

INDUCTIVE CHARGING PORTABEL DENGAN PANEL SURYA SEBAGAI PENGISIAN BATERAI HANDPHONE YANG MUDAH DAN PRAKTIS

Ni Putu Agustini¹, Alfarid Hendro Yuwono^{1*}, M. Ibrahim Ashari¹, Radimas Putra Muhammad Davi Labib¹, Zulfikar Zauzi¹, I Made Wartana¹, Reza Diharja², Sirojul Hadi³, Parama Diptya Widayaka⁴

¹ Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia

² Universitas Jayabaya, Jakarta, Indonesia

³ Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

⁴ Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^{*} alfaridhendroyuwono@lecturer.itn.ac.id

Abstrak – Penggunaan teknologi ponsel tidak dapat dilepaskan dari penggunaan charger. Charger umumnya digunakan membutuhkan energi listrik dari PLN dan generator. Panel surya dapat menjadi solusi sebagai alternatif baru untuk menyediakan sumber energi listrik. Induktif charging yang menggunakan elektromagnetik dalam sistemnya tidak memerlukan kabel saat digunakan. Alat ini menggunakan dua lilitan kumparan, yaitu lilitan primer yang terhubung dengan powerbank, dan lilitan sekunder untuk menerima dan mentransfer tegangan ke beban, dalam hal ini handphone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya berfungsi sesuai dengan intensitas sinar matahari. Jika panel surya terkena cahaya matahari yang tidak maksimal atau cuaca berawan, tegangan output yang dihasilkan mengalami penurunan drastis. Baterai powerbank dapat menerima daya dari panel surya dengan baik, sehingga powerbank dapat terisi selama 460 menit dengan tegangan output sebesar 4 volt. Baterai handphone dapat menerima daya dari powerbank dengan rata-rata kenaikan setiap 1% baterai memerlukan waktu 8,5 menit. Sistem pengisian induktif dalam penelitian ini menggunakan panel surya 3 WP dengan sistem pembangkit sinyal gelombang sinus frekuensi 90 kHz dan dua kumparan sebagai sistem transmisi energi berbasis inductive charger.

Abstract–The use of mobile phone technology cannot be separated from the use of chargers. Chargers are generally used requiring electrical energy from PLN and generators. Solar panels can be a solution as a new alternative to provide a source of electrical energy. Inductive charging that uses electromagnetics in its system does not require cables when used. This tool uses two coil windings, namely the primary winding connected to the powerbank, and the secondary winding to receive and transfer voltage to the load, in this case a mobile phone. The results showed that solar panels function according to the intensity of sunlight. If solar panels are exposed to sunlight that is not optimal or cloudy weather, the output voltage produced decreases drastically. Powerbank batteries can receive power from solar panels well, so the powerbank can be charged for 460 minutes with an output voltage of 4 volts. Mobile phone batteries can receive power from the power bank with an average increase every 1% batteries takes 8.5 minutes. The inductive charging system in this study uses a 3 WP solar panel with a sine wave signal generation system of 90 kHz frequency and two coils as an energy transmission system based on a inductive charger.

Kata kunci: Inductive Charger, Electromagnetics, Panel Surya,

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dari tahun ke tahun telah menunjukkan kemajuan yang mengesankan. Salah satu inovasi yang menonjol adalah penggunaan wireless charger, atau yang juga dikenal sebagai transfer daya nirkabel [1]. Teknologi ini memungkinkan transfer energi elektromagnetik dari sumber daya ke perangkat listrik tanpa menggunakan kabel penghubung [2]. Keunggulan utama teknologi ini adalah kemudahan penggunaannya. Saat ini, pengisian nirkabel semakin populer dan menjadi fitur standar pada berbagai produk komersial, terutama pada ponsel dan perangkat pintar portabel. Pada tahun 2014, banyak produsen smartphone terkemuka, seperti Samsung, Apple, dan Huawei, mulai menghadirkan perangkat generasi baru yang dilengkapi dengan teknologi pengisian nirkabel bawaan [3]. Penelitian dari IMS Research memproyeksikan bahwa pasar pengisian nirkabel akan mencapai 4,5 miliar pada tahun 2016, sementara Pike Research memperkirakan bahwa produk bertenaga nirkabel akan mengalami peningkatan tiga kali lipat pada tahun 2020, mencapai pasar sebesar 15 miliar.

Dibandingkan dengan pengisian menggunakan kabel, pengisian nirkabel membawa beragam manfaat seperti berikut:

1. Menghapus kerumitan pengguna dalam mengisi smartphone karena tidak perlu lagi menyambungkan kabel. Berbagai jenis smartphone dan model perangkat dapat menggunakan pengisi daya yang sama tanpa perlu memperhatikan jenis koneksi USB yang dibutuhkan [3].
2. Memungkinkan desain dan fabrikasi perangkat yang lebih kecil karena tidak perlu lagi memasang baterai, karena energi dapat ditransmisikan langsung ke smartphone tanpa perlu melalui kabel.
3. Meningkatkan daya tahan produk, seperti ketahanan terhadap air dan debu, untuk perangkat yang tidak memiliki kontak fisik dengan pengisi daya.
4. Meningkatkan fleksibilitas, terutama untuk perangkat yang mengganti baterai atau terhubung dengan kabel pengisian daya yang mungkin mahal, berbahaya, atau tidak praktis, seperti sensor implan tubuh.
5. Memberikan daya yang sesuai dengan permintaan perangkat yang diisi dayanya, sehingga lebih fleksibel dan hemat energi.

Namun, pengisian nirkabel memiliki biaya implementasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengisian menggunakan kabel. Pertama, pengisian nirkabel memerlukan pemasangan pengisi daya khusus sebagai pengganti pengisian daya tradisional dengan kabel. Kedua, perangkat seluler harus dilengkapi dengan sistem pemancar dan penerima daya nirkabel. Selain itu, karena pengisi daya nirkabel cenderung menghasilkan lebih banyak panas daripada pengisi daya kabel, diperlukan biaya tambahan untuk sistem peredam panas [4].

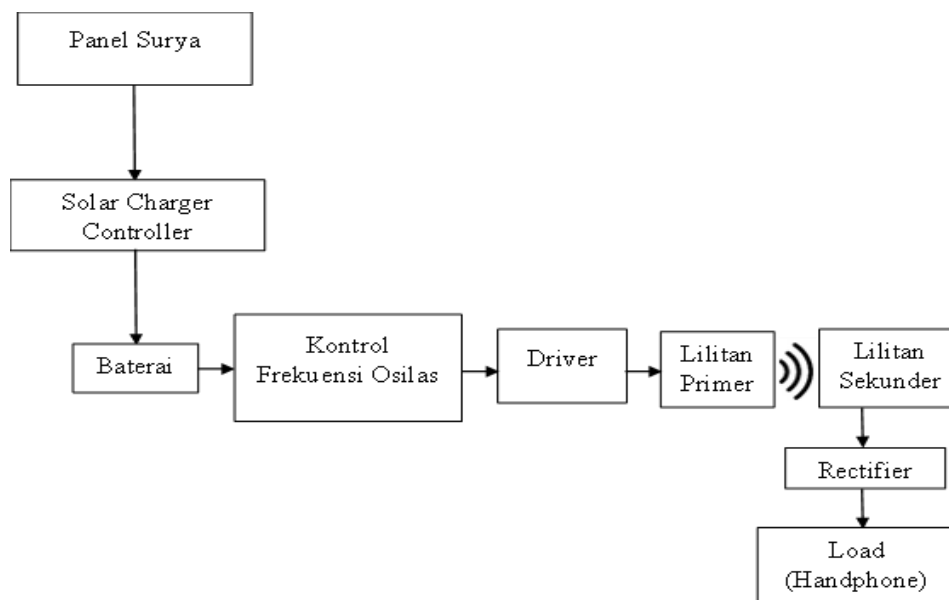
Kemajuan dalam teknologi pengisian nirkabel terdiri dari dua sistem utama: pengisian nirkabel radiasi, atau dikenal juga sebagai pengisian nirkabel berbasis frekuensi radio (RF), dan pengisian nirkabel non-radiasi, yang juga disebut pengisian nirkabel berbasis kopling. Pengisian nirkabel radiasi menggunakan gelombang elektromagnetik, seperti gelombang RF atau mikro, sebagai media untuk mentransfer energi dalam bentuk radiasi. Transfer energi ini terjadi melalui medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan. Dikarenakan kekhawatiran akan masalah keamanan yang muncul dari paparan radiasi frekuensi radio (RF) [5], pengisian nirkabel radiasi umumnya beroperasi pada daya yang rendah. Sebagai contoh, radiasi RF yang merambat ke segala arah hanya cocok untuk aplikasi node sensor yang memiliki

konsumsi daya hingga 10mW. Di sisi lain, pengisian nirkabel non-radiasi bergantung pada kopling medan magnet antara dua kumparan yang berada dalam jarak dimensi kumparan tersebut untuk mentransmisikan energi. Karena medan magnet dari gelombang elektromagnetik melemah jauh lebih cepat dibandingkan medan listrik, jarak transfer daya cenderung terbatas. Karena pertimbangan keamanan, pengisian nirkabel non-radiasi telah banyak diterapkan dalam perangkat sehari-hari kita, seperti pengisi daya kendaraan listrik [6].

METODE

A. Perancangan Sistem Rangkaian

Berdasarkan hasil penelitian, sebuah rancangan sistem rangkaian alat telah disusun untuk diujicobakan sesuai dengan harapan. Perancangan sistem mencakup seluruh sistem dan antarmuka alat atau komponen, bertujuan untuk memudahkan implementasi alat yang akan dibuat. Dengan adanya perancangan sistem ini, diharapkan alat yang direncanakan dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan prosedur perancangan yang telah ditetapkan.



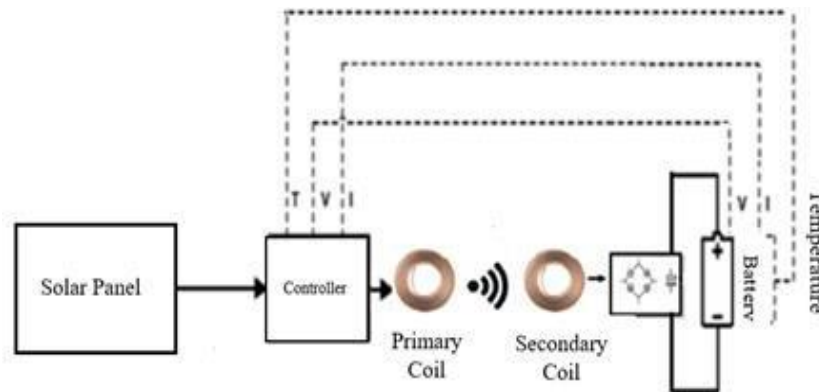
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Panel surya yang telah disiapkan akan menghasilkan tegangan untuk mengisi baterai. Jika tegangan dalam baterai habis, panel surya yang terhubung akan menyuplai daya ke baterai. Baterai akan diuji dengan mengukur tegangan dan arus yang terdapat di dalamnya. Perancangan sistem antar komponen antara lain:

1) Panel surya dan baterai

Rancangan charging portabel menggunakan tiga panel surya yang dapat dilipat dengan masing-masing memiliki kapasitas daya sebesar 1 Watt. Panel surya yang telah terkoneksi dengan baterai 10.000 mAh akan menyuplai tegangan dan arus ke dalam baterai [7]. Apabila tegangan dan arus di dalam baterai habis, panel surya akan mengalirkan tegangan dan arus kembali. Pengisian energi ke baterai akan disimpan dan digunakan untuk keperluan pengisian induktif melalui kumparan primer dan kumparan sekunder [8].

2) Kontrol frekuensi osilasi dengan wireless

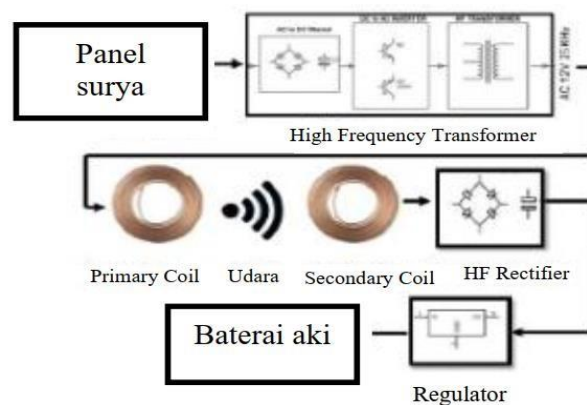


Gambar 2. Sistem Pengisian Nirkabel

Sistem pengisian daya nirkabel ini memerlukan tegangan AC pada frekuensi 90 kHz untuk menghasilkan osilasi saat melintasi kumparan primer. Kumparan primer akan menghasilkan fluks, yaitu nilai gerak listrik, yang akan diterima oleh kumparan sekunder [9]. Fluks yang diterima oleh kumparan sekunder kemudian dialirkan ke rectifier (penyearah) untuk dikonversi menjadi tegangan DC, yang nantinya akan digunakan sebagai sumber pengisian pada baterai [10].

3) Lilitan primer dengan lilitan sekunder

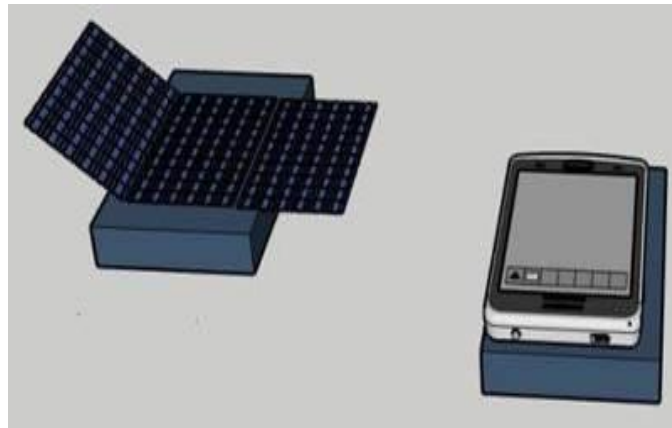
Sistem transfer daya nirkabel melibatkan dua kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Aliran energi listrik akan dimulai dari kumparan primer dan kemudian diterima oleh kumparan sekunder. Energi yang dihasilkan oleh kumparan primer dalam bentuk garis gaya magnet (fluks) akan diterima oleh kumparan sekunder, dan selanjutnya diubah menjadi tegangan DC yang digunakan untuk pengisian baterai [11].



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Transfer Daya Nirkabel

B. Perancangan Sistem Alat

Penyusunan desain ini akan memberikan kemudahan bagi penulis dalam menciptakan alat sesuai dengan rencana dan standar yang diinginkan. Dengan adanya desain ini, penulis dapat mulai mengembangkan gambaran mengenai alat yang akan dibuat.



Gambar 4. Desain Powerbank

Alat ini berupa suatu kotak yang dilengkapi dengan penutup untuk melindungi sel fotovoltaik ketika tidak digunakan untuk pengisian daya nirkabel. Pada bagian atas kotak, terdapat tiga sel fotovoltaik monokristalin yang berfungsi untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik [12]. Energi listrik yang dihasilkan oleh sel ini kemudian dialirkan ke modul charger yang terdapat di dalam power bank. Berikut adalah fitur utama dari power bank ini:

- 1) Pengisian Energi Surya: Tiga sel fotovoltaik monokristalin akan mengonversi energi sinar matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini memungkinkan pengisian baterai power bank secara ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber energi yang terbarukan [13].
- 2) Pengisian Nirkabel: Produk ini memiliki fitur pengisian nirkabel, memungkinkan pengguna untuk mengisi perangkat elektronik tanpa menggunakan kabel. Modul pengisi daya nirkabel pada produk ini dapat mentransfer daya ke perangkat yang mendukung teknologi ini [14].
- 3) Port USB: Memberikan opsi pengisian baterai power bank secara tradisional ketika tidak ada sinar matahari atau dalam keadaan darurat.
- 4) Penutup Pelindung: Penutup yang terletak di bagian atas produk berfungsi sebagai perlindungan untuk cell photovoltaic saat tidak sedang digunakan. Penutup tersebut akan dibuka ketika produk digunakan untuk pengisian daya menggunakan energi matahari. Fungsi ini membantu menjaga agar cell tetap dalam kondisi bersih dan aman.

HASIL KARYA UTAMA DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, alat akan diuji secara menyeluruh oleh penguji untuk mengevaluasi kinerjanya. Pengujian dilakukan pada antarmuka keseluruhan dan setiap komponen untuk memastikan apakah alat beroperasi sesuai dengan hasil yang diinginkan atau sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

A. Pengujian Panel Surya

1) Tujuan

Pengujian panel surya dilakukan dengan tujuan untuk memverifikasi kemampuan panel surya dalam mengisi daya baterai dengan efektif. Baterai tersebut akan berfungsi sebagai penyimpan daya yang dapat digunakan untuk mensuplai kebutuhan daya pada beban, seperti handphone.

2) Langkah pengujian



Gambar 5. Langkah pengujian panel surya

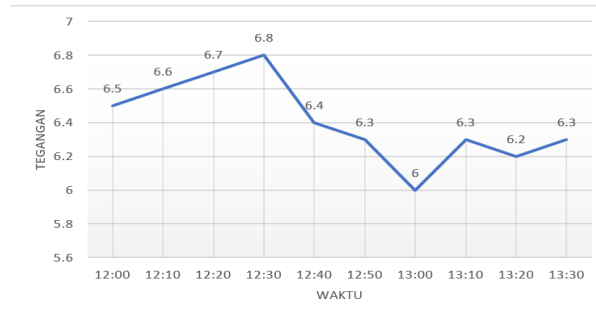
Alat pengisi daya portabel dengan nama Sel Surya menerima input berupa cahaya yang diubah menjadi energi listrik. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran pada sel surya untuk menentukan tegangan keluarannya. Pengujian dilakukan di area Kampus 2 ITN Malang pada waktu siang hari. Metode pengujian melibatkan penempatan sel surya di bawah paparan sinar matahari untuk mendapatkan hasil pengukuran dalam rentang waktu tertentu, yaitu dalam satuan menit.

3) Hasil dan Analisa

Menit	Tegangan (V)	Arus (i)	Daya (Watt)
12:00	6.67	0.18	1.2006
12:10	6.46	0.18	1.1628
12:20	6.36	0.18	1.1448
12:30	6.35	0.18	1.143
12:40	6.29	0.17	1.0693
Menit	Tegangan (V)	Arus (i)	Daya (Watt)
12:50	6.24	0.17	1.0608
13:00	6.20	0.17	1.054
13:10	6.29	0.17	1.0693
13:20	6.36	0.18	1.1448
13:30	6.44	0.18	1.1592

Tabel 1. Pengujian panel surya

Hasil pengujian diperoleh dari percobaan yang dilakukan pada siang hari dengan tingkat intensitas cahaya matahari yang tinggi. Ini menunjukkan bahwa tingkat tegangan yang dihasilkan oleh sel surya bergantung pada intensitas sinar matahari selama pengujian.



Gambar 6. Grafik pengujian panel surya

Jika terjadi kondisi cuaca dimana cahaya matahari tidak optimal atau berawan, maka tegangan output yang dihasilkan akan mengalami penurunan yang signifikan. Perbedaan dalam tegangan yang diukur terlihat dalam tabel di atas, menunjukkan bahwa panel surya bersifat sensitif terhadap fluktuasi panas sinar matahari yang tidak stabil, terutama ketika cuaca berubah-ubah atau tidak dapat diprediksi.

B. Pengujian Transfer Daya

1) Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kemampuan lilitan primer dalam mentransfer daya ke lilitan sekunder dengan frekuensi yang telah ditentukan.

2) Langkah Pengujian



Gambar 7. Pengujian menggunakan function generator dan osiloskop

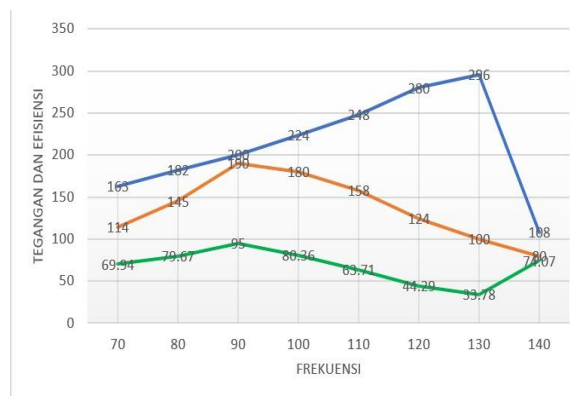
Pengujian dengan menggunakan generator fungsi dan osiloskop pada beberapa frekuensi menghasilkan gelombang sinyal input dan output yang bervariasi. Proses pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan nilai frekuensi maksimal. Eksperimen dilakukan dalam rentang frekuensi antara 70 kHz hingga 140 kHz.

3) Hasil dan Analisa

Data pengujian di atas mengindikasikan bahwa nilai maksimal ditemukan pada frekuensi 90 kHz dengan tingkat efisiensi sebesar 95%. Hasil ini kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Frekuensi (KHz)	Tegangan Input (mV)	Tegangan Output (mV)	Efisiensi (%)
70	163	114	69.94
80	182	145	79.67
90	200	190	95
100	224	180	80.36
110	248	158	63.71
120	280	124	44.29
130	296	100	33.78
140	108	80	74.07

Tabel 2. Pengujian inductive Charging

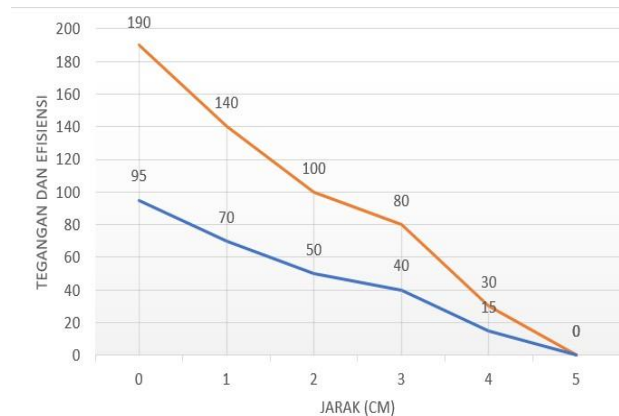


Gambar 8. Grafik efisiensi transfer daya terhadap frekuensi

Dari hasil observasi yang tergambar dalam grafik di atas, terlihat bahwa efisiensi daya terhadap frekuensi transmisi mencapai nilai maksimal pada frekuensi osilasi sebesar 90 kHz. Pemilihan frekuensi osilasi ini dirancang untuk mengoptimalkan transfer daya dari lilitan primer ke lilitan sekunder, sehingga daya yang disalurkan mencapai efisiensi maksimal dibandingkan dengan penggunaan frekuensi lainnya. Selanjutnya, uji coba dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi daya dalam kaitannya dengan jarak antara lilitan. Pengukuran daya output dilakukan pada jarak antar lilitan yang berkisar antara 0 cm hingga 5 cm. Hasil pengukuran ini kemudian dipresentasikan dalam tabel dan grafik untuk memberikan gambaran yang lebih jelas.

Jarak (Cm)	Tegangan Input (mV)	Tegangan Output (mV)	Efisiensi (%)
0	200	190	95
1	200	140	70
2	200	100	50
3	200	80	40
4	200	30	15
5	200	0	0

Tabel 3. Efisiensi transfer daya terhadap jarak antar lilitan



Gambar 9. Grafik efisiensi transfer daya terhadap jarak antar lilitan

Grafik di atas menunjukkan bahwa efisiensi daya berkorelasi langsung dengan jarak antar lilitan. Semakin besar jarak antar lilitan, efisiensi daya cenderung menurun. Sebaliknya, semakin dekat jarak antar lilitan, nilai efisiensi daya memiliki kecenderungan untuk meningkat. Oleh karena itu, pada sistem pengisian induktif ini, efisiensi daya mencapai nilai maksimal pada lilitan yang memiliki jarak nol atau 0 cm.

KESIMPULAN

Dari keseluruhan pengujian alat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan menjadi berikut :

1. Pembangkit listrik dari panel surya berfungsi sesuai dengan intensitas sinar matahari. Ketika terpapar cahaya matahari yang tidak maksimal atau cuaca berawan, tegangan output dari panel surya mengalami penurunan drastis.
2. Baterai powerbank mampu menerima daya dari panel surya dengan baik, mengisi daya selama 460 menit dengan tegangan output sebesar 4 volt.
3. Sistem nirkabel dalam penelitian ini menggunakan panel surya 3 WP, sistem pembangkit sinyal gelombang sinus frekuensi 90 kHz, dan dua kumparan sebagai sistem transmisi energi berbasis inductive charging.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM ITN yang telah memberikan dana pengabdian sehingga alat ini dapat dimanfaatkan dengan baik oleh para petani. Terima kasih juga kepada bapak Djoko Hari yang telah membantu dalam pembuatan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Yuwono, R. Diharja, and M. Wahyu Solihin, "Sistem Pengisian Daya Secara Wireless Menggunakan IoT Berbasis Tracking Panel Surya," *Pros. SENIATI*, vol. 7, no. 2, pp. 252–258, 2023, doi: 10.36040/seniati.v7i2.8045.
- [2] A. H. Yuwono, M. Rivai, and T. A. Sardjono, "Solar Panel-based Wireless Battery Charging System using Fuzzy Control Method," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 847, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/847/1/012088.
- [3] A. H. Yuwono, D. Pembimbing, P. Magister, B. K. Elektronika, D. T. Elektro, and F. T. Elektro, "SISTEM PENGISIAN BATERAI NIRKABEL DENGAN," 2020.
- [4] I. D. Christanto, R. Diharja, M. Mardiono, P. D. Widayaka, and A. H. Yuwono,

- “Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM,” *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 161–174, 2022, doi: 10.30812/bite.v3i2.1613.
- [5] S. Hadi, P. Diptya Widayaka, R. Putra, and R. Diharja, “Pengukuran Jarak Pada Mobile Robot Menggunakan Xbee Berdasarkan Nilai Receive Signal Strength Indicator (RSSI),” *Jurnal*, vol. 2, no. 1, pp. 66–70, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i1.813.
- [6] A. H. Yuwono, I. S. Faradisa, R. Cahyo, and M. Putra, “Smart Farming Dengan Pembangkit Hybrid Berbasis Iot Sebagai Kontrol Dan Monitoring Di Area Pertanian,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 16–23, 2024.
- [7] S. Hadi, R. Putra, M. Davi Labib, and P. Diptya Widayaka, “STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) PERBANDINGAN AKURASI PENGUKURAN SENSOR LM35 DAN SENSOR DHT11 UNTUK MONITORING SUHU BERBASIS INTERNET OF THINGS,” vol. 6, no. 3, pp. 6–47, 2019.
- [8] A. Heryanto, J. Budiarto, and S. Hadi, “Sistem Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *J. BITE J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–39, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i1.805.
- [9] R. P. M. D. Labib, S. Hadi, and P. D. Widayaka, “Low Cost System for Face Mask Detection Based Haar Cascade Classifier Method,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 1, pp. 21–30, 2021, doi: 10.30812/matrik.v21i1.1187.
- [10] F. Satriya, M. Mardiono, and R. Diharja, “Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Tubuh Untuk Pasien Demam Berdarah Menggunakan Smartphone Berbasis Internet Of Things,” *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 113–118, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.914.
- [11] S. Hadi, P. Dewi, R. P. M. D. Labib, and P. D. Widayaka, “Sistem Rumah Pintar Menggunakan Google Assistant dan Blynk Berbasis Internet of Things,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 3, pp. 667–676, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1646.
- [12] I. M. Wartana, N. P. Agustini, and J. G. Singh, “Optimal integration of the renewable energy to the grid by considering small signal stability constraint,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 7, no. 5, pp. 2329–2337, 2017, doi: 10.11591/ijece.v7i5.pp2329-2337.
- [13] ni putu lady Agustini, I. G. A. M. Dewi, and M. Subudi, “Pengaruh Perceived Organizational Support Terhadap Turnover Intention Dengan Komitmen Organisasional Sebagai Variabel Mediasi,” *E-Jurnal Ekon. dan Bisnis Univ. Udayana*, vol. 6, no. 1, pp. 251–276, 2017.
- [14] R. Diharja, M. R. Fahlevi, E. S. Rahayu, and W. Handini, “Prototype-Design of Soil Movement Detector Using IoT Hands-on Application,” *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 4, pp. 2245–2254, 2022, doi: 10.29303/jppipa.v8i4.1709.