

Stasiun Pengisian Energi Baterai Ramah Lingkungan Berbasis Panel Surya

Aprisal Surya Ananda¹, Lilis Nur Hayati², Ihwana As'ad³

^{1,3}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia
Makassar, Indonesia

²Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia
Makassar, Indonesia

e-mail: aprisal.ananda@gmail.com¹, lilis.nurhayati@umi.ac.id², ihwana.asad@umi.ac.id³

Received : Mei, 2022

Accepted : Oktober, 2022

Published : Oktober, 2022

Abstract

The used of electrical power on gadgets is classified as minimal. However, if it is multiplied by the number of users, the electrical energy that required is not small. In the Sea Village, Latambaga, Kolaka, the courier services have sprung up and usually gathers to rest and charged their gadget batteries. However, couriers often charged their gadget batteries at restaurants or coffee shops, it could be detrimental to the restaurants or coffee shops owner because their electricity costs will increase. According to these problems, we need a device that is able to store the alternative energy, namely an Environmentally Friendly Battery Energy Charging Station. This research is based on solar panels, with the used of adequate battery capacity and an inverter as a DC-AC current converter so that it can be used to charge the couriers gadgets, the Telegram API bot as an IoT application for notification of device and battery power conditions to the admin device. This system is expected to help the couriers which operate in the villages of Sea, Latambaga, Kolaka in meeting the needs of environmentally friendly and inexpensive electrical energy.

Keywords: Charging Station, Electrical Energy, IoT, Solar Panel.

Abstrak

Meski tergolong minim dalam penggunaan daya listrik pada *gadget* namun tetap saja jika dikalikan dengan jumlah penggunaannya energi listrik yang diperlukan tidaklah sedikit. Seperti di Kelurahan Sea, Latambaga, Kolaka mulai bermunculan jasa pengiriman atau kurir yang sering berkumpul pada suatu lokasi untuk beristirahat dan melakukan pengisian baterai *gadget*. Namun para kurir sering melakukan pengisian baterai di tempat makan atau warung kopi, hal tersebut dapat merugikan tempat makan atau warung kopi karena beban biaya listrik mereka akan meningkat. Sesuai permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah alat yang mampu menyediakan energi listrik alternatif, yaitu Stasiun Pengisian Energi Baterai Ramah Lingkungan. Penelitian ini berbasis panel surya, dengan menggunakan kapasitas baterai aki yang memadai serta inverter sebagai pengubah arus DC-AC agar dapat langsung digunakan untuk pengisian daya *gadget* para kurir, bot API telegram didukung dengan sebagai penerapan IoT untuk notifikasi kondisi alat dan baterai kepada admin alat. Sistem ini diharapkan dapat membantu para kurir yang beroperasi pada Kelurahan Sea, Latambaga, Kolaka dalam memenuhi kebutuhan energi listrik alternatif yang ramah lingkungan serta murah.

Kata Kunci: Energi Listrik, IoT, Panel Surya, Stasiun Pengisian.

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya ada banyak pemanfaatan sumber daya alam yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik alternatif, salah satunya yakni dengan sinar matahari menggunakan panel surya. Energi yang dihasilkan disimpan kemudian dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan penggunaan listrik sehingga ini dapat menghemat biaya dan juga lebih ramah lingkungan. Panel surya terdiri dari susunan sel surya yang dihubungkan secara seri. Sel surya berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik [1]. *Solar cell* atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik.

Meski tergolong minim dalam penggunaan daya listrik pada *gadget* namun tetap saja jika dikalikan dengan jumlah penggunaannya energi listrik yang diperlukan tidaklah sedikit. Pemanfaatan sumber energi fosil untuk dijadikan energi listrik juga tidak dapat bertahan terus menerus karena jumlah manusia yang semakin bertambah, otomatis berdampak juga pada konsumsi energi listrik yang semakin meningkat. Seperti di Kelurahan Sea, Latambaga, Kolaka mulai bermunculan jasa pengiriman atau kurir yang sering berkumpul pada suatu lokasi untuk beristirahat dan memenuhi kebutuhan sumber energi listrik untuk pengisian baterai *handphone* atau *gadget*. Kebutuhan energi listrik yang digunakan untuk pengisian baterai ini sangat penting bagi para kurir untuk menunjang pekerjaan yang sangat bergantung dengan *handphone* atau *gadget* yang mereka miliki. Namun para kurir sering melakukan pengisian daya baterai di tempat makan atau warung kopi, hal tersebut juga dapat merugikan pemilik dari tempat makan atau warung kopi tersebut karena beban biaya listrik mereka akan meningkat.

Sesuai permasalahan di atas, maka diperlukan sebuah alat yang mampu menyimpan energi alternatif. Maka penulis melakukan penelitian yang berjudul "Stasiun Pengisian Energi Baterai Ramah Lingkungan Berbasis Panel Surya". Diharapkan sistem ini dapat membantu masyarakat, terutama para kurir yang beroperasi di Kelurahan Sea, Latambaga, Kolaka dalam memenuhi kebutuhan energi listrik.

2. LANDASAN TEORI

a. Panel Surya

"*Solar cell* atau panel surya merupakan alat untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk

mengubah atau mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung [2]".

b. Arduino ESP32 WiFi

"ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *espressif system*, pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet Of Things* [3]".

c. Arduino IDE

"*Arduino IDE* adalah perangkat lunak yang berjalan pada suatu perangkat komputer. *Software* ini disebut sebagai *Arduino Software*. *Software* ini mampu menghasilkan sebuah dokumen *file* dengan format *hex* yang dapat *download* pada papan mikrokontroler. *Main code* juga dikenal sebagai sketsa, yang dibuat di platform IDE yang pada akhirnya akan menghasilkan *file hex* selanjutnya ditransfer dan diunggah di pengontrol di papan tulis lingkungan IDE terutama berisi dua bagian dasar yaitu *Editor* dan *Compiler* [4]".

d. Baterai Lead Acid

"Baterai *lead acid* merupakan sel dari listrik didalamnya terjadi suatu proses elektronik dan kimia yang arusnya dapat berkebalikan dengan tingkat efisiensi maksimal. Proses elektrokimia dengan arus dapat berbalikan yaitu pada baterai terjadi suatu proses untuk mengubah energi kimia ke energi listrik, dan juga kebalikannya yakni proses untuk mengubah energi listrik ke energi kimia [5]".

e. Inverter

"*Inverter* adalah rangkaian atau peralatan yang merubah tegangan DC menjadi tegangan AC sehingga beban AC dapat beroperasi dengan sumber tegangan DC. Komponen utama *inverter* berupa SCR, transistor atau *mosfet* yang kesemuanya adalah komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai *switch* atau saklar [6]".

f. Liquid Cristal Display (LCD)

"*Liquid Crystal Display* adalah salah satu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. LCD 16x2 artinya LCD tersebut dapat menampilkan 32 karakter (2 baris dan 16 kolom) [7]".

g. Telegram

“Bot telegram merupakan suatu fitur dari telegram yang berfungsi khusus dan *auto-running* sesuai dengan perintah atau permintaan pengguna. Dengan akun khusus atau bot telegram ini, kita tidak memerlukan lagi sebuah nomor telepon. Akun bot tersebut berfungsi sebagai tampilan untuk mengeksekusi suatu *code* yang dibuat [8]”.

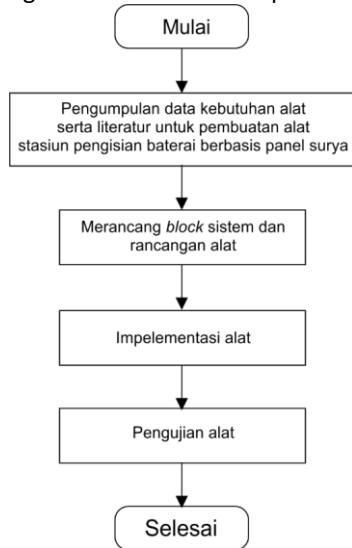
g. Internet of Things

“IoT merupakan suatu konsep atau pola pikir dari suatu objek yang memiliki keahlian untuk melakukan transfer data dijemput oleh WiFi, sehingga proses tersebut tidak membutuhkan suatu interaksi dari manusia ke manusia yang lain ataupun dari manusia ke komputer [9]”. “Kata *Things* didalam *Internet of Things* merupakan sesuatu benda atau objek. Potensi dari objek tersebut terus dilakukan pengembangan dan diterjemahkan untuk di integrasikan ke internet agar dapat bermanfaat untuk aktivitas serta kebutuhan manusia [10]”.

3. METODOLOGI PENELITIAN

a. Tahapan Penelitian

Berikut tahap penelitian dari perancangan stasiun pengisian baterai berbasis panel surya:



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

b. Desain Penelitian

Desain penelitian ini mencakup kebutuhan alat yang akan digunakan, rancangan dan desain alat dari beberapa sub rancangan menjadi satu rangkaian alat yang siap digunakan, penulisan kode rancangan yang telah di buat akan di terjemahkan dalam bentuk pengkodean dengan Arduino IDE, terakhir pengujian alat yang telah dibuat diuji untuk mendapatkan hasil penelitian.

c. Metode Penelitian

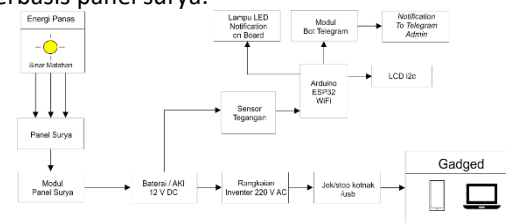
Waktu dan lokasi penelitian dilakukan dilahan pangkalan kurir *online* di Kelurahan Sea, Kota Latembaga, Kolaka penelitian dari bulan Desember 2021 sampai bulan Maret 2022.

Kebutuhan alat dan bahan meliputi kebutuhan alat yakni laptop, *Tools Kit*, *Arduino ESP32 WiFi*, *LCD*, *Solar Cell Controller*, *Panel Surya*, *Multimeter Digital*, Rangkaian *Breadboard*, *Lampu LED*, *Resistor*, *Baterai Aki*, *Inverter Power*, *Sensor Tegangan*. Kemudian kebutuhan *software* yakni *Arduino IDE*, Bahasa Pemrograman *C* dan *Bot API Telegram*.

Terdapat beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan dalam proses penelitian ini, beberapa proses pengupulan data yang digunakan yaitu studi literature, wawancara dan observasi terkait hal-hal yang berhubungan dengan pemanfaatan panel surya sebagai stasiun pengisian baterai ramah lingkungan.

d. Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh maka dibuatlah rancangan *block* sistem sebagai alur untuk pembuatan alat. Berikut *block* sistem stasiun pengisian energi baterai ramah lingkungan berbasis panel surya:



Gambar 2. Perancangan *Block* Sistem

Dimulai dengan memanfaatkan sinar matahari, sinar matahari ditangkap oleh panel surya dan menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dialirkan ke baterai aki melalui modul panel surya (SCC). Kemudian dari baterai aki dialirkan ke sensor tegangan yang dapat dipantau melalui LCD i2c pada rangkaian *arduino*, dari rangkaian *arduino* akan memberikan notifikasi alat dengan menyalnya lampu LED warna merah menandakan daya habis atau tidak dapat digunakan, dan warna hijau menandakan siap untuk digunakan. Notifikasi juga dikirim melalui modul API telegram ke admin alat. Dari baterai aki yang bertegangan 12 V DC disalurkan ke rangkaian *inverter power* menjadi 220 V AC barulah energi listrik dapat dimanfaatkan untuk penggunaan pengisian daya *gadget* melalui stop kontak dan juga USB.

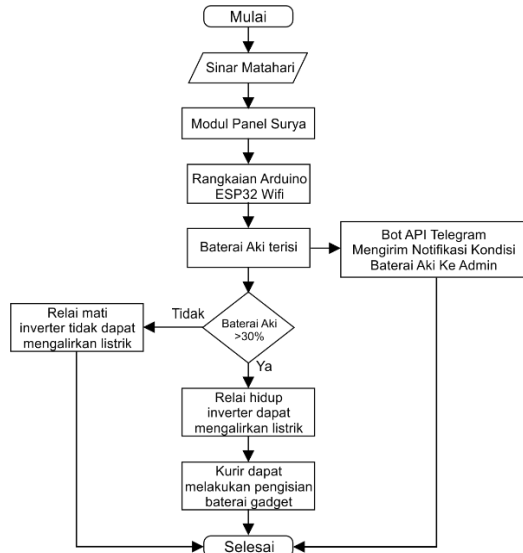
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Setelah sistem analisa dan perancangan sudah dilakukan, maka hasil yang diperoleh akan dijabarkan terperinci.

1. Perancangan Desain Alat

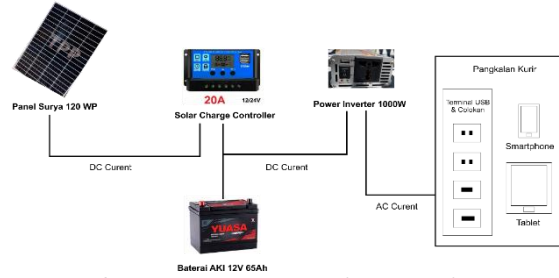
Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pada gambar diatas menjelaskan alur sistem yang dibuat. Energi dari sinar matahari diterima melalui modul panel surya. Rangkaian board arduino menjadi jembatan antara panel surya dengan baterai aki saat pengisian. Hal tersebut agar arus dan tegangan yang diperoleh dari panel surya dapat terdeteksi dan ditampilkan pada LCD. Kondisi baterai aki akan ditangkap oleh arduino, kemudian bot API telegram akan mengirimkan notifikasi kapasitas baterai aki secara berkala ke admin alat. Jika kondisi baterai aki kurang dari 30% atau sesuai pengaturan pada SCC adalah 11,0 V maka relai akan mati dan inverter tidak mengalirkan listrik. Jika kondisi baterai aki lebih dari 30% atau sesuai settingan pada SCC adalah 12,0V - 14,0V relai akan menyala dan inverter dapat mengalirkan listrik, maka para kurir bisa melakukan pengisian daya baterai.

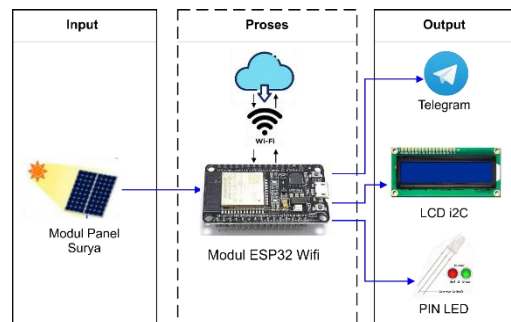
Rancangan Modul Panel Surya



Gambar 4. Perancangan Rangkaian Panel Surya

Pada gambar diatas menjelaskan rangkaian modul panel surya. Dimulai dari sinar matahari ditangkap oleh panel surya dan menghasilkan energi listrik (DC). Kemudian energi listrik yang dihasilkan (DC) disalurkan masuk ke solar charge controller (SCC) agar muatan daya yang akan teralirkan selanjutnya tidak berlebihan ataupun tidak terlalu lemah. Selanjutnya energi akan dialirkan masuk ke baterai aki untuk pengisian daya. Dari baterai aki yang bertegangan 12 V (DC) disalurkan ke inverter power sehingga arus yang tadinya DC menjadi AC, barulah energi listrik (AC) dialirkan ke terminal dan dapat dimanfaatkan untuk penggunaan pengisian daya gadget para kurir.

2. Arsitektur Sistem



Gambar 5. Arsitektur Proses Sistem

Dari gambar diatas menunjukkan arsitektur dari proses sistem yang didalamnya terdapat tiga bagian yaitu input, proses, dan output dari stasiun pengisian energi baterai ramah lingkungan berbasis panel surya.

3. Implementasi Perancangan Alat

a) Modul Panel Surya



Gambar 6. Modul Rangkaian Panel Surya Keseluruhan

Gambar diatas menunjukkan rangkaian panel surya secara keseluruhan, terdapat rangkaian alat arduino, SCC, Power Inverter, Baterai Aki dan Panel Surya yang saling terhubung



Gambar 7. Rangkaian Pengambilan Daya Baterai

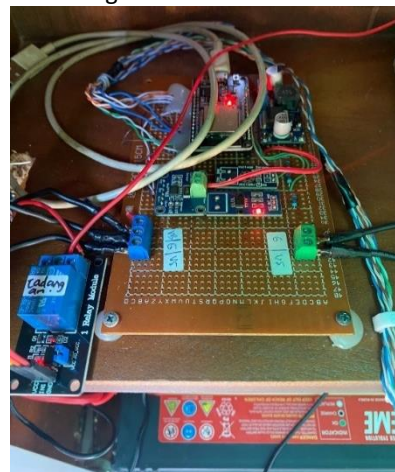
Gambar diatas menunjukkan pengambilan daya baterai. Pengecekan dilakukan untuk melihat daya batrai mengalir ke rangkaian atau tidak menggunakan multimeter.



Gambar 8. Hasil Baterai Dari Panel Surya Pada SCC

Gambar diatas menunjukkan hasil pengisian baterai dari panel surya yang dapat dilihat di layar SCC. Pada layar terdapat icon Panel sebelah kiri menunjukkan arus dari panel masuk ke baterai dan dari baterai aliran listrik tersebut dapat langsung digunakan untuk mengecash baterai atau kebutuhan lain seperti menyalakan lampu atau kipas kecil.

b) Modul Rangkaian Arduino ESP32



Gambar 9. Modul Rangkaian Arduino ESP32

Gambar diatas menunjukkan rangkaian dari modul ESP32 Wifi dimana terdapat ESP32Wifi, Sensor Tegangan Baterai, Sensor Tegangan Panel Surya, Sensor Rangkaian, Sensor Pembacaan Prosentase Baterai dan relai untuk memutus dan menghubungkan aliran listrik ke inverter.

c) Bot API Telegram



Gambar 10. Modul Bot API Telegram

Gambar diatas menunjukkan coding dari penggunaan modul Bot API Telegram, dimana untuk mendapatkan bot harus melakukan registrasi ke BOTFATHER Telegram. Kemudian untuk mengecek id chat dapat melakukan regist pada ID_Chat Telegram. Setelah diperoleh maka Bot dan ID_chat di pasang pada coding yang telah dibuat. Hal tersebut agar admin mendapatkan pesan prosentase baterai tiap 100%, 50% dan 30%. Kemudian pengaturan hotspot atau server wifi yang digunakan juga terdpat pada pengkodean ini, dimana SSID dan Password harus disesuaikan dengan koneksi Wifi yang digunakan. Jika Koneksi terhubung baru alat dapat mengirimkan pesan prosentase baterai melalui telegram ke admin.

4. Pengujian Sistem

Pengujian untuk menu diagnosa merupakan proses uji coba untuk menu diagnosa, disajikan pada tabel berikut:

1. Pengujian Fungsional Alat

Tabel 1. Pengujian Fungsional Alat

No.	Alat yang diuji	Hasil Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil & Dokumentasi Pengujian
1.	Panel Surya	Panel surya mampu menangkap sinar matahari secara maksimum sesuai dengan spesifikasi 100 WP.	Panel surya dapat menangkap energi dengan baik sesuai dengan spesifikasi 100WP dengan perolehan voltase tertinggi 19 V kondisi terik.	Hasil: Sesuai harapan
2.	<i>Solar Cell Controller</i>	SCC mampu mengatur pemilihan jenis baterai, mengontrol kapasitas maksimal dan minimal dari baterai, dan dapat memonitoring kondisi daya baterai	Jenis dan kapasitas baterai dapat di kontrol dengan SCC sehingga dapat disesuaikan.	Hasil: Sesuai harapan
3.	<i>Inverter Power</i>	<i>Inverter</i> mampu mengubah aliran energi listrik DC dari Aki menjadi AC untuk dapat dialirkan pada	<i>Inverter</i> mampu mendapatkan energi listrik DC dari aki yang kemudian dialirkan ke terminal menjadi AC.	Hasil: Sesuai harapan
4.	Baterai Aki	Baterai aki mampu diisi daya listrik dari sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya.	Baterai aki dapat diisi daya listrik dengan baik.	Hasil: Sesuai harapan
5.	Modul ESP32 WiFi	Modul ESP mampu menangkap atau menerima notifikasi mengenai kondisi alat dan baterai, serta mampu mengirimkan notifikasi tersebut ke telegram admin alat.	Modul ESP mampu menangkap atau menerima dan mengirimkan notifikasi kondisi alat tegangan, arus serta kondisi baterai secara berkala ke telegram admin alat.	Hasil: Sesuai harapan
6.	LCD i2c	LCD mampu menampilkan hasil dari sistem alat.	LCD mampu menampilkan informasi alat arus dan tegangan saat pengisian baterai.	Hasil: Sesuai harapan

7.	PIN LED	PIN LED mampu menjadi indikator kondisi baterai aki.	Lampu LED warna merah menandakan daya habis atau tidak dapat digunakan, dan warna hijau menandakan siap untuk digunakan.	Hasil: Sesuai harapan
----	---------	--	--	-----------------------

2. Pengujian Pengisian Baterai Aki

Tabel 2. Pengujian Pengisian Baterai Aki

Percobaan	Lama Waktu Pengisian	Voltase Maximal Baterai Aki	Kondisi Cuaca	Hasil Pengujian
1	<= 7 Jam	14 V (baterai penuh)	Terik	Sesuai harapan
2	<= 9 Jam	14 V (baterai penuh)	Terik Berawan	Sesuai harapan
3	> 10 Jam	14 V (baterai penuh)	Berawan Gerimis	Tidak Sesuai Harapan

3. Pengujian Interaksi Bot API Telegram

Tabel 3. Pengujian Interaksi Bot API Telegram

Percobaan	Kondisi	LCD	Notifikasi	Telegram
1	Baterai Habis	Menampilkan persentase baterai <=30%	"2022-04-26 18:23:38, Kapasitas Baterai 30%"	Menerima Notifikasi
2	Baterai Normal	Menampilkan persentase baterai <=50%	"2022-04-18 14:14:10, Kapasitas Baterai 50%"	Menerima Notifikasi
3	Baterai Penuh	Menampilkan persentase baterai 100%	"2022-04-14 13:17:35, Kapasitas Baterai 100%"	Menerima Notifikasi
4	Arus dan Tegangan Tiap Pukul 12:00 (titik tertinggi matahari)	Menampilkan persentase arus dan tegangan pada pukul 12:00	"2022-04-28 12:00:02, Voltase = 17,74, Ampere = 3.27 & Kapasitas Baterai = 93%"	Menerima Notifikasi
5	Alat Tidak Normal (kabel panel surya lepas atau kendur)	Menerima notifikasi persentase arus dan tegangan tidak normal	"2022-04-26 15:38:43, WARNING APS : -10.5"	Menerima Notifikasi

b. Pembahasan

Stasiun pengisian energi baterai ramah lingkungan berbasis panel surya telah dibuat,

dengan memanfaatkan sinar matahari, sinar matahari ditangkap oleh panel surya dan

menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dialirkan ke baterai aki melalui *Solar Cell Controller* (SCC). Kemudian dari baterai aki dialirkan ke sensor tegangan yang dapat dipantau melalui LCD i2c pada rangkaian arduino, dari rangkaian arduino akan memberikan notifikasi alat dengan menyalanya lampu LED warna merah menandakan daya habis atau tidak dapat digunakan, dan warna hijau menandakan siap untuk digunakan. Notifikasi juga dikirim melalui modul bot API telegram ke admin alat. Dari baterai aki yang bertegangan 12 V DC disalurkan ke rangkaian inverter power menjadi 220 V AC barulah energi listrik dapat dimanfaatkan untuk penggunaan pengisian daya gadget melalui stop kontak dan juga USB. Sistem ini menggunakan panel surya sehingga ramah lingkungan dan menjadikan energi listrik alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai pengisian daya listrik untuk *gadget* para kurir yang beroperasi di Kelurahan Sea.

Stasiun pengisian energi baterai ramah lingkungan berbasis panel surya ini juga sudah

menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yakni memanfaatkan bot API telegram sebagai notifikasi mengenai kondisi alat dan baterai. Dengan adanya bot API telegram, admin alat dapat mengetahui kondisi alat dan baterai secara berkala sehingga alat dan baterai akan lebih terkontrol dan tahan lama.

5. PENUTUP

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Stasiun Pengisian Energi Baterai Ramah Lingkungan Berbasis Panel Surya maka ditemukan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil identifikasi data diperoleh kebutuhan alat yang digunakan untuk membuat alat antara lain: *Arduino*, Rangkaian *Breadboard*, Panel Surya, *Solar Cell Controller*, Baterai Aki, *Inverter Power*, LCD, Lampu LED, *Resistor*, Sensor Tegangan serta beberapa *Tools Kit*, *Multimeter Digital*, *Connector*, Kabel, Box Alat dan untuk mendukung sistem IoT menggunakan bot API telegram.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi 100WP sehingga cukup efektif dalam pengisian baterai aki dengan kapasitas 12 V 60 Ah dengan rata-rata pengisian sampai

penuh maksimal berdurasi 6-8 jam sedangkan pengisian minimal berdurasi lebih dari 10 jam. Penggunaan daya listrik yang dihasilkan untuk pengisian baterai *smartphone* sampai penuh berdurasi 2-6 jam dan dapat dilakukan pengisian serentak maksimal 4 *smartphone* sekaligus. Notifikasi kondisi alat dan baterai juga sudah berhasil dilakukan melalui bot API telegram ke *handphone* admin atau pemilik alat.

b. Saran

1. Stasiun pengisian baterai berbasis panel surya sudah berjalan dengan baik, namun tidak menutup kemungkinan saat digunakan akan ditemukan kendala permasalahan seperti durasi pengisian baterai aki yang sangat bergantung pada kondisi cuaca. Saat cuaca terik maksimum perolehan energi dari panel surya 100 WP bisa memakan waktu 5-7 jam untuk mencapai baterai penuh, akan tetapi jika cuaca berawan atau bahkan hujan sepanjang hari maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama atau bahkan baterai tidak akan sampai penuh sama sekali.
2. Perkembangan kedepan diharapkan mampu mengatasi permasalahan cuaca dengan menggunakan beberapa metode lain seperti *piezoelectric* yang dapat digunakan untuk memperoleh energi listrik alternatif dari tekanan air hujan sebagai pendukung panel surya untuk memperoleh sumber energi listrik alternatif yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Gunawan, T. Akbar, and K. Anwar, "Prototipe Sistem Monitoring Tegangan Panel Surya (Solar Cell) Pada Lampu Penerang Jalan Berbasis Web Aplikasi," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–78, 2019, doi: 10.29408/jit.v2i2.1452.
- [2] I. P. L. Dharma, S. Tansa, and I. Z. Nasibu, "Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800I Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–56, 2019, doi: 10.37031/jt.v17i1.25.
- [3] A. Setiawan and A. Irma Purnamasari, "Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan

- Perumahan,” *Prosiding Semin. Nas. SISFOTEK (Sistem Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 148–154, 2019, [Online]. Available: <http://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/118>.
- [4] A. Setiawan, M. sungkar, and R. Dewi, “Simulasi Mikrokontroler Pengukur Jarak Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa Diii Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 25–27, 2019, doi: 10.30591/polektro.v7i2.1201.
- [5] L. Vinet and A. Zhedanov, “A ‘missing’ family of classical orthogonal polynomials,” *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, p. 6, 2011, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [6] D. Setiawan, H. Eteruddin, and A. Arlenny, “Desain dan Analisis Inverter Satu Fasa Berbasis Arduino Menggunakan Metode SPWM,” *J. Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 128–135, 2019, doi: 10.31849/teknik.v13i2.3491.
- [7] J. T. E. Uniba, “Perancangan Sistem Pengendalian Kecerahan Lampu Utama Pada Mobil Berbasis Arduino Uno,” *Jte Uniba*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [8] B. Pasaribu and W. Susanti, “Sistem Informasi Pengajuan Rancangan Usulan Penelitian Menggunakan PHP Native dan Bot Telegram,” *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–38, 2021, [Online]. Available: <http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/JMApTeKsi/index.php/JOM/article/view/599>.
- [9] T. S. Sollu, “SISTEM MONITORING REALTIME DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN DALAM DARAH PADA MANUSIA BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS),” vol. 10, no. 2, pp. 49–56, 2020.
- [10] M. F. Fadulloh, B. Rahmat, and ..., “Analisis Keamanan Jaringan Pada Smart Kwh Meter Berbasis Internet Of Things (lot),” *eProceedings ...*, vol. 7, no. 2, pp. 3183–3191, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13356>.