

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SOLAR-POWERED IOT-BASED MONITORING SYSTEM FOR SOLAR PANELS AND HYDROPONIC PLANTS

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

Hikam Ar-Razy¹, Agus Wagyuana^{2*}

¹Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Email: hikam.ar-razy.te20@mhs.wpnj.ac.id

²Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Email: agus.wagyuana@elektro.pnj.ac.id

Received: October 10, 2024 Revised: November 25, 2024 Published: Januari 31, 2025
DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v26i2.32257>

Abstract

In urban areas, agricultural land is virtually non-existent due to the lack of space for cultivating vegetables. Therefore, a hydroponic farming system can serve as an alternative for growing crops without soil and in minimal space. This study aims to design and develop a solar-powered Internet of Things (IoT)-based monitoring system to monitor solar panels and hydroponic plants and to determine whether a 50Wp solar panel can support hydroponic farming. The system utilizes an ESP32 microcontroller equipped with various sensors, including the DHT22 for temperature and humidity, the BH1750 for sunlight intensity, and the HC-SR04 ultrasonic sensor to detect the capacity of the control tank. Sensor data is stored in the Google Firebase database and can be accessed in real-time through an Android application. Testing results show that the system effectively monitors environmental conditions and can enhance efficiency and sustainability in hydroponic farming. The solar panel generates an average power output of approximately 34.65 watts, measured using the PZEM-017 sensor, which is sufficient to meet the energy requirements for operating the devices and water pumps. The intensity of sunlight significantly affects the solar panel's power output. On November 20, 2024, at 11:50 AM WIB, sunlight intensity reached 7648 lux, resulting in a power output of 50.38 watts—this being the maximum power that the 50Wp solar panel can produce.

Keywords: Hydroponics; Internet of Things; ESP32 Microcontroller; Solar Panel; Monitoring System

Abstrak

Pada daerah perkotaan lahan pertanian sudah tidak mungkin ditemukan karena minimnya lahan untuk membudidayakan sayuran, oleh karena itu sistem pertanian hidroponik dapat menjadi alternatif sebagai opsi berocok tanam tanpa menggunakan tanah dan dengan lahan yang minim. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang bertenaga surya guna memantau panel surya dan tanaman hidroponik dan mengetahui apakah panel surya 50Wp dapat menjalankan sebuah budidaya hidroponik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan berbagai sensor, termasuk DHT22 untuk suhu dan kelembapan, BH1750 untuk cahaya matahari, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi kapasitas bak kontrol. Data dari sensor disimpan pada *database* Google Firebase dan dapat diakses secara *real-time* melalui aplikasi Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memonitor kondisi lingkungan secara efektif dan dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam pertanian hidroponik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya didapatkan dengan rata-rata sekitar 34,65 Watt yang diukur menggunakan sensor PZEM-017 dan angka tersebut sudah memenuhi kebutuhan energi listrik untuk mengoperasikan alat dan pompa air. Besaran nilai cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya, pada 20 November 2024 pukul 11:50 WIB cahaya matahari mencapai 7648 lux, daya yang dihasilkan adalah 50,38W angka ini merupakan daya listrik maksimum yang dapat dihasilkan oleh panel surya 50Wp.

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

Kata Kunci: Hidroponik; Internet Of Things; Mikrokontroler ESP32; Panel Surya; Sistem Monitoring

PENDAHULUAN

Dalam era perubahan iklim dan terbatasnya sumber daya alam, penting untuk mengembangkan metode pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan. *Internet of Things* (IoT) telah membawa revolusi dalam berbagai industri, termasuk pertanian. Dengan memanfaatkan sensor-sensor untuk membaca parameter dan sebuah mikrokontroler yang terhubung secara internet, pengelola kebun dapat mengontrol dan memantau kondisi lingkungan dan nutrisi tanaman secara real-time dari jarak jauh [1]. Dengan menggunakan sistem *monitoring* dan kontrol tanaman hidroponik berbasis *Internet of Things* yang berjalan dengan baik dapat memudahkan pengelola tanaman hidroponik dalam memonitor dan mengontrol tanaman hidroponik dari jarak jauh melalui internet. [2]

Penggunaan Panel Surya sebagai suplai daya listrik dalam sistem pertanian hidroponik memberikan manfaat signifikan yang mencakup kemandirian energi, serta kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan karena termasuk dalam kategori *Green Energy* [3].

Dalam penelitian ini, akan dibuat suatu alat monitoring tanaman hidroponik di SDN 06 Sukabumi Selatan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor DHT22, TDS Meter, BH1750, dan Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang akan mendeteksi suhu, kelembapan, nutrisi pada bak kontrol, cahaya matahari, dan juga kapasitas bak kontrol pada tanaman hidroponik di SDN 06 Sukabumi Selatan dengan tenaga surya sebagai *power supply*. Perancangan alat ini bertujuan untuk menentukan komponen untuk membangun sistem *monitoring* tanaman hidroponik yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan bertenaga surya. Sistem ini akan memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan tanaman secara *real-time* dari jarak jauh, meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian hidroponik. Sistem ini dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber utama energi. Panel surya akan mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik untuk menjalankan alat dan menyalakan pompa air.

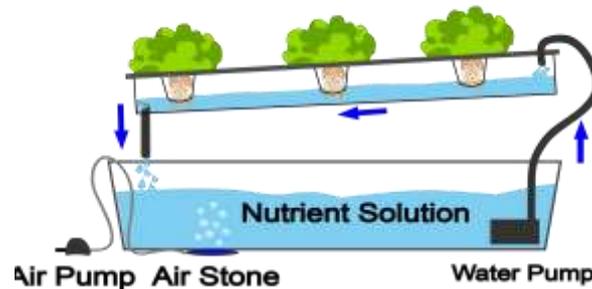
Cahaya matahari sangat diperlukan untuk menghasilkan energi listrik yang diperoleh melalui panel surya, semakin tinggi besaran nilai cahaya matahari yang diterima oleh panel surya [4], semakin banyak energi yang dapat dikonversi menjadi listrik. Pembaruan yang diterapkan pada penelitian ini adalah membangun sistem *monitoring* tanaman hidroponik beserta panel surya menggunakan database dari Google Firebase yang merupakan penyedia *server open source* yang nantinya digunakan sebagai penyimpan data dari ESP32 untuk dikoneksikan pada aplikasi Android yang akan digunakan.

METODE PENELITIAN

Hidroponik adalah metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, di mana akar tanaman diberi nutrisi melalui larutan nutrisi yang diberikan secara langsung ke akar. Metode ini telah menjadi semakin populer dalam pertanian modern karena kelebihanannya dalam penggunaan air yang efisien, kontrol nutrisi yang baik, serta pengurangan risiko penyakit tanaman terkait dengan tanah [5] Sistem irigasi hidroponik dirancang untuk mengantarkan larutan nutrisi secara langsung dan efisien ke akar tanaman tanpa

menggunakan tanah, oleh karena itu larutan nutrisi dipompa ke dalam pipa yang sedikit miring. Larutan ini mengalir tipis di dasar pipa, menciptakan film nutrisi yang dapat diserap oleh akar tanaman [6]. Gambar 1 menunjukkan sistem irigasi hidroponik yang diterapkan pada SDN 06 Sukabumi Selatan.

Nutrient Film Technique



Gambar 1 Sistem Irigasi Tanaman Hidroponik

(sumber : <https://www.nosoilsolutions.com/nutrient-film-technique-nft-hydroponics/>)

Larutan nutrisi hidroponik atau pupuk racikan adalah larutan yang dibuat dari bahan-bahan kimia yang diberikan melalui media tanam, yang berfungsi sebagai nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Tanpa pemberian nutrisi, sebaik apapun sistem hidroponik yang dibuat, tanaman tidak akan tumbuh dengan baik [6]. Tabel 1 merupakan acuan untuk pemberian kadar nutrisi dalam bak kontrol air berdasarkan jenis sayuran yang akan dibudidayakan.

Tabel 1 Besaran Nilai Nutrisi Hidroponik

Jenis Tanaman	Nilai ppm
Kangkung	900 – 1200
Pakcoy	800 – 1000
Sawi	800 – 1000
Selada	700 – 1000
Bayam	800 – 1000
Kale	900 – 1200
Brokoli	1000 – 1200
Basil	800 – 1000
Mint	700 – 900
Seledri	1200-1500

(sumber : <https://www.nosoilsolutions.com/how-to/how-to-grow-hydroponic/>)

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi tanaman untuk melakukan fotosintesis, proses di mana tanaman mengubah cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa. Pada tanaman Pakcoy yang diberi cahaya sebesar 3.290 Lux dapat menghasilkan tanaman yang lebih besar [7]. Tabel 2 menunjukkan besaran nilai cahaya matahari untuk tanaman hidroponik yang dibudidayakan di SDN 06 Sukabumi Selatan.

Tabel 2. Besaran Nilai Cahaya Matahari Dalam Budidaya Hidroponik

Jenis Tanaman	Lux (lx)	Keterangan
---------------	----------	------------

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

Selada	2.152 – 4.305 lux	Cahaya sedang hingga tinggi
Kangkung	1.520 – 2.380 lux	Cahaya sedang
Pakcoy (Bok Choy)	440 – 3.290 lux	Cahaya rendah hingga sedang,

(sumber : e-Proceeding of Engineering : Vol.7, No.1 April 2020)

Sistem *monitoring Internet of Things (IoT)* adalah sebuah sistem yang memungkinkan pemantauan dan pengelolaan perangkat serta data secara *real-time* melalui jaringan internet. Sistem ini akan menggabungkan sensor, perangkat, dan aplikasi untuk mengumpulkan, mengirimkan, serta menganalisis data dari berbagai sumber [8].

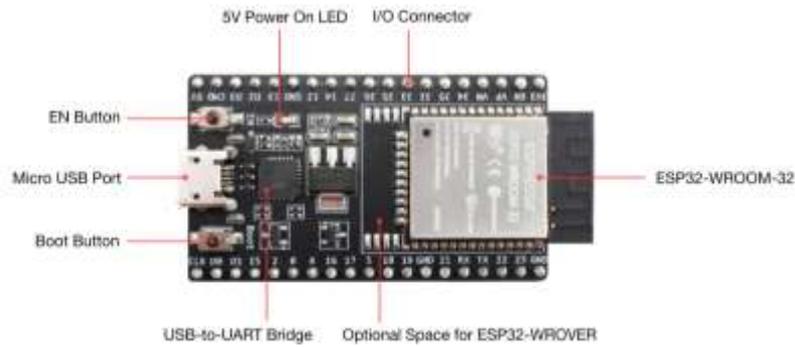
Panel surya yang terdiri dari sel-sel fotovoltaik, yang merupakan unit dasar yang mengubah energi matahari menjadi listrik [9] Setiap sel fotovoltaik pada panel surya terbuat dari bahan semikonduktor, biasanya silikon, yang menghasilkan arus listrik saat terkena sinar matahari. Ketika sinar matahari mengenai sel fotovoltaik, energi foton diserap oleh bahan semikonduktor, menyebabkan elektron-elektron dalam bahan tersebut bergerak dan menciptakan arus listrik [10]. Maka cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya, pada siang hari panel surya akan cenderung menghasilkan lebih banyak energi listrik dibandingkan pagi dan sore hari dikarenakan pada saat siang hari merupakan puncak cahaya matahari tertinggi . Tabel 3 merupakan spesifikasi panel surya yang digunakan.

Tabel 3. Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	Detail
Merk / Manufaktur	ST-Solar
Dimensi	67 x 43 x 2,5 cm
Berat	2,5 Kg
Material	Monocrystalline
<i>Max Volt</i>	18.24 V
<i>Max Amp</i>	2.75 A
<i>Watt Peak</i>	50Wp
<i>Conversion Rate</i>	18%

(sumber : ST-Solar *Spesification Label*)

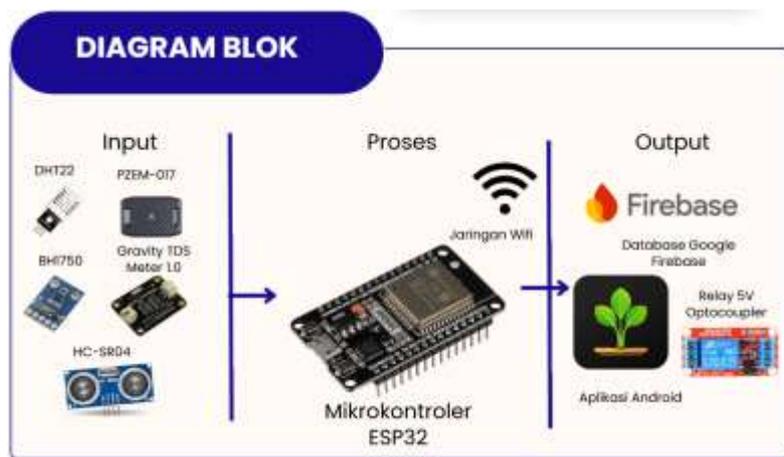
ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh perusahaan Espressif Systems. mikrokontroler ini memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengakses jaringan internet melalui modul *Wi-Fi* dan juga dilengkapi dengan kemampuan untuk menjalankan berbagai macam aplikasi dan protokol komunikasi. Base plate ESP 32 berfungsi sebagai landasan atau basis untuk memasang ESP32, menyediakan konektor dan terminal yang memudahkan penghubungan dengan berbagai perangkat dan sensor [11]. Base plate ESP32 memiliki ukuran 55x67x15 mm dengan kondisi ESP32 dipasangkan pada *expansion slot*. Base plate dilengkapi dengan regulator tegangan dan fitur manajemen daya lainnya yang memastikan suplai listrik stabil untuk ESP32 dan komponen terkait.



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32 DOIT DEVKIT V1

(sumber : <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/stable/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkit.html>)

Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat antara lain sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor larutan nutrisi Gravity TDS Meter 1.0, sensor cahaya BH1750, sensor ultrasonik HC-SR4, dan sensor tegangan, arus, watt PZEM-017. Sensor tersebut merupakan komponen input dari alat *monitoring* sebagai pembaca parameter disekitar tanaman hidroponik. Data – data tersebut dikumpulkan pada *database* Google Firebase dan akan ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi Android.

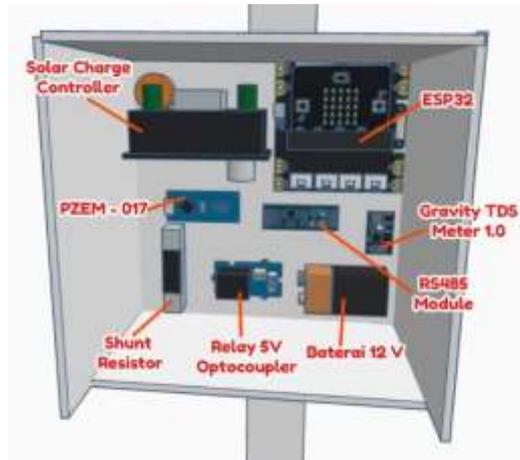


Gambar 3. Blok Diagram Sistem



Gambar 4. Visualisasi Penempatan Alat

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA



Gambar 5. Visualisasi Tampak Dalam Box Panel

Prosedur Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk memastikan alat bekerja sesuai dengan *datasheet* yang diberikan dan hasil yang didapatkan sesuai dengan kondisi pada saat pengujian alat dilakukan. Hasil dari parameter yang diukur akan disimpan dalam format table dan dihitung selisih dan persentase kesalahan dari pengujian tersebut. Adapun rumus untuk menghitung persentase kesalahan adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{\text{Sensor yang diuji} - \text{Alat Ukur Lain}}{\text{Alat Ukur Lain}} \times 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi cuaca, tempat pengujian berada di lapangan sekolah dan lobi sekolah agar data yang didapatkan memiliki variasi dalam pengukuran suhu dan kelembapan. Tabel 4 merupakan data hasil pengujian suhu. Tabel 4 merupakan hasil pengujian kelembapan.

Tabel 4. Pengujian Suhu

Percobaan	HTC - 1	DHT22	Selisih	Persentase Kesalahan	Keterangan Akurasi
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	%	Akurat atau Tidak Akurat
1	28,2	28,5	0,3	1,05	Akurat
2	31,8	32,3	0,5	1,55	Akurat
3	35,7	36,4	0,7	1,92	Akurat
4	34,2	34,8	0,6	1,72	Akurat
5	27,1	27,5	0,4	1,45	Akurat
6	33,2	33,5	0,3	0,90	Akurat
7	31,3	31,5	0,2	0,63	Akurat
8	30,5	30,9	0,4	1,29	Akurat

9	35,4	36,1	0,7	1,94	Akurat
10	38,7	39,2	0,5	1,28	Akurat

Tabel 5. Pengujian Kelembapan

Percobaan	HTC - 1	DHT22	Selisih	Persentase Kesalahan	Keterangan Akurasi
	Kelembapan (%)	Kelembapan (%)	Kelembapan (%)	%	Akurat atau Tidak Akurat
1	58	60,8	2,8	4,61	Akurat
2	47	49,18	2,18	4,43	Akurat
3	66	68,12	2,12	3,11	Akurat
4	70	73,3	3,3	4,50	Akurat
5	88	90,37	2,37	2,62	Akurat
6	45	47,5	2,5	5,26	Akurat
7	67	68,52	1,52	2,22	Akurat
8	74	76,8	2,8	3,65	Akurat
9	92	95,63	3,63	3,80	Akurat
10	52	53,93	1,93	3,58	Akurat

Tabel diatas merupakan hasil pengujian dari parameter suhu dan kelembapan dari HTC-1 dan sensor DHT22 dengan kondisi pengujian dilakukan di halaman sekolah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengukuran suhu menggunakan sensor HTC-1 dan DHT22 memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi. Selisih suhu antara kedua sensor berkisar antara 0,2°C hingga 0,7°C, dengan rata-rata persentase kesalahan berada di bawah 2%. Nilai persentase kesalahan ini menunjukkan performa yang baik dan akurasi pengukuran yang konsisten berdasarkan datasheet HTC-1 yang memberikan toleransi pengukuran suhu maksimum 1°C. Seluruh percobaan menunjukkan hasil yang akurat, dengan persentase kesalahan maksimum hanya 1,94%. Perbedaan pengukuran kelembapan antara HTC-1 dan DHT22 berkisar antara 1,52% hingga 3,63%. Selisih ini menunjukkan bahwa pengukuran oleh DHT22 konsisten dengan hasil pengukuran HTC-1 yang memiliki *datasheet* toleransi pengukuran kelembapan sebesar 5%.

Prosedur pengujian cahaya matahari dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan antara kedua alat yang diuji, dengan *datasheet* masing masing alat. AS-803 digunakan untuk membandingkan sensor BH1750 dan keduanya sudah dikalibrasi sesuai dengan *datasheet* masing masing alat dengan skema pengujian pada kondisi pemasangan alat di halaman sekolah dengan sensor pendeteksi cahaya diarahkan keatas sesuai dengan arah cahaya matahari.

Tabel 6. Pengujian Cahaya Matahari

Percobaan	AS-803	BH1750	Selisih	Persentase Kesalahan	Keterangan Akurasi
-----------	--------	--------	---------	----------------------	--------------------

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

	Lux (lx)	Lux (lx)	Lux (lx)	%	Akurat atau Tidak Akurat
1	2467	2492	25	1,01	Akurat
2	4621	4685	64	1,38	Akurat
3	3890	3958	68	1,75	Akurat
4	2862	2890	28	0,98	Akurat
5	722	731	9	1,25	Akurat
6	556	566	10	1,80	Akurat
7	260	269	9	3,46	Akurat
8	291	301	10	3,44	Akurat
9	2875	2912	37	1,29	Akurat
10	3228	3260	32	0,99	Akurat

Hasil dari pengujian AS-803 dengan sensor BH1750 sebanyak 10 kali perbedaan antara pengukuran AS-803 dan BH1750 bervariasi dari yang terkecil 9 lux (pada percobaan 5, 7) hingga yang terbesar 68 lux (pada percobaan 3). Semua percobaan dalam tabel menunjukkan hasil yang dikategorikan akurat, dengan persentase kesalahan yang relatif rendah, di bawah 5%. Perbedaan hasil pengukuran (selisih) antara AS-803 dan BH1750 bervariasi, mulai dari 9 lux hingga 68 lux. Setelah dilakukan perhitungan, rata-rata selisih dari semua percobaan adalah 29,2 lux. Ini menunjukkan bahwa secara umum, perbedaan pengukuran antara kedua alat tersebut relatif kecil, dengan rata-rata selisih yang berada di kisaran 29,2 lux. Sedangkan, persentase kesalahan untuk setiap percobaan menunjukkan hasil yang bervariasi antara 0,98% hingga 3,46%. Rata-rata persentase kesalahan dari seluruh percobaan adalah 1,735%.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Waktu dan tanggal	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Lux (lx)	Voltase (V)	Ampere (A)	Watt (W)
20 Nov 2024 09:28 WIB	35	63	3836	15,2	2,2	33,44
20 Nov 2024 11:05 WIB	36	58	6917	16,18	3,08	49,83
20 Nov 2024 13:40 WIB	38	52	7648	16,15	3,12	50,38
20 Nov 2024 15:37 WIB	36	61	2237	15,23	1,82	27,71
21 Nov 2024 10:41 WIB	34	65	4884	15,38	2,48	38,14
21 Nov 2024 12:18 WIB	36	57	6452	16,21	3,10	50,25
21 Nov 2024 14:52 WIB	35	59	4810	15,27	2,47	37,71
22 Nov 2024 10:08 WIB	34	50	2891	14,86	1,94	28,82

22 Nov 2024 12:46 WIB	34	47	3182	15,24	2,18	33,22
22 Nov 2024 13.22 WIB	32	55	1261	14,16	1,26	17,84
22 Nov 2024 15:12 WIB	28	88	854	14,62	0,88	12,86

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran suhu, kelembapan, cahaya matahari, voltase, arus (Ampere), dan daya (Watt) selama 3 hari. Suhu tercatat dalam rentang 28°C hingga 38°C, dengan suhu tertinggi pada siang hari, tepatnya pukul 13:40 WIB tanggal 20 November 2024. Sebaliknya, suhu terendah ditemukan pada sore hari tanggal 22 November 2024. Pola ini menunjukkan peningkatan suhu pada siang hari dan penurunan menjelang sore.

Kelembapan udara bervariasi antara 47% hingga 88%, dengan kelembapan tertinggi pada sore hari 22 November 2024. Sebaliknya, kelembapan terendah terjadi pada siang hari tanggal yang sama. Pola ini menunjukkan bahwa kelembapan cenderung lebih tinggi di pagi dan sore hari dibandingkan siang hari.

cahaya matahari berada dalam rentang 854 lux hingga 7648 lux. Puncak cahaya matahari terjadi pada siang hari, tepatnya pukul 13:40 WIB tanggal 20 November 2024, sedangkan intensitas terendah tercatat pada sore hari 22 November 2024.

Voltase tercatat stabil, dengan nilai antara 14,16 V hingga 16,21 V. Nilai tertinggi terjadi pada siang hari 21 November 2024, sementara nilai terendah ditemukan pada siang hari 22 November 2024. Pola ini mencerminkan fluktuasi kecil yang tetap berada dalam kisaran normal. Arus listrik bervariasi dari 0,88 A hingga 3,12 A, dengan arus tertinggi tercatat pada siang hari 20 November 2024 dan terendah pada sore hari 22 November 2024. Pola ini menunjukkan penggunaan daya yang lebih tinggi pada siang hari. Daya listrik juga mengikuti pola serupa, dengan nilai tertinggi sebesar 50,38 W pada pukul 11:05 WIB tanggal 20 November 2024 dan terendah sebesar 12,86 W pada pukul 15:12 WIB tanggal 22 November 2024. Daya meningkat ketika arus dan voltase berada pada tingkat tinggi, yang umumnya terjadi pada siang hari.

KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pembuatan alat *monitoring* panel surya dan tanaman hidroponik berbasis *internet of things* menggunakan suplai daya listrik dari panel surya menghasilkan data pengujian sensor yang digunakan cukup akurat berdasarkan perbandingan pengujian dengan alat ukur lain. Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya selama pengujian dilakukan adalah 39,38 Watt berdasarkan hasil pengukuran menggunakan sensor PZEM-017 dan sudah memenuhi kebutuhan listrik untuk pompa air 25 Watt. Nilai cahaya matahari juga berpengaruh terhadap energi listrik yang dihasilkan, semakin tinggi nilai cahaya matahari maka semakin besar daya listrik yang diperoleh panel surya, yang ditandai oleh pengujian yang dilakukan pada 20 Nov 2024 pukul 13.40 WIB, cahaya matahari mencapai 7648 lux, dan daya yang dihasilkan adalah 50,38 W besaran nilai ini merupakan nilai puncak dari spesifikasi panel surya yang digunakan yaitu 50Wp. Pada sensor Gravity TDS Meter 1.0 dapat dengan akurat mengukur kadar larutan sekitar 200 sampai 750 ppm jika dibandingkan dengan alat ukur TDS-3, dikarenakan pada spesifikasi sensor menyatakan bahwa tingkat akurasi Gravity TDS Meter 1.0 sekitar 10%. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan larutan dengan kadar ppm diatas 1000 ppm, Gravity TDS Meter 1.0 tidak dapat memberikan besaran nilai yang lebih dari 1060

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

ppm hal ini mengartikan bahwa spesifikasi yang disebutkan untuk Gravity TDS Meter 1.0 sudah sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Nandika dan E. Amrina, “Sistem Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Sigma Teknika*, vol. 4, no. 1, hlm. 1–8, (2021).
- [2] P. Hidayatullah, M. Orisa, dan A. Mahmudi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot),” (2022).
- [3] T. Artiningrum dan J. Havianto, “Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari Improve The Role Of Clean Energy Through The Utilization Of Sun Rays,” (2019).
- [4] M. Khumaidi Usman, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya,” *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 9, no. 2, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/powerelektro>
- [5] C. N. Harsela, “Sistem Hidroponik Menggunakan Nutrient Film Technique Untuk Produksi dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.),” *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 11, hlm. 17136–17144, Nov 2022, doi: 10.36418/syntax-literate.v7i11.11983.
- [6] S. Darmawaningsih *dkk.*, “Sistem Pengairan Otomatis pada Budidaya Hidroponik dengan Teknik Nutrient Film Technique,” *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 7, no. 2, hlm. 347–350, Agu 2022, doi: 10.25047/j-dinamika.v7i2.2865.
- [7] P. Adi Nugraha, E. Rosdiana, dan A. Qurthobi, “Analisis Pengaruh Intensitas Dan Pola Pencahayaan Led (Light Emitting Diode) Berwarna Putih Pada Pertumbuhan Tanaman Pakchoi (*Brassica Rapa* L) Di Dalam Ruang,” (2020).
- [8] A. Selay *dkk.*, “INTERNET OF THINGS,” *Karimah Tauhid*, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X, (2022).
- [9] D. L. Hardianto, “Analisis Keluaran Energi Listrik Pada Panel Surya 60 Wp Ditinjau Dari Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Suhu Dan Iradiasi Matahari,” (2022).
- [10] P. Siagian dan R. Manurung, “Pengembangan Panel Surya 120 Wp Dengan Solar Tracker Double Axis Sebagai Bahan Pembelajaran Mahasiswa di Program Studi Teknik Mesin UHN,” vol. 3, no. 2, (2022).
- [11] W. Eka Febri Anggara, H. Yuana, dan W. Dwi Puspitasari, “Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Esp32 Dan Framework Blynk,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Vol. 7 No. 5, Oktober (2023).