

Rancang Bangun Protokol ESP-Now Untuk Monitoring Kondisi Lingkungan Tanaman Hidroponik

Fajar Makmun Maimunir

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: fajar.20011@mhs.unesa.ac.id

Parama Diptya Widayaka

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: paramawidayaka@unesa.ac.id

Abstrak

Hidroponik merupakan salah satu teknik pertanian tanpa menggunakan tanah melainkan air sebagai media tanamnya sehingga dapat meningkatkan hasil lahan dan cukup mudah untuk diterapkan. Metode hidroponik dianggap sebagai media tanam yang ramah lingkungan karena prosesnya menggunakan bahan-bahan alam dan tidak menggunakan pestisida secara berlebihan. Pembudidayaan tanaman hidroponik membutuhkan pemantauan kondisi lingkungan yang baik untuk keberhasilan proses produksi. Dalam penelitian ini dirancang suatu sistem yang dapat memonitor kondisi lingkungan tanaman hidroponik seperti suhu, kadar keasaman larutan (pH), serta kelembaban secara nirkabel menggunakan protokol ESP-Now. Penelitian ini menggunakan metode analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi atau *ADDIE* yang berlokasi di tempat tinggal penulis. Alat ini menggunakan esp32 sebagai pusat kendali pembacaan sensor pada plan tanaman hidroponik sedangkan sebagai sistem monitoring menggunakan esp8266 yang terhubung ke platform *Arduino IoT cloud* sebagai antarmuka monitoring. Hasil dari pengujian yang dilakukan menyatakan bahwa sistem monitoring hidroponik yang menggunakan protokol ESP-Now dapat bekerja dengan baik. Pada pengujian protokol ESP-Now dengan jarak 15 meter hingga 20 meter dengan kondisi tanpa hambatan didapatkan kecepatan latensi sebesar 2 ms hingga 299 ms dan RSSI -87dBm hingga -108dBm. Pada platform *Arduino IoT Cloud* menampilkan data hasil monitoring berupa suhu air, pH air, suhu udara dan kelembaban di sekitar tanaman.

Kata Kunci: ESP-Now, Hidroponik, ESP32, ESP8266, Monitoring, Arduino IoT Cloud.

Abstract

Hydroponics is an agricultural technique that does not use soil but water as a planting medium so that it can increase land yields and is quite easy to implement. The hydroponic method is considered an environmentally friendly growing medium because the process uses natural ingredients and does not use excessive pesticides. Hydroponic plant cultivation requires good monitoring of environmental conditions for the success of the production process. In this research, a system was designed that can monitor the environmental conditions of hydroponic plants such as temperature, solution acidity (pH), and humidity wirelessly using the ESP-Now protocol. This research uses analysis, design, development, implementation and evaluation or *ADDIE* methods located at the author's residence. This tool uses esp32 as a control center for sensor readings on hydroponic plant plans, while as a monitoring system it uses esp8266 which is connected to the Arduino IoT cloud platform as a monitoring interface. The results of the tests carried out stated that the hydroponic monitoring system that uses the ESP-Now protocol can work well. In testing the ESP-Now protocol at a distance of 15 meters to 20 meters with conditions without obstacles, the latency speed was 2 ms to 299 ms and RSSI -87dBm to -108dBm. The *Arduino IoT Cloud* platform displays monitoring data in the form of water temperature, water pH, air temperature and humidity around the plants.

Keywords: ESP-Now, Hydroponics, ESP32, ESP8266, Monitoring, Arduino IoT Cloud.

PENDAHULUAN

Tanaman adalah organisme vegetatif yang ditanam dan dapat dibudidayakan untuk dimanfaatkan hasilnya, baik sebagai bahan obat maupun kebutuhan sehari-hari (Cahyono, 2019). Proses budidaya tanaman telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan produksinya. Salah satunya adalah

dengan metode penanaman hidroponik. Budidaya tanaman hidroponik merupakan salah satu teknik pertanian tanpa menggunakan tanah sehingga dapat meningkatkan efisiensi lahan dan cukup mudah untuk diterapkan (Megantoro dkk., 2022). Media tanam hidroponik menerapkan media air yang menggunakan larutan nutrisi yang kaya akan unsur hara sebagai

pengganti tanah dengan media pengganti seperti pasir, kerikil, serat kokos, atau bahan lainnya yang memiliki pori untuk media penyerapan air ke akar tanaman (Azmin dkk., 2020). Budidaya tanaman hidroponik hanya membutuhkan air sebanyak 10-20% dari jumlah air yang dibutuhkan untuk budidaya tanaman konvensional (Hidayah dkk., 2021). Meskipun memiliki keunggulan dalam penggunaan air, tanaman hidroponik memerlukan pemantauan kondisi lingkungan yang baik. Kondisi lingkungan yang kurang mendukung dapat menyebabkan stres pada tanaman, sehingga dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Setiawati dkk., 2020). Rata-rata tanaman yang ditanam menggunakan metode hidroponik mampu tumbuh dengan baik dalam rentang suhu 24°C hingga 30°C (Nusantara dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem untuk memonitor kondisi lingkungan tanaman hidroponik. Sistem yang mampu mengukur parameter penting seperti suhu, kelembaban, dan pH dalam larutan hidroponik secara real-time.

Penelitian ini dilakukan untuk merancang bangun alat yang dapat memantau kondisi lingkungan tanaman hidroponik dengan menerapkan protokol ESP-Now. Protokol ESP-Now dipilih karena efisiensi energinya, jangkauan yang luas, dan kemampuannya untuk mendukung komunikasi antar perangkat secara langsung tanpa memerlukan konektivitas internet (Arofah dkk., 2023). Dalam alat ini protokol ESP-Now digunakan untuk pengiriman data sensor dari hasil pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu air, suhu udara dan kelembaban sekitar tanaman, serta pH dalam larutan air hidroponik yang selanjutnya dikirimkan ke platform *Arduino IoT Cloud* agar pengguna dapat memantau kondisi lingkungan tanaman hidroponik secara *real time*.

METODE

ESP-Now

ESP Now adalah protokol komunikasi antar perangkat nirkabel *peer-to-peer* yang dikembangkan oleh *Espressif System*. Protokol ini digunakan untuk menghubungkan perangkat ESP8266 ataupun ESP32 yang dikembangkan oleh *Espressif System* tanpa harus terhubung dengan router atau koneksi internet.

RSSI (*Receiver Signal Strength Indicator*) adalah indikasi untuk menentukan perkiraan kekuatan koneksi antar perangkat untuk jaringan tertentu (Huda dan Budi, 2023). RSSI di definisikan dengan bentuk satuan (- x dBm). Artinya, memiliki nilai absolut yang lebih tinggi menunjukkan bahwa koneksi yang yang dicapai lebih kuat. Tabel 1. menampilkan indikasi cara menilai kekuatan RSSI dan cara menentukan

peringkat kekuatannya berdasarkan intensitas sinyal yang diperoleh.

Tabel 1. Peringkat RSSI

RSSI	Kekuatan Sinyal
>-70 dBm	Sangat Baik
-70 dBm to -85 dBm	Baik
-86 dBm to -100dBm	Cukup
<-100 dBm	Buruk
-120 dBm	Tidak Ada Sinyal

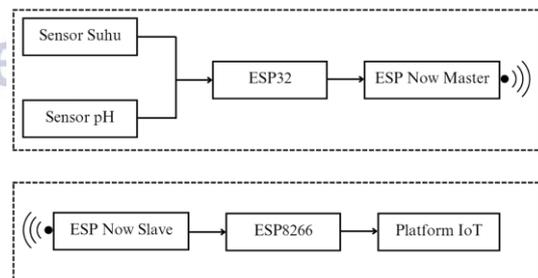
Waktu yang dibutuhkan untuk data dapat bergerak dari pengirim ke penerima di sebut dengan latensi. Pengujian latensi dalam protokol ESP Now dilakukan dengan mengatur pengiriman data dalam interval tetap dari satu node ke node yang lain lalu mencatatnya kemudian mengurangi waktu saat data dikirimkan dari waktu saat data diterima. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan latensi ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$Latency(ms) = (|waktu\ data\ diterima - waktu\ data\ dikirim|) - delay(1)$$

PERANCANGAN SISTEM

Diagram Blok

Diagram blok sistem dibuat mempermudah alur kerja keseluruhan sistem. Pada Gambar 1, digunakan ESP32 sebagai kontroler utama pembacaan sensor. Sensor suhu menggunakan 2 jenis sensor yaitu DS18B20 untuk mengetahui= suhu air yang dari media tanam yang digunakan, sensor BME280 yang digunakan untuk mengukur suhu serta kelembaban pada lingkungan tanaman. Sedangkan sensor pH digunakan untuk mengetahui kadar keasaman larutan nutrisi yang pada media tanam hidroponik. ESP32 akan diprogram sebagai *ESP-Now Master* yang akan mengirimkan data pembacaan sensor menggunakan protokol *ESP-Now*.



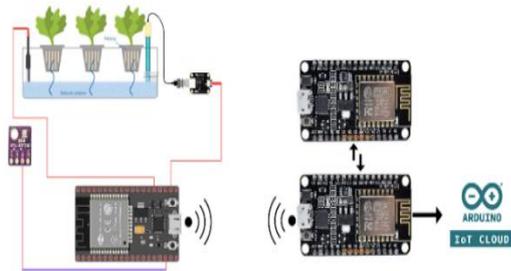
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1. ESP8266 diprogram sebagai *slave* untuk menerima data dari pembacaan sensor. Data yang telah diterima selanjutnya akan ditampilkan ke platform *Arduino IoT Cloud* untuk menampilkan

hasil dari pemantauan kondisi lingkungan tanaman hidroponik.

Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* di lakukan untuk membentuk suatu sistem rangkaian yang saling terhubung dan mengetahui peranan dari setiap komponen yang digunakan. Pada Gambar 2. merupakan desain sistem rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini.



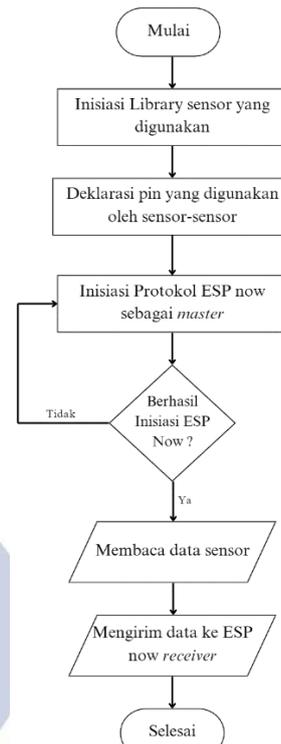
Gambar 2. Skematik Rangkaian

Hidroponik berperan sebagai objek penelitian yang diamati. ESP32 merupakan kontroler utama yang berfungsi untuk mengakses sensor-sensor yang digunakan dan sebagai *master*. Sensor ds18b20 terhubung dengan pin D4 pada ESP32 untuk menerima perubahan suhu pada larutan. Sensor BME280 terhubung dengan ESP32 menggunakan koneksi I2C pada pin SCL dan SDA. Sensor pH4502c terhubung pada pin D34 yang merupakan pin analog untuk dapat mengkonversi nilai hasil pembacaan sensor pH4502c yang memiliki keluaran analog. ESP8266 berfungsi sebagai *slave* untuk menerima data yang dikirimkan oleh ESP32 untuk ditampilkan ke platform *Arduino IoT Cloud*.

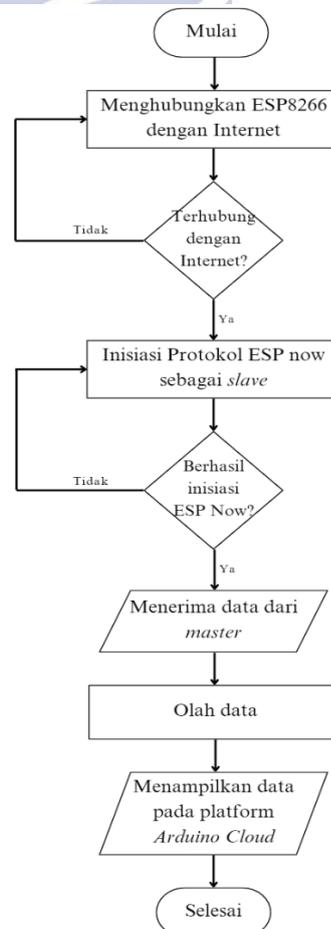
Diagram Alir Sistem

Gambar 3. merupakan diagram alir sistem *ESP-Now master* yang awali dari memulai program dan menjalankan sistem.

Selanjutnya dilakukan inisiasi untuk menentukan *library* yang digunakan. Kemudian mendeklarasikan beberapa pin yang digunakan untuk mengakses sensor. Setelah itu dilakukan inisiasi *ESP-Now* ESP32 sebagai *master*. Dan apabila *ESP-Now* berhasil di inisiasi dan program dimulai, maka proses pembacaan data suhu air, suhu udara, kelembaban, dan kadar pH oleh sensor. Setelah seluruh data sensor didapatkan, dilanjutkan dengan mengirim data tersebut melalui protokol *ESP-Now*.



Gambar 3. Diagram Alir ESP-Now Master



Gambar 4. Diagram Alir ESP-Now Slave

Pada Gambar 4. Terdapat diagram alir sistem untuk ESP-Now Slave yang diawali dengan menjalankan sistem dan memulai program. Lalu memastikan bahwa esp8266 telah dengan internet untuk dapat terhubung dengan platform *Arduino IoT Cloud*. Selanjutnya melakukan inisiasi pada program untuk esp8266 sebagai *slave*. Setelah berhasil terinisiasi, kemudian esp8266 masuk dalam kondisi *standby* untuk menerima data kiriman dari *master*. ketika data berhasil diterima data difilter dan di proses. Setelah itu data dari pemantauan kondisi lingkungan dikirimkan ke platform *Arduino IoT Cloud* untuk menampilkan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor pH4502c

Pengujian sensor pH4502c dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap perubahan pH. Pada penelitian ini pengujian dilakukan untuk mengukur kadar keasaman larutan nutrisi pada media tanam hidroponik. *Output* yang dihasilkan dari sensor yang diketahui adalah nilai tegangan dari perubahan sensor dan pembacaan nilai analog.

Tabel 2. Hasil Pengujian sensor pH4502c

No	Parameter	Tegangan (V)	pH		Nilai Error (%)
			Alat	Sensor	
1.	Buffer pH 4.01	3.2	3.75	3.64	3.02
2.		3.17	3.74	3.88	3.61
3.		3.19	3.73	3.68	1.36
4.		3.17	3.72	3.77	1.34
5.		3.2	3.63	3.62	0.28
Rata-rata		3.19	3.71	3.72	1.92
Akurasi (100% - Presentase Rata-rata Error)					98.08
No	Parameter	Tegangan (V)	pH		Nilai Error (%)
			Alat	Sensor	
6.	Buffer pH 6.86	2.58	6.66	6.69	0.45
7.		2.56	6.66	6.77	1.62
8.		2.57	6.68	6.74	0.89
9.		2.56	6.66	6.77	1.62
10.		2.56	6.67	6.76	1.33
Rata-rata		2.56	6.66	6.75	1.18
Akurasi (100% - Presentase Rata-rata Error)					98.2
No	Parameter	Tegangan (V)	pH		Nilai Error (%)
			Alat	Sensor	
11.	Buffer pH 9.18	2.11	9.27	9	2.91
12.		1.89	9.28	9.07	2.26
13.		2.16	9.31	8.91	4.3
14.		2.13	9.33	8.88	4.82
15.		2.11	9.25	8.83	4.54
Rata-rata		2.08	9.29	8.94	3.77
Akurasi (100% - Presentase Rata-rata Error)					96.23

Tabel 3. Hasil Pengujian ESP-Now

No.	Jarak (Meter)	Waktu Data diterima	Latensi (ms)	RSSI (dBm)	Status Pengiriman
1.	10	10:00.440	7	-96	Diterima
2.		12:02.433	4	-93	Diterima
3.		14:02.437	11	-96	Diterima
4.		16:02.448	3	-94	Diterima
5.		18:02.445	1	-93	Diterima
6.		20:02.444	1	-92	Diterima
7.		22:02.443	7	-95	Diterima
8.		24:02.450	2	-92	Diterima
9.		26:02.448	4	-92	Diterima
10.		28:02.452	5	-94	Diterima
11.		30:02.447	1	-92	Diterima
12.		32:02.448	12	-93	Diterima
13.		34:02.460	23	-93	Diterima
14.		36:02.483	29	-94	Diterima
15.		5:08.947	195	-94	Diterima
16.	7:08.652	294	-102	Tidak Terkirim	
17.	9:08.946	2	-94	Diterima	
18.	11:08.942	175	-91	Diterima	
19.	13:08.767	183	-100	Tidak Terkirim	
20.	15:08.950	7	-94	Tidak Terkirim	
21.	17:08.957	169	-96	Diterima	
22.	19:08.788	172	-102	Tidak Terkirim	
23.	21:08.960	185	-95	Diterima	
24.	23:08.775	180	-103	Tidak Terkirim	
25.	25:08.955	14	-93	Diterima	
26.	27:08.969	7	-91	Diterima	
27.	29:08.962	30	-91	Diterima	
28.	31:08.992	35	-90	Diterima	
Rata-rata			63	-94	

Pengujian menggunakan sampel air bersih yang larutkan dengan *buffer* pH. Pengambilan data dilakukan secara bertahap mulai dari *buffer powder* pH 4.00, pH 6.86, dan pH 9.18 yang masing-masing telah dicampur pada air 250ml dengan alat ukur pH meter. Tabel 2. Menunjukkan data hasil pengujian pH air yang dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur yang telah terkalibrasi. Terlihat bahwa pengujian yang diterapkan pada larutan *buffer* pH 4.01 diperoleh nilai rata-rata error pada pembacaan sebesar 1.92% sehingga didapatkan nilai akurasi sebesar 98.08%. Kemudian pada *buffer* pH 6.86 didapatkan tingkat akurasi pembacaan sebesar 98.2% dan nilai error sebesar 1.18%. Pada *buffer* pH 9.18 didapatkan nilai kesalahan sebesar 3.77% dan angka akurasi sebesar 96.23%.

Dari pengujian yang telah dilakukan beberapa kali maka didapatkan rata-rata presentase nilai *error* dari pembacaan pH oleh sensor sebesar 2.29%.

Pengujian ESP-Now

Pengujian menurut tabel 3 dilakukan untuk mengetahui komunikasi antar node esp-now master dan esp-now slave dapat terhubung dan berkomunikasi sesuai dengan konsep, serta memastikan bahwa pengiriman data dapat dikirim dan diterima dengan baik.

Dari data tabel 3, dilakukan pengujian jarak pengiriman ESP-Now 10 meter dan 20 meter. Dapat diketahui pada pengujian dengan jarak 10 meter seluruh data dapat diterima oleh slave dengan rata-rata latensi sebesar 29 ms dan RSSI sebesar -96dBm. Sedangkan pada jarak 20 meter terdapat beberapa kali data tidak terkirim dengan RSSI dari -100dBm hingga -103dBm dimana pada angka tersebut terindikasi kekuatan sinyal yang terhubung antara master dengan slave tidak terhubung yang menyebabkan data tidak terkirim.

Hasil Pengujian Alat

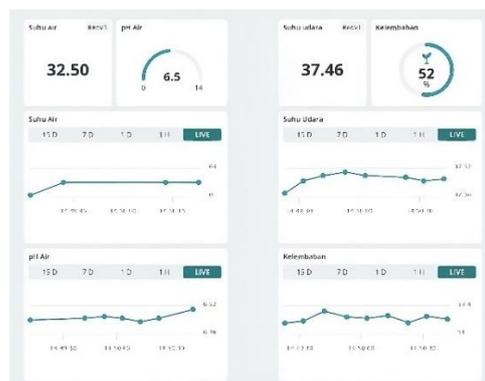
Pengujian diterapkan pada tanaman hidroponik sesuai dengan Gambar 5. yang berada diluar ruangan yang terintegrasi dengan sensor pH4502c, DS18B20, dan sensor bme280 yang terhubung dengan ESP32 master dengan ESP8266 slave ditempatkan didalam ruangan yang terjangkau dengan koneksi Wifi.



Gambar 5. Implementasi Alat ke Tanaman

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dalam memonitoring kondisi tanaman hidroponik. Pengambilan data dilakukan dalam waktu 5 hari selama ± 7 jam dengan resolusi pengambilan data sensor per 2 menit. Pengujian dilakukan sekitar pukul 09.00 – 16.00 WIB. Kemudian data tersebut ditampilkan pada platform *Arduino IoT Cloud*.

Dalam beberapa pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil tampilan dari platform *Arduino IoT Cloud* dan tampilan grafik data sensor seperti yang ditampilkan mulia dari Gambar 6. hingga Gambar 10.

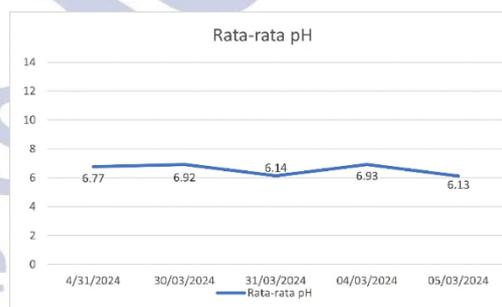


Gambar 6. Tampilan Arduino IoT Cloud

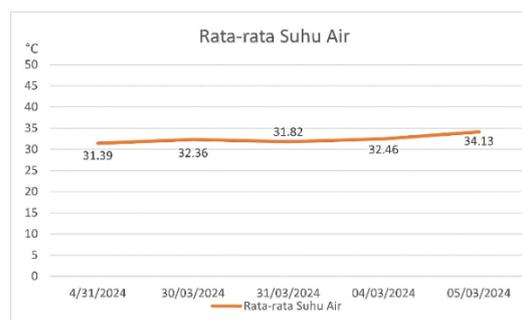
Tabel 4. Hasil Pengujian Monitoring

No.	Tanggal	Rata-rata pH	Rata-rata Suhu Air	Rata-rata suhu Udara	Rata-rata Kelembaban
1.	29-03-2024	6.77	31.39	36.35	49.37
2.	30-03-2024	6.92	32.36	37.32	44.51
3.	31-03-2024	6.14	31.82	36.78	53.11
4.	3-04-2024	6.93	32.46	37.42	39.32
5.	4-04-2024	6.13	34.13	39.09	45.76

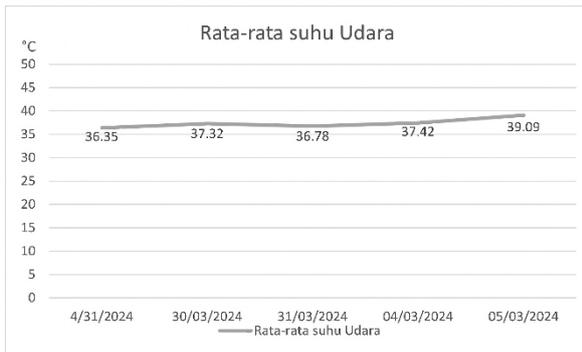
Dari data hasil pengujian pada Tabel 4. Didapatkan grafik perubahan masing masing variabel selama 5 hari pada gambar 7, gambar 8, gambar 9, dan gambar 10.



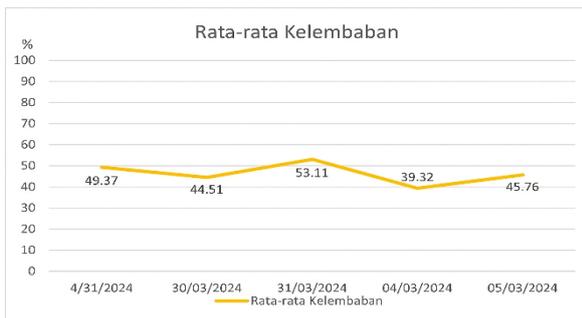
Gambar 7. Grafik pH air



Gambar 8. Grafik Suhu Air ds18b20



Gambar 9. Grafik Suhu Udara bme280



Gambar 10. Grafik Kelembaban bme280

Setelah dilakukan beberapa kali pengujian pada plan tanaman hidroponik, diketahui bahwa kinerja sensor cenderung stabil dalam mengukur kondisi lingkungan tanaman hidroponik.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan data yang diperoleh, maka didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Protokol ESP-Now dirancang menggunakan ESP32 sebagai *master* yang terhubung dengan sensor pH4502c, ds18b20, dan bme280 serta ESP8266 sebagai *slave* untuk memonitoring kondisi lingkungan tanaman hidroponik.
2. Koneksi ESP-Now dari ESP32 dan ESP8266 dapat melakukan pengiriman data optimal pada jarak 10 meter hingga 20 meter dengan rata-rata RSSI -94dBm.
3. Telah berhasil menampilkan hasil penerapan alat yang dirancang bangun untuk memonitoring tanaman hidroponik pada platform *Arduino IoT Cloud* menggunakan protokol ESP-Now.

Saran

Terdapat beberapa hal yang penulis sarankan untuk mendukung penelitian selanjutnya agar menjadi lebih baik:

1. Dapat ditambahkan antena eksternal pada mikrokontroler yang digunakan dalam pengiriman protokol ESP-Now agar dapat meningkatkan jarak dalam pengiriman.
2. Menambahkan sistem otomasi atau kontrol pada aplikasi untuk meningkatkan efisiensi dalam pemantauan serta pemantauan tanaman hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartati, Azmin Nikman, Nasir, Muh., Bakhtiar, dan Nehru, 2020. *Penggunaan Media Tanam Hidroponik Terhadap Produktivitas Pertumbuhan Tanaman Terong (Solanum melongena)*. *Oryza (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(2), 14–20.
- Cahyono, Adhi. 2019. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyiram Tanaman Berdasarkan Sensor Soil Moisture Dengan Menggunakan Arduino*. *Explore IT : Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 11(1).
- Arofah Mohammad Fajar, Mandayatma Eka, dan Nurcahyo Sidik. 2023. *Penerapan Protokol Komunikasi ESP-Now pada Portable Traffic Light*. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(1), 52–59.
- Hidayah, A., Pujilestari, N., dan Hervani, A. 2021. *Efisiensi Penggunaan Air dalam Sistem Irigasi Lahan dan Hidroponik*. *Jurnal Hasil Penelitian Argoklimat Dan Hidrologi*, 18.
- Huda Heris Warli, dan Budi Agung Setia. 2023. *Lokalisasi Dalam Ruang Menggunakan ESP-Now berbasis Wireless Sensor Network Trilateration dengan Model Free Space Path Loss*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7(6), 3009–3015.
- Megantoro Prisma, Prastio Rizki Putra, Kusuma Hafidz Faqih Aldi, Abror Abdul, Vigneshwaran Pandi, Priambodo Dimas Febriyan, dan Alif Diaz Samsun. 2022. *Instrumentation system for data acquisition and monitoring of hydroponic farming using ESP32 via Google Firebase*. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 27(1).
- Nusantara Endryaz Vergian, Ardiansah Irfan, dan Bafdal NNurpilihan. 2021. *Desain Sistem Otomatisasi Pengendalian Suhu Rumah Kaca Berbasis Web Pada Budidaya Tanaman Tomat*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(1), 34–42.
- Setiawati Rina, Septirosya Tiara, Irfan Mokhammad, dan Permanasari Indah. 2020. *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Cherry (Solanum lycopersicum var. cerasiforme) pada Sistem Hidroponik dengan Media Tanam Organik dan Nutrisi AB Mix*. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 4(2), 113–122.