



JASEE

Journal of Application and Science on Electrical Engineering

<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index>



SISTEM MONITORING SUHU KOTAK *SMARTPHONE CHARGER* TENAGA SURYA MENGUNAKAN NODEMCU ESP8266

Yohanes Skifoanus Nogo Tolomaking^{1*}, Fachrudin Hunaini¹, Moh. Uhida Subhan¹

¹Teknik Elektro - Universitas Widya Gama Malang, Malang - Indonesia

Corresponding author, email: [*nogoyohaneskifoanus@gmail.com](mailto:nogoyohaneskifoanus@gmail.com)

Abstract

Growing energy demand and the depletion of fossil fuel resources have increased the need for sustainable alternative energy sources. Solar energy is suitable for tropical regions and can be applied to small-scale charging systems. This study designs and implements a temperature monitoring and control system for a solar-powered mobile phone charging box to maintain internal temperature stability and support battery charging performance. The system uses a NodeMCU ESP8266 microcontroller, DHT22 sensor, cooling fan, lighting load, Wi-Fi communication, and Blynk Internet of Things platform for real-time smartphone monitoring. Temperature and humidity data are collected inside the box and transmitted to Blynk, while the fan is activated automatically when the temperature exceeds the predefined threshold. Test results show that the system detected changes in operating conditions. When the fan was off and the lamp was on, the temperature was 28°C with 68.40% humidity. When the fan was on and the lamp was off, the temperature reached 30°C with 78.50% humidity. Solar panel output varied from 19.9 V, 0.393 A, and 7.834 W in the morning to 16.02 V, 0.16 A, and 2.563 W in the afternoon. These findings indicate that the proposed system can support real-time monitoring and automatic thermal control.

Keywords: Solar energy, NodeMCU ESP8266, DHT22, IoT, Blynk, monitoring system.



p-ISSN : 2721-3625

e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya kebutuhan energi dan semakin menipisnya cadangan bumi memaksa manusia mencari sumber- sumber energi alternatif [1]. Ketergantungan pada sumber energi fosil seperti batu bara dan minyak bumi tidak hanya meningkatkan emisi karbon yang merusak lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko terhadap keberlanjutan pasokan energi di masa depan. Salah satu sumber energi terbarukan yang mudah dijangkau di wilayah tropis seperti Indonesia adalah energi surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menawarkan solusi ramah lingkungan, efisien, dan dapat diterapkan secara fleksibel baik di area perkotaan maupun pedesaan [2]. Salah satu cara memanen radiasi panas dan cahaya yang dipancarkan matahari menjadi listrik adalah dengan memanfaatkan teknologi sel surya. Sel surya merupakan alat untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik [1].

Terdapat studi kasus yang pernah dilakukan oleh Alan Maulana Adams, Ade Irfansyah, Setyo Hariyadi Untuk mendukung pengelolaan sistem, teknologi IoT diintegrasikan agar pengguna dapat

<https://doi.org/10.31328/jasee.v6i2.03>

Received: 31-Jul-2025

Revised: 10-Sep-2025

Accepted: 24-Sep-2025, published by ©UWG Press 2025

memantau status pengisian daya, kapasitas baterai, dan tegangan secara real-time melalui *smartphone*. Dengan asumsi kondisi cuaca cerah bersuhu 25–30°C, sistem ini diharapkan dapat beroperasi optimal di luar ruang. Meski beberapa fasilitas pengisian daya telah tersedia di area kampus, belum ada yang secara khusus ditempatkan di lapangan terbuka [3].

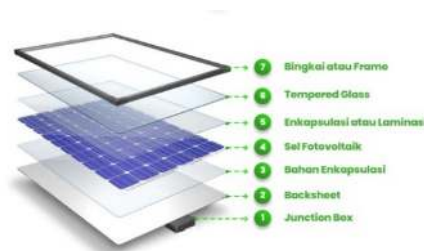
Internet of Things (IoT) adalah bidang penelitian yang sangat menjanjikan yang terdiri dari sensor dan peralatan elektronik yang bekerja sama melalui jaringan internet, yang memungkinkan data dikirim melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia-ke-manusia atau dari manusia ke perangkat. Dengan hours meter, perangkat ini dapat disambungkan ke Internet dan kemudian digunakan untuk memonitor alat secara berkala dan mengontrol on/off motor secara real time [5].

Salah satu masalah utama yang diidentifikasi adalah Ruang Kotak *Smartphone charger* yang terlalu panas dapat menurunkan kinerja pengisian batrei handphone. Penggunaan kipas angin atau pendingin ruangan (AC) biasanya menggunakan energi listrik dari jaringan PLN secara terus menerus dapat menyebabkan konsumsi energi yang tinggi serta biaya operasional yang besar. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring suhu kotak *smartphone charger* tenaga surya menggunakan nodemcu esp8266. Beberapa komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, modul sensor DHT22, mikrokontroler esp8266 digunakan untuk mengirimkan data secara realtime ke aplikasi blynk IoT untuk menampilkan informasi suhu dan kelembapan melalui *smartphone*.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Sel surya (solar cell) atau yang disebut juga (*photovoltaic*) adalah *semiconductor* yang dapat mengubah energi matahari secara langsung menjadi energi listrik DC (arus searah) dengan menggunakan kristal Si (*silicon*) yang tipis.



Gambar 2.1 Panel Surya

Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan tergantung pada tingkat efisiensi jenis sel surya dan juga luas permukaan panel serta intensitas cahaya yang diserap panel, yang dinyatakan oleh rumus berikut [4].

$$P = I \cdot A \cdot \eta \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

P = Daya listrik yang dihasilkan

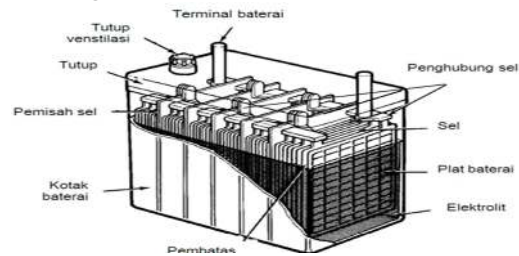
I = Intensitas radiasi yang diserap panel

A = Luas penampang efektif panel surya

η = Efisiensi sel surya.

2.2 Akumulator

Accu merupakan alat penyimpan energi listrik dalam satuan Watt Hour. Accu dibagi dalam 2 jenis yaitu accu basah dan accu kering. Accu basah adalah accu yang menggunakan cairan sebagai media untuk menyimpan energi listrik, sedangkan accu kering adalah accu yang menggunakan serbuk untuk menyimpan energi listrik.



Gambar 2.2 Accu

Dalam menentukan kapasitas atau kemampuan accu untuk menyimpan energi listrik yang berasal dari panel surya yang akan digunakan sebagai penyedia energi daya listrik ke beban secara efisien [5].

Kapasitas accu dapat dinyatakan pada persamaan dibawah ini :

$$Ah = I \cdot t \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

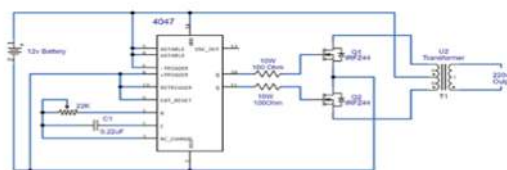
Ah = Kapasitas accu

I = Kuat arus (Ampere)

t = Waktu (jam/sekon)

2.3 Solar Charger Controller

Fungsi dari komponen ini adalah untuk menjaga agar baterai tidak kelebihan tegangan (over charger) dengan begitu maka akan memperawet umur baterai. Solar *Charge Controller* terbagi menjadi 2 jenis. Yaitu MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dan PWM (*Pulse Width Modulation*).



Gambar 2.3 Solar Charger Controller

MPPT mampu menyesuaikan tegangan input dan arus output untuk mengoptimalkan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sementara itu, PWM mengatur tegangan input dengan cara memotong sinyal DC secara periodik untuk menjaga kestabilan accu [6].

2.4 Sensor Suhu DHT22

DHT22 merupakan sensor dengan kalibrasi yang menerapkan teknik pengumpulan sinyal digital dan teknologi penginderaan kelembaban. Sensor ini memiliki keandalan dan stabilitas sangat baik. Elemen penginderaan sensor ini terhubung dengan 8-bit chip tunggal komputer. DHT22 memiliki fitur kalibrasi dan koefisien yang sangat akurat.

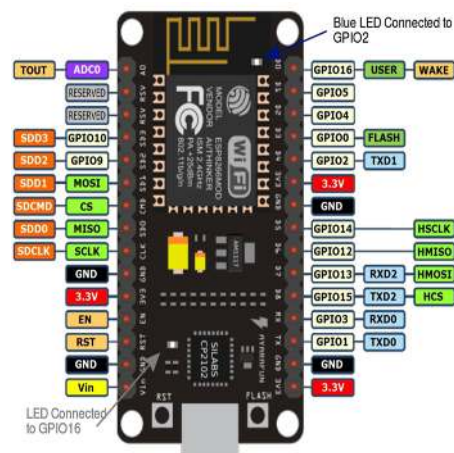


Gambar 2.4 DHT22

DHT22 adalah *sensor digital* kelembaban dan suhu relatif. *Sensor DHT22* menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada *pin* data. Sensor ini memiliki Komponen berkualitas sangat tinggi Untuk sensor DHT22 dapat mengukur berbagai suhu dan kelembaban Kirim sinyal *output* melalui kabel hingga 20 meter [7].

2.5 Nodemcu ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wi-fi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wi-fi. NodeMcu merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan Bahasa pemrograman Lua, namun dapat juga menggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya.

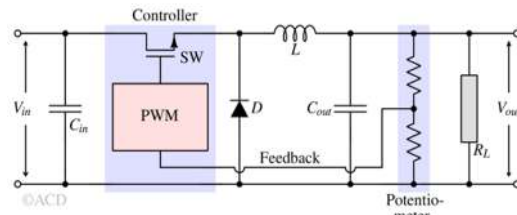


Gambar 2.5 NodeMcu Esp8266

Modul NodeMCU ESP8266 ini berperan sebagai pusat untuk mengolah data dan penghubung dengan jaringan Wi-Fi [8].

2.6 Buck Converter

Sensor "*step-down* DC" atau modul *step-down (buck converter)* adalah perangkat yang menurunkan tegangan DC dari level lebih tinggi ke lebih rendah dengan efisiensi tinggi. Komponennya meliputi induktor, saklar (biasanya MOSFET), dioda, kapasitor, dan kontroler. Cara kerjanya melibatkan siklus aktif (on), di mana arus mengalir dan menyimpan energi dalam induktor, dan siklus nonaktif (off), di mana induktor melepaskan energi ke beban melalui diode [9].



Gambar 2.6 Buck Converter

2.7 Aplikasi Blynk

Blynk adalah *platform Internet of Things (IoT)* yang mempermudah pengguna untuk mengontrol perangkat fisik melalui aplikasi seluler. Dengan *blynk* dapat membuat antarmuka pengguna yang intuitif dan berinteraksi dengan berbagai jenis perangkat yang ada seperti mikrokontroler, Arduino, raspberry Pi, dan lain sebagainya. *Blynk* menyediakan aplikasi seluler yang dapat di unduh ke perangkat Android atau iOS.



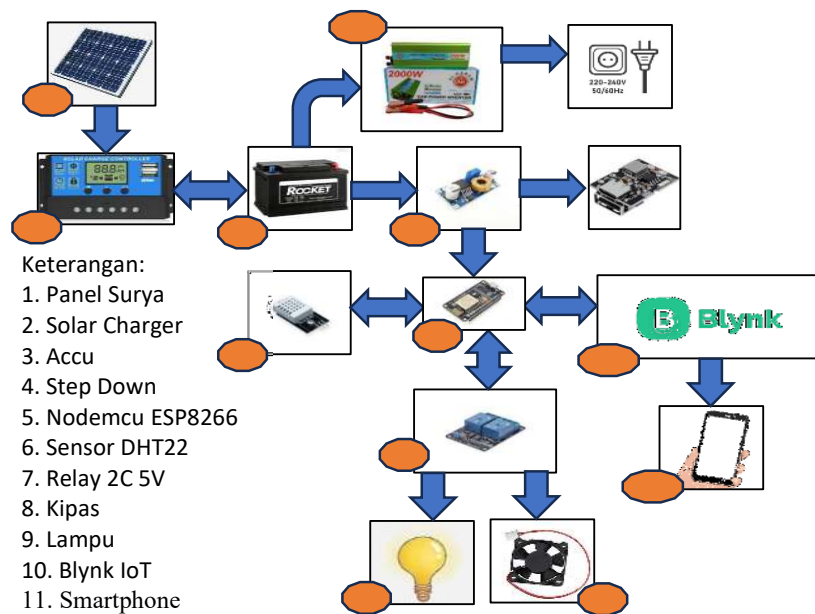
Gambar 2.7 Blynk

Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya. *Blynk* tidak hanya berfungsi sebagai platform "*cloud IoT*," dan juga merupakan solusi yang efisien dalam penghematan waktu dan juga sumber daya saat merancang aplikasi yang terhubung dengan produk dan layanan [8].

3. METODE

3.1 Perancangan perangkat keras

Berikut adalah perancangan perangkat keras Sistem monitoring suhu Kotak *Smartphone charger* Tenaga Surya dengan NodeMCU Esp8266:

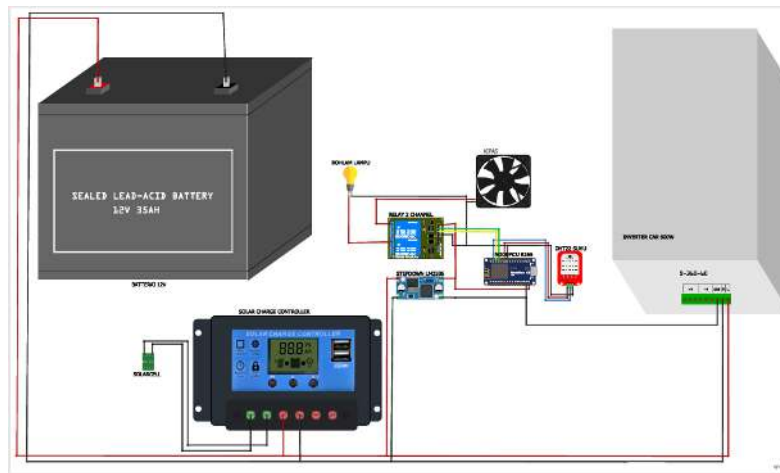


Gambar 3.1 perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras sistem monitoring suhu kotak charger tenaga surya berbasis NodeMCU ESP8266 terdiri atas NodeMCU sebagai pusat kendali dan modul komunikasi WiFi, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu, serta panel surya sebagai sumber energi utama. Energi dari panel surya disimpan dalam baterai melalui *solar charge controller* untuk menjaga kestabilan daya. NodeMCU memperoleh suplai dari baterai melalui modul *step-down*, kemudian mengolah dan mengirim data suhu melalui jaringan WiFi ke aplikasi Blynk agar kondisi suhu kotak charger dapat dipantau secara *real-time*.

3.2 Skematika Perancangan Sistem

Berikut merupakan Skematika Perencanaan system dari suhu kotak charger tenaga surya menggunakan Nodemcu Esp8266:



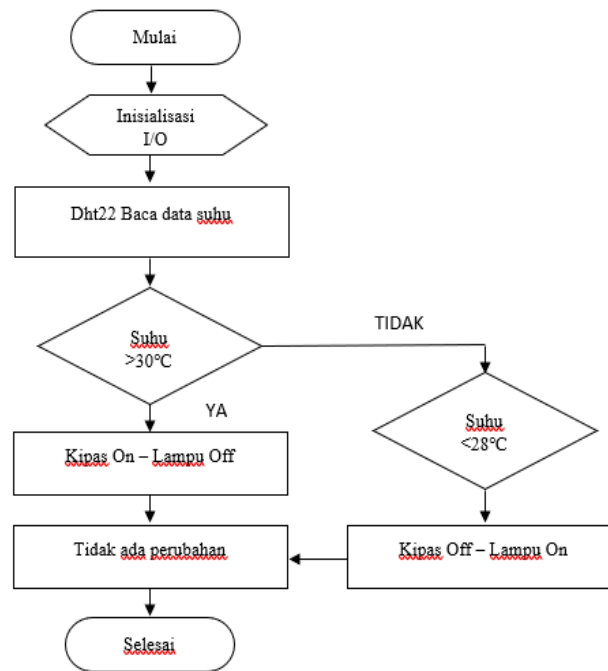
Gambar 3.2 Skematika Perancangan Sistem

Suhu berpengaruh terhadap kinerja dan keamanan pengisian baterai *lithium-ion* pada *smartphone*. Meskipun baterai dapat beroperasi pada rentang suhu -20°C hingga 60°C , suhu pengisian yang paling ideal berada pada rentang 15°C sampai 35°C . Pengisian baterai di luar rentang suhu tersebut dapat mempercepat penurunan kinerja dan umur pakai baterai serta meningkatkan risiko terjadinya panas berlebih. Pada sistem kotak *smartphone charger* tenaga surya, pengendalian suhu ruang kotak diperlukan untuk mencegah akumulasi panas. Oleh karena itu, suhu kerja antara 28°C hingga 30°C ditetapkan sebagai kondisi yang aman dan mendukung proses pengisian daya secara efisien [10].

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan sensor DHT22 dan NodeMCU Esp8266 yang terhubung dengan Internet untuk menghasilkan data dengan maksud adanya terjadi *feedback* transfer data suhu oleh sensor DHT22 dari luar yang terdeteksi, data terbaca dan tampil dalam aplikasi Arduino IDE, terjadinya konektivitas data diproses dan disimpan pada database, lalu data diproses guna dapat ditampilkan melalui Aplikasi Blynk dan juga dikoneksikan pada *Android smartphone*.

3.3 Flowchart Kerja Sistem

Berikut ini merupakan *Flowchart* kerja sistem.



Gambar 3.3 *Flowchart* Kerja Sistem

Flowchart diatas menggambarkan alur kerja sistem yang berfungsi untuk mengontrol suhu di dalam kotak *smartphone charger* tenaga surya agar tetap stabil menggunakan sensor suhu DHT22, modul NodeMCU ESP8266, dan relay dua channel sebagai pengendali kipas dan lampu indikator. Sistem hanya berhenti jika daya dimatikan. Ketika dihidupkan kembali, proses akan kembali dari tahap inisialisasi.

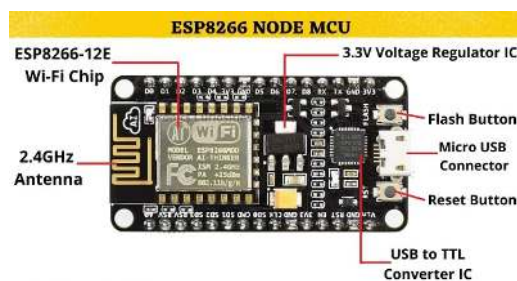
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 pengujian alat

Pengujian alat adalah proses untuk memastikan bahwa seluruh komponen dan rangkaian sistem bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuan yang telah dirancang. Tujuannya agar alat dapat dioperasikan secara andal, aman, dan efisien sebelum digunakan secara nyata di lapangan.

4.2 pengujian NodeMcu Esp8266

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah mikrokontroler ESP8266 merespon program yang diupload melalui Software Arduino IDE. Program yang digunakan adalah perintah blynk, yang akan membuat LED pada board ESP8266 berkedip.



Gambar 4.1 Skema pengujian NodeMcu Esp8266

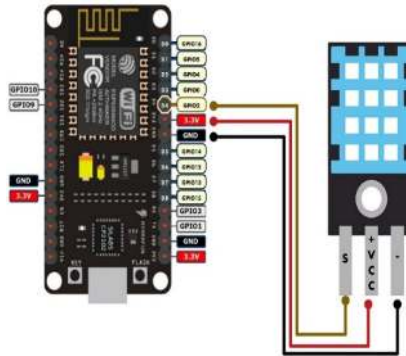
Tabel 4.1 pengujian NodeMcu Esp8266

No	Keterangan	Indicator
1	Program tidak diupload	Lampu Padam
2	Program diupload	Lampu berkedip

Data hasil pengujian diatas menunjukan bahwa mikrokontroler NodeMCU Esp8266 dapat bekerja dengan baik melalui aplikasi Software Arduino IDE.

4.3 pengujian sensor DHT22

Sensor DHT22 bertugas mengukur suhu serta kelembapan udara di lingkungan sekitarnya dan mengubah hasil pengukuran tersebut menjadi data digital.



Gambar 4.2 konektivitas sensor DHT22 ke Esp8266

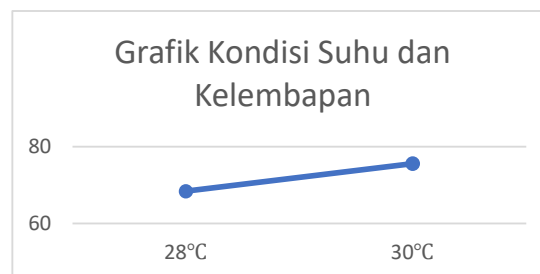
Fungsi utamanya membaca data lingkungan (suhu & kelembapan) untuk diproses oleh mikrokontroler. Ciri-cirinya:

- Menghasilkan data digital, jadi mudah dibaca mikrokontroler.
- Mempunyai tingkat akurasi cukup baik ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu, $\pm 2-5\%$ untuk kelembapan).
- Bekerja dengan tegangan 3.3V – 5V, cocok dengan NodeMCU.

Tabel 4.2 hasil pengujian sensor DHT22

Kondisi		Status Indikator	
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan (%)	Kipas	Lampu
28.00 $^{\circ}\text{C}$	68.40	Off	On
30.00 $^{\circ}\text{C}$	75.60	On	Off

Dari data diatas dapat dianalisis bahwa Pada suhu rendah 28 $^{\circ}\text{C}$, sistem mendeteksi bahwa ruangan masih dalam kondisi sejuk. Karena itu, kipas tidak perlu menyala untuk menurunkan suhu. Namun lampu menyala karena sistem menggunakan logika bahwa suhu rendah menandakan pencahayaan diperlukan atau sebagai indikator siaga. Ketika suhu naik menjadi 30 $^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan meningkat hingga 75%, sistem menganggap ruangan terlalu panas atau lembap.

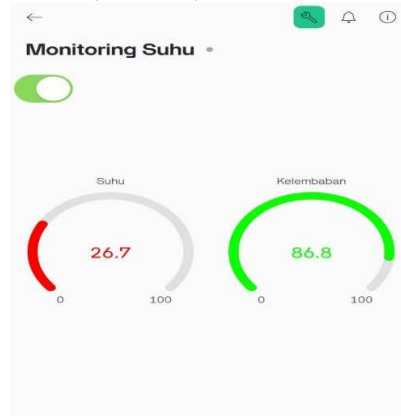


Gambar 4.3 Grafik pengujian Sensor DHT22

Titik berwarna biru menunjukkan kondisi saat kipas menyala (ON), yaitu ketika suhu mencapai 30 $^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan sekitar 75.6%.

4.4 pengujian konektivitas blynk

Pengujian konektivitas Blynk dengan ESP8266 dilakukan untuk memastikan bahwa mikrokontroler dapat terhubung dengan server Blynk melalui jaringan WiFi dan mampu mengirim serta menerima data secara real-time. Pada tahap ini, fokus utama bukan pada sensor, tetapi pada uji komunikasi antara perangkat dan aplikasi Blynk.



Gambar 4.4 tampilan Aplikasi Blynk

Secara umum, langkah pengujiannya dimulai dengan memprogram ESP8266 menggunakan kode sederhana yang berisi *auth token* dari Blynk, serta data jaringan WiFi seperti SSID dan password. Setelah program diunggah ke mikrokontroler, dilakukan pemantauan melalui Serial Monitor pada Arduino IDE untuk melihat status koneksi. Jika koneksi berhasil, biasanya akan muncul pesan seperti “*Connected to WiFi*” dan “*Blynk connected*”.

4.5 Pengujian Output Accu

Tujuan dari pengukuran accu ini adalah untuk mengetahui:

Kondisi tegangan (V), arus (A), dan daya (W) accu selama waktu tertentu. Perbandingan performa accu tanpa beban dan dengan beban. Pengaruh beban listrik (lampu, kipas, ESP8266, inverter, stopkontak) terhadap penurunan tegangan dan penggunaan daya accu.

Tabel 4.3 Pengujian accu dengan beban

Jam	Accu		
	V	I	P
18:00	12.50	1.21	15.44
19:00	12.48	1.25	15.60
20:00	12.40	1.28	15.87
21:00	12.31	1.35	16.62
22:00	12.18	1.42	17.29
23:00	12.05	1.46	17.59
00:00	11.92	1.51	17.99

Total energi yang digunakan selama 7 jam, kita dapat menghitungnya sebagai berikut:

1. Total Energi Selama 7 Jam

$$E_{total} = 15.12 + 15.60 + 15.87 + 16.62 + 17.29 + 17.59 = 98.09 \text{ Wh}$$

2. Konversi ke Ampere-Jam (Ah)

Rata-rata tegangan:

$$V_{avg} = \frac{12.60 + 12.48 + 12.40 + 12.31 + 12.18 + 12.05 + 11.92}{7} = 12.27 \text{ V}$$

$$Ah = \frac{98.09}{12.27} = 7.99 \text{ Ah}$$

3. Hasil Akhir (08:00–14:00):

Total Energi Terpakai: $\approx 98.09 \text{ Wh}$

Setara Kapasitas: $\approx 7.99 \text{ Ah}$

Durasi Penggunaan: 7 Jam.

4.6 Pengujian output panel surya

Pengujian ini melibatkan pengukuran tegangan dan arus untuk menghitung daya output, dilakukan di bawah kondisi standar Pengujian dan kondisi lingkungan nyata. Parameter penting yang diukur termasuk efisiensi konversi dan degradasi kinerja seiring waktu. Hasil pengujian ini memberikan informasi penting tentang kualitas, daya tahan, dan efisiensi panel surya.

Tabel 4.4 pengujian panel surya

Waktu	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
7:00	19.9	0.393	7.834
8:00	18.17	0.42	7.631
9:00	18.50	0.994	18.263
10:00	18.55	1.339	19.720
11:00	18.70	1.228	22.917
12:00	18.75	0.51	9.592
13:00	19.55	1.028	20.111
14:00	19.75	0.54	10.665
15:00	18.02	0.32	5.766
16:00	16.02	0.16	2.563

Tujuan pengukuran dalam pengujian *output* panel surya adalah untuk menentukan kinerja dan efisiensi panel dalam mengubah sinar matahari menjadi listrik, serta untuk mengevaluasi kualitas, daya tahan, dan penurunan kinerja panel dari waktu ke waktu.

5. SIMPULAN

Dari pengujian dan analisis maka dapat disimpulkan beberapa poin.

1. Perancangan sistem monitoring suhu kotak *smartphone charger* tenaga surya menggunakan Nodemcu Esp8266 sebagai mikrokontroler iot, panel surya untuk *supplay* tegangan dan daya yang merupakan energi baru terbarukan, kemudian sensor DHT22 untuk membaca data sensor suhu dan kelembapan kemudian data ditampilkan pada *platform* blynk menggunakan *smartphone*.
2. Sistem dapat membaca suhu pada sensor DHT22 28°C dengan kelembapan 68,40 dengan beban kipas OFF dan lampu ON, kemudian sistem juga dapat membaca suhu 30°C dengan kelembapan 78,50 dengan beban kipas ON dan lampu OFF.
3. Sistem dapat menghasilkan Tegangan 19,9V, Arus 0,0393A, dan Daya 7,834W pada pagi hari, kemudian pada sore hari sistem menghasilkan Tegangan 16,02V, Arus 0,16A dan Daya 2,563W.
4. Sistem monitoring berbasis Esp8266 dan Blynk mampu bekerja secara otomatis dengan fungsi pengiriman data sensor, kendali perangkat, serta pengamanan lokal yang menjamin sistem

tetap berjalan stabil Secara online. Logika pengendalian yang diterapkan sudah sesuai dengan tujuan, yaitu menjaga kenyamanan suhu ruangan sekaligus mengoptimalkan penggunaan energi listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian skripsi ini tidak akan mungkin terjadi tanpa doa kedua orangtua saya, serta *support* dari dosen pembimbing saya, yaitu Pak Fachrudin Hunaini dan Pak Moh Uhida Subhan. Terima kasih juga atas bantuan yang diberikan oleh Pak Sabar Setiawidayat selaku kaprodi serta Pak Gigih Priyadoko selaku dosen wali saya beserta pengurus Himpunan Mahasiswa Elektro, tanpa bantuan tersebut penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan tepat waktu.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. Latifah *et al.*, "Rancang Bangun Kontrol Charger Station Dengan Panel Surya Berbasis Mikrokontroler," *J. Print. J. Pengemb. Rekayasa Inform. dan Komput. /*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [2] F. E. Maulana *et al.*, "Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Energi Pengendalian Suhu Ruangan Berbasis Arduino," *J. illu Ekon. Pendidik. Dan Tek.*, vol. 02, 2025.
- [3] A. Alan Maulana, I. Ade, and H. Setyo, "Rancang Bangun Pengisi Daya Baterai Handphone Berbasis Panel Surya Dan Teknologi Iot Di Lapangan Perwira Dirgantara," *ejournal.poltekbangsby.ac.id*, vol. Vol 01, pp. 1–15, 2025.
- [4] M. Pardawantara, F. A. S.T., M.Kom, and R. M.Kom, "Perancangan Sistem Solar Tacking Dual Axis Untuk Optimasi Panel Surya Menggunakan Sensor LDR Dan Gyroscope Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Intell. Networks IoT Glob.*, vol. Vol.1 No.1, p. 98, 2023.
- [5] W. Sriyanto and S. Setiawidayat, "JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering," *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 27–37, 2022.
- [6] R. Lastry Rajagukguk, D. Damaris Br Bangun, D. Agave Manurung, D. Kurniawan, and J. Agustina Purba, "SINERGI Polmed : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Kajian Inverter Pure Sine Wave Terhadap Beban Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 100 Wp I N F O A R T I K E L," vol. 04, no. 02, pp. 70–78, 2023.
- [7] M. H. Basri, "Perancangan Kontrol Sistem Fertigasi Pada Green House Berbasis IoT," *AKIRATECH J. Comput. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2024.
- [8] K. Hamamni, M. Mukhsim, and D. Siswanto, "Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IoT," *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 35–46, 2021, doi: 10.31328/jasee.v1i02.12.
- [9] R. Bangun, P. Detektor, and S. Surya, "Rancang Bangun Prototipe Detektor Suhu, Kelembaban dan Kualitas Udara menggunakan Sensor, Mikrokontroler, Sel Surya dan IoT. Cogito Smart Journal | VOL. 9 - NO.2, 2023," *Cogito Smart J.*, vol. 9, no. 2, pp. 411–421, 2023.
- [10] J. Wang, T. Deng, and W. Shang, "Temperature effect and thermal impact in lithium-ion batteries: A review," *J. homepage www.elsevier.com/locate/pnsmi*, pp. 653–666, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2018.11.002>.