditemukan adalah ujung probe sensor TDS terdapat zat kapur yang menempel sehingga mempengaruhi kinerja sensor TDS.

Hasil percobaan pada sensor pH meter sudah cukup memuaskan, perbedaan pembacaan sensor pada aplikasi Blynk dengan alat ukur hanya $\pm 2.5\%$ atau kurang dari 0,5 pH pada setiap pembacaan. Oleh karena itu sensor pH dapat dinyatakan layak pakai.

Hasil percobaan pada sensor temperature memiliki selisih pembacaan lebih besar dari 1 °C ditemukan 4 kali dalam 9 hari percobaan. Nilai tersebut sudah melebihi batas toleransi penyimpangan suhu ruang yaitu ± 1 °C. Maka dari itu untuk sensor temperature perlu dilakukan observasi guna mengurangi resiko yang berkelanjutan. Jadi untuk temperature sensor masih belum bisa dikatakan layak untuk dipakai. Penyebab dari tingginya pembacaan sensor suhu bisa diakibatkan karena instalasi yang kurang kuat dan kondisi sensor yang tidak optimal sehingga mempengaruhi hasil pembacaan sensor.

Hasil percobaan pada sensor ketinggian air memiliki selisih pembacaan yang sangat memuaskan yaitu tidak lebih dari ± 1 Cm dari perbandingan antara pembacaan sensor melalui Blynk dengan alat ukur ketinggian.

TABEL 7. AKTIFITAS POMPA NUTRISI

AKTIFITAS POMPA NUTRISI					
Hari	TDS Awal	Aktifitas Pompa	Total Dosing	Total Mixing	TDS Akhir
4	720	2 kali	10 detik	120 detik	1218
7	1070	2 kali	10 detik	120 detik	1515
9	1213	1 kali	5 detik	60 detik	1529

Hasil percobaan pengontrolan nutrisi pada hari ke 0 – 3, 4 – 6 dan 7 – 9 dapat dilihat dari tabel 1 dan tabel 2 bahwa nilai kadar nutrisi dalam air naik sesuai dengan target yang telah dimasukkan sesuai dengan gambar 5. Tabel 1 dan tabel 2 hari ke-8 nilai TDS kurang dari 1300 PPM sedangkan target nutrisi adalah 1500 PPM dan pada hari ke-9 nilai kadar nutrisi dalam air sudah lebih dari 1500 PPM. Ini dapat membuktikan bahwa kontrol nutrisi bekerja dengan baik. Aktifitas pompa dalam pengontrolan nutrisi agar sesuai dengan target pada gambar 5 dapat dilihat pada tabel 7.

Kesimpulan

Pada penelitian *Rancang Bangun Sistem Smart Farming Berbasis IOT Di Hidroponik*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuat alat *Rancang Bangun Sistem Smart Farming Berbasis IOT Di Hidroponik* dengan perancangan perangkat keras meliputi simulasi media tanam hidroponik sistem machida, perakitan

mikrokontroll (ESP 32) beserta sensor – sensor. Serta pemrograman mikrokontroll (ESP 32) dan pembuatan *user interface* di aplikasi blynk yang mudah untuk digunakan. Sehingga pengguna dapat memantau kualitas air tanpa harus berada di lokasi.

2. Hasil pengontrolan nutrisi secara otomatis berdasarkan hari setelah tanam dan pengontrolan kadar nutrisi agar tidak kurang dari nilai yang ditentukan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rencana pemrograman pada mikrokontroll yang terhubung dengan aplikasi blynk. Dimana aplikasi blynk berperan sebagai *input* data tanggal tanam dan batas nutrisi yang ditentukan oleh pengguna dengan 3 (tiga) tahapan pertumbuhan tanaman yaitu, masa netting, masa vegetatif dan masa generatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Waluyo, N. N. F. R. I. Mariati and Q. A. H. H. Rohman, "Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo," IKRA-ITH ABDIMAS, vol. 4, no. 1, pp. 61–64, 2021.
- [2] A. A. G. M. D. Putra and O. S. Ependi, "Analisis variasi jenis dan panjang sumbu terhadap pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik," Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, vol. 7, no. 2, pp. 166–173, 2019.
- [3] A. D. Nur'aini and J. K., "Urban Farming dalam kampung vertikal sebagai upaya efisiensi keterbatasan lahan," Jurnal Sains Dan Seni ITS, vol. 6, no. 2, 2017.
- [4] Susilawati, Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik. Palembang: Universitas Sriwijaya, 2019.
- [5] M. Marisa, C. Carudin and R. Ramdani, "Otomatisasi Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kadar Nutrisi Air menggunakan Teknologi NodeMCU ESP8266 pada Tanaman Hidroponik," Jurnal Teknologi Terpadu, vol. 7, no. 2, pp. 127–134, 2021.
- [6] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw and M.-J. Bogaardt, "Big Data in Smart Farming – A review," Agricultural Systems, vol. 153, pp. 69–80, 2017.
- [7] F. Susanto, N. K. Prasiani and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things dalam Kehidupan Sehari-hari," Jurnal Imagine, vol. 2, no. 1, 2022.
- [8] A. Ridho'i, K. Setyadjit and B. E. Yordhan, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan ESP32," Jurnal FORTECH, vol. 4, no. 1, pp. 20–26, 2023.
- [9] H. Kusumah and R. A. Restu Adi Pradana, "Penerapan trainer interfacing mikrokontroler dan internet of things berbasis ESP32 pada mata kuliah interfacing," Journal Cerita, vol. 5, no. 2, 2019.
- [10] F. Suryatini, W. Purnomo and R. R. Harlanti, "Sistem kendali penyemaian bersusun pada tanaman hidroponik berbasis logika fuzzy Tsukamoto dengan aplikasi Blynk," Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga, vol. 3, no. 1, pp. 37–46, 2023.
- [11] A. Lestari and A. Zafia, "Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things." LEDGER:

- Journal Informatic and Information Technology," *Journal Informatic and Information Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 17-24, 2022.
- [12] I. Asmbangnirwana, E. Endryansyah, P. W. Rusimamto and M. S. Zuhrie, "Pengendalian Suhu Air Nutrisi Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Berbasis Fuzzy Logic Controller," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 108-116, 2022.
- [13] M. I. Hakiki, U. Darusalam and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center," *Jurnal Media Informatika Budaya*, vol. 4, no. 1, pp. 150-156, 2020.
- [14] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi sensor ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk aplikasi sistem deteksi ketinggian air," *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 717-724, 2019.

