

Rancang Bangun PLTS *Portable* Untuk Supply Mobile Charger Berbasis *Internet of Things*

Hanifah Kusumastuti¹, Endryansyah², Nur Kholis³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 60231, Indonesia

¹hanifah.18024@mhs.unesa.ac.id

²endryansyah@unesa.ac.id

³nurkholis@unesa.ac.id

Abstrak

Diperlukan proses charging pada penggunaan ponsel yang praktis agar ponsel tidak mati karena kehabisan daya pada baterai dan ponsel dapat terus digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun PLTS portable yang mudah dibawa atau dipindah tempat dan dapat digunakan untuk supply mobile charger pada proses charging baterai ponsel berbasis *Internet of Things* dengan aplikasi Blynk sebagai interface serta ESP8266 dan ATmega328P sebagai mikrokontroler. Metode yang digunakan adalah jenis pendekatan eksperimen dengan pengumpulan data dilakukan melalui pengujian tanpa beban dengan mengukur tegangan dan arus yang dibangkitkan oleh pembangkit surya, dan pengujian berbeban dengan mengukur tegangan accu pada saat pengisian accu, mengukur beban AC pada kondisi charging rangkaian terhubung dengan panel surya, dan mengukur beban AC pada kondisi discharging rangkaian hanya menggunakan accu sebagai suplai energi. Pada pengujian tanpa beban diperoleh hasil output tegangan dan arus sebesar 14.77V dan 1.55A. Pada pengujian pengisian accu diperoleh penambahan tegangan accu sebesar 0.72V. Pada pengujian accu kondisi charging, nilai tegangan accu sebesar 12.78V – 12.71V dengan penambahan baterai ponsel sebesar 32%. Pada pengujian accu kondisi discharging, nilai tegangan accu mengalami penurunan sebesar 0.03V saat diberi beban 0.7A dengan penambahan baterai ponsel sebesar 32%. Rancang bangun PLTS portable bekerja secara efektif untuk digunakan sebagai supply mobile charger pada proses charging baterai ponsel saat berada diluar ruangan atau di fasilitas umum.

Kata kunci: Blynk, *Internet of things*, Mobile charger, PLTS portable

Abstract

A practical charging process is needed on the use of mobile phones so the mobile phone does not turn off due to running out of battery power and the phone can continue to be used. This study aims to design a portable solar power plant that is easy to carry or move and can be used to supply mobile chargers in the process of charging mobile phones based on the *Internet of Things* with the Blynk application as an interface and ESP8266 and ATmega328P as microcontrollers. The method used is an experimental approach with data collection carried out through no-load testing by measuring the voltage and current generated by the solar generator, and load testing by measuring the battery voltage when charging the battery, measuring the AC load on the charging condition of the circuit connected to the solar panel, and measure the AC load in the discharging condition of the circuit using only the battery as an energy supply. In the no-load test, the output voltage and current were 14.77V and 1.55A. In the battery charging test, an additional battery voltage of 0.72V was obtained. In the battery charging condition test, the battery voltage value is 12.78V – 12.71V with the addition of a cell phone battery of 32%. In the battery discharging condition test, the battery voltage value decreased by 0.03V when given a load of 0.7A with the addition of a cell phone battery of 32%. The design of a portable solar power plant works effectively to be used as a supply of mobile chargers in the process of charging mobile phones while outdoors or in public facilities.

Keywords: Blynk, *Internet of things*, Mobile charger, PLTS portable

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sejalan dengan peningkatan populasi dunia telah menyebabkan terjadinya kenaikan permintaan energi, khususnya permintaan akan energi listrik. Perubahan gaya hidup juga semakin menekankan

pentingnya energi listrik bagi kehidupan manusia karena seluruh kegiatan manusia mulai dari kegiatan rumah tangga sampai dengan kegiatan industri sangat bergantung dengan energi listrik (Gunawan, dkk, 2021). Salah satu kegiatan yang

memerlukan energi listrik adalah pengisian daya baterai pada telepon seluler (ponsel).

Ponsel telah menjadi bagian hidup dari masyarakat. Melalui ponsel, masyarakat dapat melakukan panggilan dan berkiriman pesan kepada orang lain tanpa perlu bertemu secara langsung. Selain itu, dengan berkembangnya ponsel pintar atau *smartphone* semakin mempermudah masyarakat untuk terhubung dengan orang lain, mendapatkan berita, hiburan, bahkan menyelesaikan pekerjaan dalam genggam tangan. Penggunaan *smartphone* yang praktis dan cepat dalam mengakses dunia digital tidak luput dari penggunaan energi listrik.

Ponsel menggunakan energi listrik yang disimpan pada baterai yang terdapat di bagian belakang telepon sebagai *input* energi. Ponsel dapat digunakan dengan nyaman ketika baterai dalam kondisi penuh. Tetapi pemakaian ponsel menyebabkan daya baterai mengalami penurunan dan ketika baterai tidak memiliki daya yang tersimpan maka ponsel akan mati.

Penggunaan ponsel secara terus menerus memerlukan proses *charging* pada baterai agar ponsel dapat terus digunakan. *Mobile charger* yang digunakan adalah sesuai dengan spesifikasi baterai pada ponsel dan dihubungkan dengan stop kontak listrik 220V-AC. Semakin sering ponsel digunakan maka semakin sering pula proses *charging* baterai dilakukan. Namun saat membutuhkan proses *charging*, masyarakat tidak dapat menemukan sumber energi listrik 220V-AC terutama saat berada diluar ruangan atau berada di fasilitas umum. Sehingga ponsel sering mati karena kehabisan daya pada baterai.

Dengan adanya masalah tersebut diperlukan suatu alat yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik 220V-AC untuk *mobile charger* pada proses *charging* baterai ponsel saat berada di luar ruangan atau di fasilitas umum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *portable* yang mudah dibawa atau dipindah tempat dan dapat digunakan untuk *supply mobile charger* pada proses *charging* baterai ponsel berbasis *Internet of Things*. Rancang bangun PLTS *portable* ini dapat digunakan di luar ruangan atau di fasilitas umum yang melingkupi panel surya sebagai alat untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, *accumulator* sebagai tempat penyimpanan energi listrik dari panel surya, dan aplikasi *Blynk* sebagai *Internet of Things* yang akan digunakan untuk *monitoring* dan kontrol penggunaan PLTS *portable*.

Panel surya merupakan gabungan dari sel-sel surya yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari berupa radiasi matahari menjadi energi listrik yang didasarkan pada efek

fotovoltaik, yaitu pembangkitan beda potensial pada pertemuan dua bahan yang berbeda sebagai respon terhadap radiasi elektromagnetik (Jager, dkk, 2014). Inverter merupakan perangkat elektronika daya yang berfungsi sebagai pengubah tegangan *direct current* yang dihasilkan oleh panel surya menjadi tegangan *alternating current*.

Accumulator atau sering disebut sebagai baterai merupakan tempat penyimpanan energi listrik, dalam hal ini energi yang dibangkitkan oleh panel surya akan disimpan dalam baterai. Secara umum prinsip kerja pada *accumulator* dibedakan menjadi dua kondisi, yaitu *discharging* (proses pengosongan ketika *accu* digunakan untuk mensuplai beban) dan *charging* (proses pengisian untuk mengisi kembali *accu* yang sedang atau sudah digunakan) (Al-Ali, dkk, 2019).

Internet of Things (IoT) adalah infrastruktur jaringan global yang memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi melalui kemampuan komunikasi dengan menghubungkan antara objek fisik dan virtual. Sistem *IoT* didasarkan pada perangkat yang menyediakan aktivitas penginderaan, aktuasi, kontrol dan pemantauan. Perangkat *IoT* terdiri dari beberapa *interface* baik kabel dan *wireless*, dapat melakukan pertukaran data atau pengumpulan data dengan perangkat dan aplikasi lain yang terhubung dalam infrastruktur *IoT* (Ray, 2018).

Blynk digunakan pada rancang PLTS *portable* sebagai alat untuk *monitoring* dan kontrol penggunaan energi listrik. *Blynk* mendukung penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai modul platform *IoT* yang memiliki kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan menghubungkan peralatan mikrokontroler melalui koneksi Wifi. (Dewi, dkk, 2019). *Blynk* merupakan sebuah platform *Internet of Things (IoT)* yang dapat diunduh melalui aplikasi AppStore pada pengguna iOS dan aplikasi PlayStore pada pengguna Android. *Blynk* adalah solusi *end to end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi (Tamba, dkk, 2019).

Sistem *portable* yang diaplikasikan pada rancang bangun PLTS bertujuan agar perangkat PLTS dapat dengan mudah dibawa dan digunakan dalam kondisi apapun sehingga tidak menghambat produktivitas kerja. Sistem *portable* digunakan untuk mempermudah dalam hal pengisian daya pada baterai ponsel.

Penelitian tentang rancang bangun PLTS *portable* telah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Gunawan, dkk, 2021)

mengembangkan rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya *portable* yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik. Dengan desain yang *portable*, PLTS dapat dibawa kemanapun dan digunakan setiap saat ketika terdapat energi matahari. Pada penelitian ini digunakan dua buah panel surya 12V – 20Wp, *solar charger controller*, *accumulator*, dan inverter dengan *output* yang dihasilkan adalah tegangan DC dan tegangan AC. Rancang bangun PLTS *portable* ini belum berbasis *IoT* sehingga monitoring dan kontrol penggunaan energi listrik tidak dapat diakses melalui ponsel pintar atau *smartphone*.

Beberapa penelitian tentang penggunaan panel surya sebagai sumber energi untuk pengisian baterai ponsel telah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang dilakukan pada umumnya berfokus untuk merancang *mobile charging* dengan memanfaatkan panel surya untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan upaya pemanfaatan energi matahari sebagai energi alternatif yang lebih bersih sebagai pengganti energi fosil yang menimbulkan banyak pencemaran.

Penelitian paling dasar yang memanfaatkan panel surya untuk rancang bangun stop kontak adalah penelitian yang dilakukan oleh (Gohil, dkk, 2017) yang menggunakan dua buah baterai *deep cycle* 12V 35Ah dan inverter 200W untuk *charging* pada dua laptop dengan *rate* masing-masing 90W. *Output* yang dihasilkan adalah tegangan AC. Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Bhargav dan Vamsi, 2019) yang menggunakan baterai Li-ion 700mAh dan XL6009 DC-DC *Converter*. Penelitian ini dianggap kurang efisien karena kapasitas baterai yang terlalu kecil dan jenis konverter yang digunakan adalah DC-DC *converter* dengan *output* tegangan DC sehingga desain yang dikembangkan seperti pada *power bank*. Kedua penelitian ini juga belum berbasis *IoT*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, didapatkan bahwa panel surya sudah banyak dimanfaatkan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan digunakan sebagai sumber energi listrik. Maka pada penelitian ini akan dibuat suatu “Rancang Bangun PLTS Portable Untuk Supply Mobile Charger Berbasis Internet Of Things” dengan memanfaatkan sistem *portable* agar didapatkan hasil *output* yang maksimal.

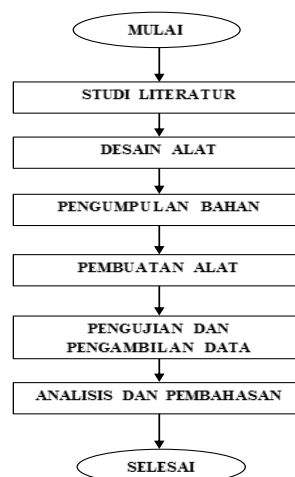
Pada rancang bangun PLTS *portable* akan digunakan aplikasi *Blynk* sebagai *interface* serta NodeMCU ESP8266 dan Atmega328P sebagai mikrokontroler. Sensor yang digunakan adalah sensor tegangan DC, sensor arus ACS712 dan

PZEM-004T. Sensor tegangan DC berfungsi untuk mengukur tegangan dari *accumulator*. Sensor arus ACS712 berfungsi untuk mengukur arus dari *accumulator*. PZEM-004T berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan power faktor pada stop kontak yang terhubung dengan beban AC (Lumbantobing, 2020). Data hasil pembacaan sensor akan dikirim ke ATmega328P yang terhubung dengan ESP8266. ESP8266 terhubung dengan aplikasi *Blynk* melalui jaringan Wifi dan data yang ditampilkan adalah data hasil pembacaan sensor secara *real-time* (Hartawan dan Sudiarsa, 2019).

II. METODE PENELITIAN

A. Analisis Penelitian

Metode yang digunakan adalah jenis pendekatan eksperimen dengan pengumpulan data dilakukan melalui pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban. Penelitian dimulai dengan menganalisa masalah dengan cara studi literatur yaitu mencari penelitian yang relevan terhadap alat yang akan dibuat, kemudian membuat desain alat, dilanjutkan dengan pengumpulan bahan, lalu dilakukan pembuatan alat, dilanjutkan dengan melakukan pengujian dan pengumpulan data, yang terakhir adalah melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengujian alat. Rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok rancangan penelitian.

B. Desain Alat

Dalam pembuatan desain disesuaikan dengan tujuan penelitian, yaitu mudah dibawa atau dipindah tempat (*portable*). Pada penelitian ini digunakan *toolbox* yang terbuat dari material plastik tebal dan kuat berukuran 17 inci yang didalamnya terdapat *solar charger controller*, inverter 500W, dan pengkabelan untuk rangkaian elektrik pada PLTS. *Accumulator* jenis *deep*

cycle gel battery 12V – 65Ah, stop kontak, dan panel surya 100 Wp terletak diluar *box* dengan pertimbangan ukuran dan berat alat.

Diperlukan suatu perhitungan untuk menentukan jenis *SCC*, kapasitas baterai, dan inverter yang akan digunakan agar PLTS dapat bekerja secara optimal. Perhitungan tersebut meliputi perhitungan daya yang dihasilkan oleh panel surya dan daya yang dihasilkan oleh baterai pada persamaan 1, kapasitas *accu* pada persamaan 2, lama pengisian *accu* pada persamaan 3, dan lama ketahanan penggunaan *accu* pada persamaan 4.

$$P = V \times I \quad (1)$$

(Sumber: Sihombing dan Kasim, 2013)

$$C_{accu} = \frac{P \times t}{V} \quad (2)$$

(Sumber: Al-Ali, dkk, 2019)

$$t_0 = \frac{C}{I} \quad (3)$$

(Sumber: Gunawan, dkk, 2021)

$$t_1 = \frac{V_{DC} \text{ awal} - V_{DC} \text{ akhir}}{V_{DC} \text{ terpakai dalam 1 jam}} \times 1 \text{ jam} \quad (4)$$

Keterangan:

- P : Daya (Watt)
- V : Tegangan (V)
- I : Arus (I)
- C : Kapasitas *Accu* (Ah)
- t : Lama Penggunaan *Accu* selama 1 Jam
- t₀ : Lama Pengisian *Accu* (Jam)
- t₁ : Lama Ketahanan Penggunaan *Accu* (Jam)

Rancangan PLTS *Portable* ini menggunakan panel surya 100 Wp dengan *peak sun hours* sebesar 4 jam perhari. Daya yang dihasilkan panel dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dengan *Watt-Peak* dikalikan waktu efektif penyinaran matahari selama 4 jam sehingga didapatkan hasil sebesar 400W.

Pada panel surya 100 Wp diketahui *Isc* (*short circuit current*) sebesar 6.08A sehingga *SCC* yang digunakan adalah *SCC PWM* 10A dengan efisiensi kerja sebesar 85%. Sehingga daya *output* dari *SCC* dapat dihitung dengan rumus daya pada persamaan 1 dikali efisiensi kerja dan didapatkan hasil sebesar 340W.

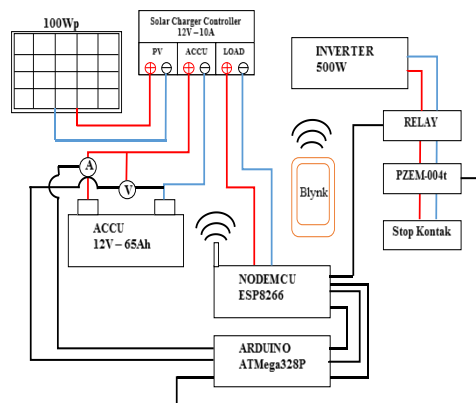
Accumulator yang digunakan adalah jenis *deep cycle gel battery* dengan pertimbangan *DoD* (*Depth of Discharge*) maksimal mencapai 80%. Kapasitas *accu* minimal yang harus disediakan untuk panel surya 100 Wp dapat dihitung menggunakan persamaan 2 dengan nilai daya yang digunakan adalah nilai *P_{SCC}* yang dibagi dengan nilai *DoD* sebesar 80% sehingga

diperoleh nilai *P_{accu}* sebesar 425W dan nilai *C_{accu}* diperoleh sebesar 35.67Ah. Pada rancang bangun PLTS *portable* untuk *supply mobile charger* berbasis *Internet of Things* ini akan digunakan *accu* 12V – 65Ah dengan pertimbangan daya yang dapat disimpan oleh *accu* dan lama ketahanan penggunaan *accu* pada saat diberi beban.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat ditentukan ukuran inverter yang digunakan pada rancang bangun PLTS *portable* untuk *supply mobile charger* berbasis *Internet of Things*. Inverter yang digunakan harus 2 – 3 kali lebih besar dari daya *output* yang dihasilkan dari panel surya dan *SCC* agar inverter dapat bekerja dengan optimal dan tidak cepat mengalami kerusakan. Ukuran inverter yang diperlukan dapat dihitung menggunakan rumus daya pada persamaan 1 dengan nilai daya yang digunakan adalah nilai *P_{SCC}* dikalikan 150% dengan asumsi 3 kali ukuran inverter. Sehingga didapatkan hasil untuk *power inverter* sebesar 510W dan inverter yang digunakan adalah inverter 500W.

Beban yang akan digunakan adalah *charger* ponsel dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Satu *charger* ponsel dengan,
Input : 100-240VAC, 50-60Hz, 0.2 A
Output : 5VDC 1A
2. Satu *charger* ponsel dengan,
Input : 100-240VAC, 50-60Hz, 0.5 A
Output : 5VDC 1A



Gambar 2. Desain jalur dan komponen PLTS *portable* untuk *supply mobile charger* berbasis *Internet of Things*

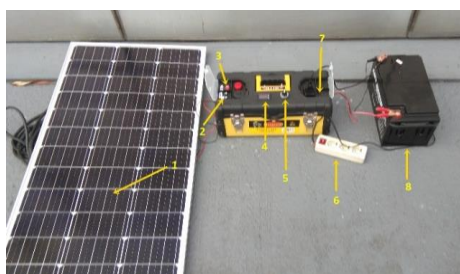
Gambar 2 merupakan desain jalur dan komponen PLTS *portable* untuk *supply mobile charger* berbasis *Internet of Things*. Beban akan dihubungkan melalui stop kontak yang telah terhubung dengan sensor PZEM-004t dan relay. Modul relay dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 yang terhubung melalui koneksi Wifi. Relay berfungsi sebagai saklar pemutus arus yang mengalir dari inverter menuju stop kontak.

Sehingga kontrol penggunaan *accu* sebagai penyimpanan energi yang dibangkitkan oleh panel surya pada saat proses *charging* baterai ponsel dapat dilakukan secara *online* selama NodeMCU ESP8266 terhubung melalui koneksi Wifi yang sudah diatur pada pemrograman menggunakan Arduino Ide.

C. Pengembangan

Penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Studi literatur mengungkapkan pengambilan data, monitoring, serta kontrol penggunaan energi listrik masih dilakukan secara manual menggunakan multimeter sehingga data tidak dapat diakses melalui ponsel pintar atau *smartphone*. Perlu dikembangkan media komunikasi yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun secara mudah melalui ponsel pintar untuk melakukan proses pengambilan data, monitoring dan kontrol pada penggunaan PLTS *portable*. Pengembangan yang dilakukan adalah dengan mengaplikasikan *Internet of Things* sebagai alat komunikasi antar sensor pada PLTS *portable* dan juga aplikasi *Blynk* yang digunakan sebagai *interface*. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP8266 dan Atmega328P.

Sistem sensor yang dikembangkan mampu memonitoring tegangan dan arus dari *accu* yang mengalir menuju inverter menggunakan sensor tegangan dan sensor arus ACS712. Sistem sensor juga memonitoring tegangan AC, arus AC, daya, frekuensi, energi, dan power faktor yang didapatkan selama proses *charging* baterai ponsel melalui sensor PZEM-004t. Data hasil monitoring sensor diolah menggunakan ATmega328P yang terhubung dengan ESP8266. Pengembangan penelitian ini terbagi dalam dua bagian yaitu: (1) perangkat hardware, dan (2) perangkat software.



Gambar 3. PLTS *Portable* Untuk *Supply Mobile Charger* Berbasis *Internet Of Things*

1. Perangkat *Hardware*

Perangkat hardware terdiri dari perakitan alat panel surya, mikrokontroler, sensor, dan stop kontak. Gambar 3 menampilkan perangkat hardware menggunakan *toolbox* dari bahan

plastik kuat sebagai tempat komponen. Penggunaan *toolbox* mempermudah dalam memindah dan menggunakan PLTS untuk *supply mobile charger* pada proses *charging* baterai ponsel. Perangkat yang terdapat pada gambar dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
Komponen Bagian Luar *Toolbox*.

No.	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Panel Surya Monokristal	100Wp	1
2	Fuse Baterai	10A 250VAC	2
3	Saklar SPST	6A/ 250VAC	1
4	Display Volt-Ampere Meter	Operating voltage: 4.5 - 30VDC Operating current: <20mA	1
5	Selector Switch	Switch 3 posisi	1
6	Stop kontak	10 Ampere / 250 Volt - 3 Lubang	1
7	Saklar SPST	3A/250VAC	2
8	<i>Accumulator</i>	12V - 65Ah	1



Gambar 4. Bagian dalam *toolbox*

Gambar 4 menampilkan rangkaian dalam *toolbox* yang terdiri dari komponen-komponen. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
Komponen Bagian Dalam *Toolbox*.

No.	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	NodeMCU	ESP8266	1
2	Arduino	ATmega328P	1
3	ACS712	5A	1
4	Sensor Tegangan	25VDC	1
5	Relay Module 2 Ch	12V DC <i>Low Level Trigger</i>	1
6	PZEM-004t	100A Single Phase	1
7	MCB	2A	1
8	Inverter	500W	1
9	<i>Solar Charger Controller</i>	PWM 10A	1

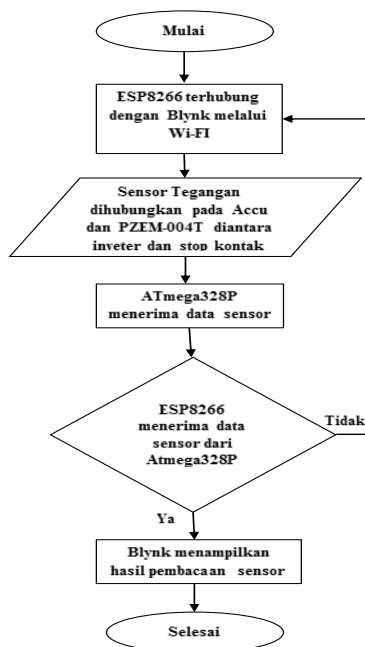
2. Desain Software

Perangkat Software membutuhkan aplikasi Arduino IDE untuk membuat program yang akan digunakan pada mikrokontroler. Pembuatan pemrograman bertujuan agar mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan sebagai pengambilan data, monitoring, dan kontrol penggunaan energi listrik pada PLTS *portable*. Pembuatan pemrograman dilakukan dua kali yaitu pemrograman pada Arduino ATmega328P dan NodeMCU ESP8266.

Program yang dibuat pada Arduino ATmega328P berfungsi untuk melakukan pembacaan data sensor tegangan, sensor arus, dan sensor PZEM-004t. Program yang dibuat pada NodeMCU ESP8266 berfungsi untuk melakukan pembacaan data perintah relay dan data analog dari ATmega328P yang diolah menjadi data digital yang akan ditampilkan pada *Blynk* melalui jaringan internet.

D. Implementasi

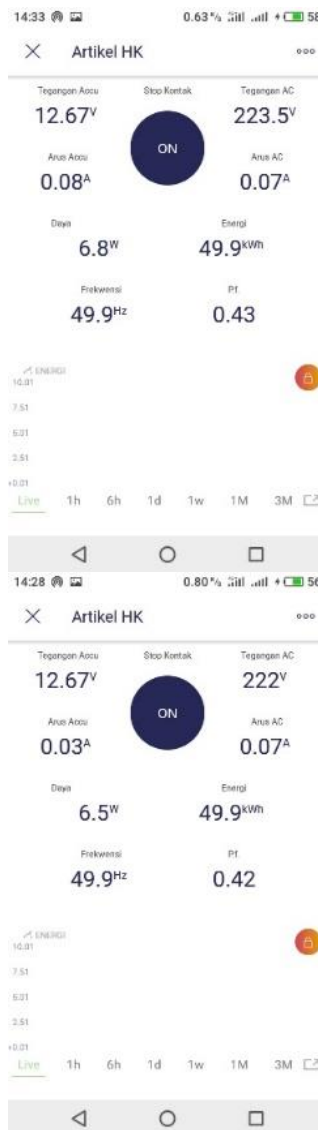
Gambar 5 menampilkan *flowchart* cara kerja mikrokontroler dan *Blynk*. ESP8266 dan *Blynk* harus terkoneksi melalui Wifi terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pembacaan data dari sensor.



Gambar 5. flowchart cara kerja mikrokontroler dan *blynk*

Data hasil pembacaan dari sensor tegangan yang terhubung dengan *accumulator* dan data hasil pembacaan dari PZEM-004T yang terletak diantara inverter dan stop kontak akan dikirimkan menuju ATmega328P. Data pada ATmega328P berupa data analog akan dikirimkan menuju

ESP8266 dan diubah menjadi data digital. Data hasil pembacaan sensor yang telah dirubah akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk* yang telah dilakukan *setting* dengan menyesuaikan *datastream* pada *blynk.cloud* dan pemrograman ESP8266 melalui Arduino IDE. Data hasil pembacaan sensor dari ATmega328P tidak terkirim ketika ESP8266 dan aplikasi *Blynk* tidak terkoneksi dengan internet sehingga data tidak bisa ditampilkan. Tampilan pada aplikasi *Blynk* ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan pada aplikasi *Blynk*

Parameter yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* meliputi tegangan *accu*, arus *acu*, dan hasil pembacaan dari sensor PZEM-004t berupa tegangan AC, arus AC, daya, energi, power faktor, dan frekuensi. Jika ESP8266 tidak terhubung dengan koneksi internet maka sensor tidak dapat membaca data yang ada dan data yang

akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk* adalah angka 0.

E. Evaluasi

Setelah dilakukan tahap analisis penelitian dan tahap implementasi, selanjutnya dilakukan tahap evaluasi. Pada tahap evaluasi, perancangan yang dibuat akan diujicobakan untuk mengetahui tegangan dan arus yang dibangkitkan oleh panel surya, tegangan *accu* pada saat pengisian *accu* dan penambahan % baterai ponsel saat pengujian berbeban menggunakan *charger* ponsel.

Rancang bangun PLTS portable berbasis *IoT* bergantung pada koneksi internet. Data hasil pembacaan sensor tidak akan dibaca pada aplikasi *Blynk* ketika ESP8266 tidak dapat terhubung dengan koneksi internet.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Panel Surya.

Tabel 3 menjelaskan mengenai tegangan dan arus pada panel surya yang dibangkitkan panel surya dalam kondisi tanpa beban. Pengambilan data dilakukan selama tiga jam tiga puluh menit dengan interval waktu tiga puluh menit

TABEL 3
Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Panel Surya.

Waktu	Panel Surya	
	Tegangan	Arus
11.25	13.84	0.85
11.55	14.21	0.95
12.25	14.57	1.25
12.55	14.77	1.55
13.25	14.55	1.26
13.55	14.40	1.05
14.25	14.04	0.93
14.55	13.88	0.77

Kondisi cuaca saat pengumpulan data adalah panas dan berawan. Hasil *output* tegangan dan arus panel tertinggi pada pukul 12.55 sebesar 14.77V dan 1.55A.

B. Hasil Pengujian Charging Accu.

Pengujian *charging accu* dilakukan untuk mengisi *accumulator* hingga kondisi penuh. Pengujian dilakukan saat tegangan *accu* sebesar 12.58VDC sampai dengan tegangan *accu* maksimal sebesar 13.30VDC.

Tabel 4 merupakan hasil pengujian *charging accu*. Proses pengisian *accu* 12V – 65Ah dilakukan selama lima jam dua puluh menit dengan kondisi cuaca cerah dan panas. Tegangan *accu* sampai dengan kondisi penuh bertambah 0.72V saat proses pengisian dengan *output* rata-

rata tegangan panel dan rata-rata arus panel surya yang diperoleh sebesar 15.12V dan 1.63A.

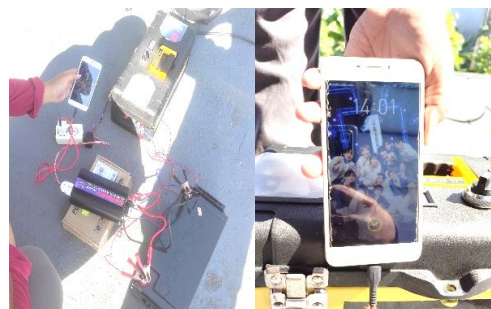
TABEL 4
Hasil Pengujian Charging Accu.

Waktu	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Accu (V)
11.30	14.33	1.05	12.58
11.50	14.89	1.25	12.77
12.10	15.28	1.42	12.85
12.30	15.28	1.57	12.91
12.50	15.45	1.71	12.93
13.10	15.35	1.79	12.95
13.30	15.16	1.76	12.96
13.50	15.31	1.85	12.98
14.10	15.15	1.92	13.02
14.30	15.22	1.94	13.04
14.50	15.35	1.87	13.08
15.10	15.31	1.81	13.10
15.30	15.18	1.73	13.15
15.50	15.22	1.71	13.18
16.10	15.14	1.64	13.23
16.30	15.09	1.44	13.27
16.50	14.47	1.26	13.30

Semakin besar kapasitas *accu* yang digunakan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *charging accu* sampai kondisi penuh dengan tegangan maksimal 13.30VDC. Lama pengisian *accu* 12V – 65Ah dengan kondisi *accu* kosong dan arus rata-rata 1.63A serta total daya baterai efektif sebesar 80% dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3 dan persamaan 1 dengan hasil yang didapatkan untuk lama pengisian selama 39.87 jam dan daya efektif dikali 80% sebesar 624W.

C. Hasil Pengujian Beban AC Pada Accu Kondisi Charging.

Pada pengujian beban AC, stop kontak yang terhubung dengan inverter di dalam *toolbox* dan *accumulator* diberikan beban *charger* ponsel. Gambar 9 merupakan proses pengukuran pemakaian beban pada *accu* kondisi *charging*.



Gambar 9. Proses pengukuran beban AC pada *accu* kondisi *charging*

TABEL 5
Hasil Pengujian Beban AC pada *Accu* Kondisi *charging*

Waktu	Beban Charger HP (A)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan <i>Accu</i> (V)	Tegangan AC (V)	Arus AC (A)	Daya AC (W)	Keterangan Baterai Ponsel
14.00	0.2	15.14	1.89	12.78	228	0.07	6.7	29%
14.10	0.2	15.13	1.92	12.77	225	0.07	6.5	33%
14.20	0.2	15.26	1.94	12.76	235	0.07	6.6	39%
14.30	0.2	15.22	1.94	12.75	223	0.07	6.8	44%
14.40	0.2	15.55	1.81	12.74	225	0.07	6.8	50%
14.50	0.2	15.35	1.87	12.73	225	0.07	6.7	54%
15.00	0.2	15.28	1.88	12.72	230	0.07	6.9	57%
15.10	0.2	15.31	1.81	12.71	228	0.07	6.5	61%

Tabel 5 merupakan hasil pengujian beban yang dilakukan pada *accu* kondisi *charging*. Beban yang digunakan pada pengambilan data dengan *accu* kondisi *charging* berupa satu *charger* ponsel 0.2A. Hasil pengambilan data berupa nilai tegangan panel sebesar 15.14V – 15.31V, nilai arus panel sebesar 1.89A – 1.81A, nilai tegangan *accu* sebesar 12.78V – 12.71V, dan rata-rata data hasil pembacaan sensor PZEM-004t berupa tegangan AC, arus AC, dan daya berturut-turut sebesar 227V, 0.07A, dan 6.7W pada kondisi cuaca cerah dan panas. Pengambilan data dilakukan selama 1 jam 10 menit dengan penambahan baterai ponsel sebesar 32%.

D. Hasil Pengujian Beban AC Pada *Accu* Kondisi *Charging*.

Pada pengujian beban AC pada *accu* kondisi *dishcharging*, rangkaian pada *toolbox* tidak tersambung dengan panel surya. Beban yang digunakan pada pengambilan data dengan *accu* kondisi *discharging* berupa dua *charger* ponsel 0.2A dan 0.5A.

TABEL 6
Hasil Pengujian Beban AC pada *Accu* Kondisi *discharging*

Waktu	Beban Charger HP (A)	Tegangan <i>Accu</i> (V)	Tegangan AC (V)	Arus AC (A)	Daya AC (W)	Keterangan Baterai Ponsel	
						Ponsel 1	Ponsel 2
13.42	0.7	12.33	216	0.07	6.9	38%	52%
13.52	0.7	12.32	218	0.08	8.8	41%	79%
14.02	0.7	12.31	217	0.08	8	45%	90%
14.12	0.7	12.30	217	0.08	8.4	49%	100%
14.13	0.2	12.30	217	0.07	6.7	49%	-
14.18	0.2	12.29	216	0.07	6.6	52%	-
14.23	0.2	12.29	218	0.07	6.6	54%	-
14.28	0.2	12.29	215	0.07	6.5	56%	-
14.33	0.2	12.28	219	0.07	6.8	58%	-

Tabel 6 menunjukkan hasil pengambilan data berupa nilai tegangan *accu* sebesar 12.33V – 12.28V, dan rata-rata data hasil pembacaan sensor PZEM-004t berupa tegangan AC, arus AC, dan daya berturut-turut sebesar 217V, 0.07A, dan 7.3W pada kondisi sejuk dan terhalang dari sinar matahari. Pengambilan data dilakukan selama 51 menit dengan penambahan baterai pada ponsel 1 sebesar 48% dan pada ponsel 2 sebesar 20%.

Tegangan *accu* mengalami penurunan sebesar 0.03V saat diberi beban 0.7A selama 30 menit dan

turun sebesar 0.02V saat diberi beban 0.2A selama 30 menit. Jika baterai pada kondisi tegangan maksimal 13.30V digunakan untuk proses *charging* baterai ponsel dengan total beban 0.7A sampai tegangan *accu* mencapai 12.00V, maka lama penggunaan *accu* untuk suplai pada proses *charging* baterai ponsel pada *accu* kondisi *discharging* selama 1 jam dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan 4 dengan hasil yang didapatkan selama 21 jam 42 menit.

Lama penggunaan *accu* untuk suplai pada proses *charging* baterai ponsel pada *accu* kondisi *discharging* bergantung pada beban *charger* ponsel yang dipakai dan lama waktu pembebanan. Semakin banyak *charger* ponsel yang digunakan pada proses *charging* baterai ponsel dan semakin lama proses *charging* dilakukan maka akan semakin singkat waktu ketahanan penggunaan *accu* pada kondisi *discharging*.

Hasil pembacaan data oleh sensor yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* dapat digunakan sebagai acuan untuk memantau dan mengontrol penggunaan *accu* pada PLTS *Portable* terutama pada saat *accu* kondisi *discharging* untuk menghindari *accu* mengalami drop tegangan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan dan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun PLTS *portable* untuk *supply mobile charger* berbasis *Internet of Things* dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yaitu mudah dibawa atau dipindah tempat sehingga lebih efektif untuk digunakan sebagai *supply mobile charger* pada proses *charging* baterai ponsel saat berada diluar ruangan atau di fasilitas umum.

Pengujian yang dilakukan berupa pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban. Pada pengujian tanpa beban diperoleh hasil *output* tegangan dan arus panel tertinggi pada pukul 12.55 sebesar 14.77V dan 1.55A. Pada pengujian berbeban berupa pengisian *accu* diperoleh penambahan tegangan *accu* sebesar 0.72V dengan *output* rata-rata tegangan panel dan rata-rata arus panel surya yang diperoleh sebesar 15.12V dan 1.63A. Pada pengujian berbeban berupa proses *charging* baterai ponsel dilakukan dengan dua kondisi, yaitu *accu* kondisi *charging* dan *accu* kondisi *discharging*. Pada *accu* kondisi *charging*, nilai tegangan *accu* sebesar 12.78V – 12.71V dengan penambahan baterai ponsel sebesar 32% selama 1 jam 10 menit. Pada *accu* kondisi *discharging*, nilai tegangan *accu* mengalami penurunan sebesar 0.03V saat diberi beban 0.7A dengan penambahan baterai ponsel sebesar 32% selama selama 30 menit dan turun sebesar 0.02V saat diberi beban 0.2A selama 30

menit dengan penambahan baterai ponsel sebesar 20% selama 1 jam.

Pada akhir penelitian ini saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan sensor untuk monitoring tegangan dan arus yang dibangkitkan oleh panel surya dan mengembangkan sistem monitoring otomatis penggunaan *accu* pada pemakaian beban sehingga semakin mempermudah kontrol penggunaan *accu* untuk menghindari terjadinya kerusakan selama penggunaan

REFERENSI

Al-Ali. A.R., Al Nabulsi. Ahmad, Mukhopadhyay. Shayok, Awal. Mohammad Shihab, Fernandes. Sheehan, dan Ailabouni. Khalil. 2019. *Iot-Solar Energy Powered Smart Farm Irrigation System*. Journal of Electronic Science and Technology, Vol. 17(4), 100017.

Bhargav. Pisupati dan Vamsi. Vanga Sai Naga. 2019. *Solar Cells For Mobile Charging*. International Journal of Scientific Research and Review. Vol. 8(5), pp. 299-305.

Dewi. Nurul Hidayati Lusita, Rohmah. Mimin F., dan Zahara. Soffa. 2019. *Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)*. Repositori Institusi Universitas Islam Majapahit.

Gohil. Pragnesh B., Jadav. Digvijay P., Katakiya. Chirag N., dan Zala. Jaydipsinh B. 2017. *Solar Battery Charger*. International Journal of Engineering Development and Research. Vol. 5(2), pp. 234-239.

Gunawan. Luki Adi, Agung. Achmad Imam, Widyanono. Mahendra, dan Haryudo. Subuh Isnur. 2020. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya, Vol. 10(1), pp. 65-71.

Hartawan. I Nyoman Buda dan Sudiarsa. I Wayan. 2019. *Analisis Kinerja Internet Of Things Berbasis Firebase Real-Time Database*. Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer), Vol. 02(1), pp. 6-17.

Jager. Klaus, Isabella. Olindo, Smets. Arno H.M., Swaaij. René A.C.M.M. van, dan Zeman. Miro. 2014. *Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems*. Netherlands: Delft University of Technology.

Lumbantobing, Christin Thesia. 2020. *Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Energi Listrik*

Maksimal 1000W Berbasis Smartphone Android Via Wifi. Repositori Institusi Universitas Sumatra Utara.

Ray, P. P. 2018. *A Survey on Internet of Things Architectures*. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences. King Saud bin Abdulaziz University. Vol. 30(3), pp. 291-319.

Sihombing. Donny Ticcoss Benaya dan Kasim. Surya Tarmizi. 2013. *Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum dan Taman di Areal Kampus USU dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya (Aplikasi di Areal Pendopo dan Lapangan Parkir)*. Jurnal Singuda Ensikom Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Vol. 03(3), pp. 118-123.

Tamba. Saut P, Nasution. Abdul Halim Mukti, Indriani. Sri, Fadhilah. Nida, dan Arifin. Chandra. 2019. *Pengontrolan Lampu Jarak Jauh Dengan Nodemcu Menggunakan Blynk*. Jurnal Teknik Informasi dan Komputer (Tekinkom), Vol. 02(1), pp. 93-98.