

Desain Dan Implementasi Panel Sebagai Catu Daya *Field Server*

Design And Implementation Of Solar Panels As A Power Supply For Field Server

1st Bram Sabattino
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bramsabattino@student.telkomu
niversity.ac.id

2nd Sony Sumaryo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
sonysumaryo@telkomuniversity.
ac.id

3rd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—*Charge Controller* adalah perangkat yang dapat mengontrol tegangan dan arus output sehingga tidak terjadi *overcharge* dan *overvoltage* pada proses pengisian baterai yang dapat mengakibatkan kerusakan pada baterai. Sebelumnya telah banyak penelitian mengenai *Charge Controller* yang digunakan untuk mencatu berbagai keperluan, seperti menggunakan metode *MPPT (Maximum Power Point Tracking)* dan *PWM (Pulse Width Modulation)*. Metode ini biasa diterapkan pada sistem pembangkit listrik turbin angin dan sistem solar untuk memaksimalkan daya tegangan yang dikeluarkan dari sumbernya. *Field Server* merupakan instrumen untuk memantau parameter lingkungan secara *real time* melalui internet yang akan diletakkan di tengah ladang perkebunan dan jauh dari sumber listrik sehingga diperlukan sebuah perangkat yang dapat mencatu daya meskipun jauh dari sumber listrik. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sebuah *Charge Controller* dengan sumber panel surya untuk mencatu perangkat *Field Server*. Telah dilakukan beberapa pengujian pada *Charge Controller* sebagai perangkat untuk mencatu *Field Server*. Dan diketahui perangkat *Charge Controller* yang telah dirancang mampu melakukan pengisian selama ± 3 jam dan pengosongan baterai selama 27 jam serta mampu mencatu *Field Server* selama 24 jam dalam kondisi *full running*.

Kata kunci— *charge controller*, *catu daya*, *field server*.

I. PENDAHULUAN

Sinar matahari merupakan salah satu sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan untuk sumber energi, dengan mengubah energi dari matahari menjadi energi listrik. Salah satunya di bidang pertanian, matahari sangatlah diperlukan untuk proses fotosintesis dan lain-lain. *Field Server* merupakan instrumen yang berfungsi untuk

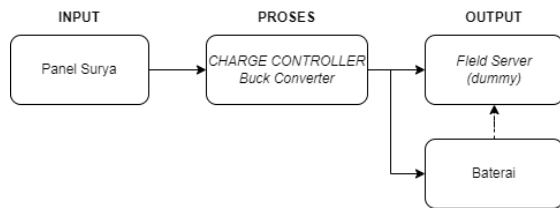
parameter lingkungan secara *real time*. Instrumen ini biasanya terletak di tengah ladang perkebunan sehingga jauh dari sumber listrik, maka dari itu hal ini menjadi salah satu masalah untuk penerapan *Field Server* di bidang pertanian. Panel surya merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk menangkap sinar matahari, ketika siang hari melakukan pengisian dan disimpan ke baterai supaya bisa digunakan/pengosongan di malam hari yang mana baterai bisa digunakan untuk sumber daya cadangan.

Energi yang dihasilkan oleh panel surya sangat bergantung pada intensitas radiasi cahaya matahari dan temperatur permukaan panel surya [1]. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah perangkat berupa *Charge Controller* untuk mengatur dan menstabilkan tegangan yang dihasilkan panel surya agar sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak terjadi *overcharge* dan *overvoltage* pada proses pengisian baterai.

Sebelumnya telah banyak penelitian mengenai *Charge Controller* yang digunakan untuk mencatu berbagai keperluan [2]–[5]. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *MPPT (Maximum Power Point Tracking)* dan *PWM (Pulse Width Modulation)*. Namun setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan sebuah *Charge Controller* dengan menggunakan *Buck Converter* untuk mendapatkan sebuah sistem catu daya tenaga matahari yang stabil dan dapat mengisi baterai untuk memenuhi kebutuhan listrik *Field Server (dummy)*, sehingga diperoleh sistem catu daya menggunakan panel surya sebagai sumber catuan yang mampu beroperasi selama 24 jam.

II. KAJIAN TEORI

A. Prinsip Kerja



GAMBAR II. 1 Prinsip kerja alat

Perancangan sistem Charge Controller ini dibuat menggunakan modul Buck Converter sebagai penurun tegangan dari panel surya di mana panel surya sebagai sumber daya untuk proses pengisian baterai dan sebagai sumber daya untuk mencatu Field Server(dummy), baterai sebagai sumber daya cadangan apabila sumber daya dari panel surya tidak mampu mencatu Field Server(dummy).

Prinsip kerja sistem Charge Controller adalah sebagai berikut :

1. Sistem pertama kali menggunakan daya dari baterai
2. Panel surya mengubah energi matahari lalu menjadi energi listrik
3. Sensor arus dan tegangan yang terpasang pada bagian input dan relay yang disambungkan ke arduino sebagai saklar, tegangan disesuaikan oleh DC-DC Converter sebelum diteruskan ke baterai dan beban
4. Tegangan dan arus keluaran dari Charge Controller digunakan untuk proses pengisian dan mencatu beban.
5. Apabila tegangan dari panel surya kurang dari 12V maka baterai akan menjadi sumber daya cadangan untuk mencatu beban.

B. Charge Controller

Charge Controller adalah perangkat yang dapat mengontrol tegangan dan arus output sehingga tidak terjadi overcharge dan overvoltage pada proses pengisian baterai yang dapat mengakibatkan kerusakan pada baterai [7].

Beberapa fungsi dari Charge Controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus dan tegangan dari sumber (panel surya) untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharge* dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari baterai ke beban agar baterai tidak *full discharge*, dan *overloading* sehingga baterai tetap bertahan lama.
3. *Monitoring* tegangan dan arus pengisian dan pengosongan baterai.

C. Field Server

Field Server (FS) merupakan instrumen untuk memantau parameter lingkungan secara *realtime* melalui internet. FS didesain untuk mudah dipasang dan dipindahkan. Ukuran FS standar kira-kira 20x20 cm dengan berat sekitar 1 kg. Power Supply Field Server dapat dipilih sesuai kondisi dan tujuan pemasangan dengan beberapa cara yaitu listrik AC (100 - 240V); baterai DC 12V dan sumber listrik lainnya. Power Supply dalam FS adalah DC 12V dan kebutuhan tegangan tiap modul akan disesuaikan dengan DC-DC Converter [8]. FS terdiri dari komponen utama antara lain :

TABEL II. 1 Perhitungan Daya Field Server

No	Komponen	(V)	(A)	(W)	Qty	Total Daya (W)
1	Arduino	5	0,12	0,6	1	0,6
	LCD (20x4)-12C	5	0,004	0,02	1	0,02
	SHT-20	3,6	0,00033	0,001188	1	0,001188
	DS18B20	5,5	0,0015	0,00825	1	0,00825
	CSMDFRobot	5	0,005	0,025	1	0,025
	PH	4,7	0,0015	0,00705	1	0,00705
	GY49-MAXX44009	3,6	6,5E-08	0,00000234	1	0,00000234
2	MCU-ESP8266	3,3	0,007	0,0231	1	0,0231
	Total					0,6231

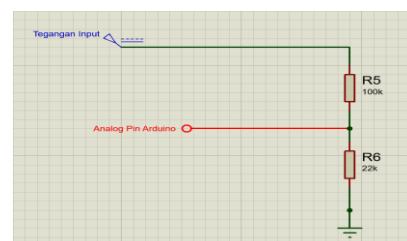
FS menggunakan LAN nirkabel, karena sulit untuk membangun LAN kabel di bidang pertanian. FS memiliki masalah keamanan jaringan seperti kesalahan jaringan, terhambatnya lalu lintas data, dan lain-lain. Perancangan FS sebagai bagian utama dari *monitoring system* yang didistribusikan secara masif.

D. Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor juga sebuah alat yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisis dengan rangkaian listrik tertentu [9].

1. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sensor yang dapat mengukur besar tegangan pada suatu komponen atau alat elektronik. Sensor tersebut pada dasarnya menggunakan pembagi tegangan dengan resistor. Konfigurasinya menggunakan 2 buah resistor dengan perhitungan sebagai berikut :



GAMBAR II. 2 Sensor tegangan dengan resistor

$$V_o = \frac{V_i \cdot R_2}{(R_1 + R_2)} \quad (2.1)$$

Tegangan pada baterai akan diubah ke dalam tegangan yang dapat dibaca mikro kontroler yaitu 0 – 5V. Lalu tegangan diterjemahkan menjadi satuan digital melalui mikro kontroler agar dapat kita atur lebih lanjut [10].

2. Sensor Arus



Gambar II. 3 Sensor Arus ACS712

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) dikawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Data pengukuran sensor dapat disimpan ataupun dianalisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

Sensor arus ACS712 adalah sensor arus dengan sistem *hall effect*, artinya besaran-besaran arus akan mempengaruhi besar kecilnya *hall effect* pada sensor. Sensor ini memiliki output analog, sehingga jika kita ingin membacanya dengan menggunakan mikro kontroler harus menggunakan pin ADC. Ketika tegangan input (V_{in}) lebih besar dari tegangan yang diinginkan (V_{out}), Converter akan bekerja pada mode Buck. Sebaliknya, ketika tegangan input (V_{in}) lebih kecil dari tegangan yang diinginkan (V_{out}) Converter akan bekerja pada mode Boost. Ketika tegangan input (V_{in}) mendekati tegangan yang diinginkan (V_{out}), maka Converter akan bekerja pada mode Buck-Boost [11].

F. Panel Surya

Panel surya atau solar panel merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya terdiri dari rangkaian sel surya yang disusun secara seri atau paralel. Sel surya atau juga yang disebut sel *photovoltaics* memiliki bahan silikon yang dapat menghasilkan arus listrik dan tegangan listrik jika disinari cahaya. Cahaya diubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam sel surya karena ada perbedaan elektron, dari proses pergerakan elektron tersebut sel surya akan menghasilkan listrik DC [4].

1. Jenis Panel Surya

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya dibagi dalam dua jenis, yaitu:

a. Monocrystalline

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis.

b. Polycrystalline

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak se murni pada sel surya monocrystalline, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16%.

G. Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai, yaitu dengan meletakkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia [11].

H. Modul Buck Converter

Buck Converter merupakan salah satu *DC to DC Converter* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC dengan metode *switching*. Secara garis besar rangkaian konverter dc to dc ini memakai komponen *switching* seperti *MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)*, *thyristor*, *IGBT* untuk mengatur *duty cycle* [13].

Konverter tipe *buck* ini mempunyai tegangan output yang lebih kecil dibandingkan dengan tegangan inputnya [10].

I. Relay

Relay merupakan saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektro mekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar / *Switch*).

J. Modul NTC Thermistor

Thermistor merupakan sensor suhu berupa resistor yang *sensitive* secara termal di mana tahanannya akan menurun dengan kenaikan suhu lingkungan di sekitarnya.



GAMBAR II.4 Modul NTC Thermistor

Nilai resistansi *Thermistor NTC* akan turun jika suhu di sekitar NTC tersebut tinggi (berbanding terbalik / negatif). Sedangkan untuk PTC, semakin tinggi suhu di sekitarnya, semakin tinggi pula nilai resistansinya (berbanding lurus / positif).

III. METODE

A. Desain Sistem

Tugas akhir ini membuat sebuah desain dan implementasi panel surya sebagai catudaya *Field Server(dummy)* dengan penyimpanan baterai sebagai penyimpanan cadangan. Sistem ini menggunakan panel surya sebagai penangkap energi surya dengan keluaran daya yang kemudian didistribusikan ke baterai dan *Field Server(dummy)* oleh *Charge Controller*, kemudian dilengkapi *display* untuk melihat tegangan panel surya dan baterai.

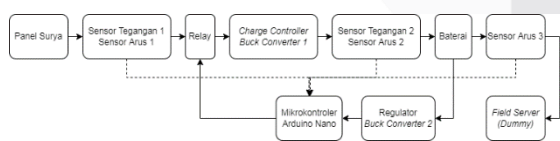
Spesifikasi sistem yang dirancang adalah sebagai berikut :

1.Seluruh daya yang dibutuhkan dalam sistem ini didapatkan dari Panel Surya sebagai sumber daya utama ketika pagi sampai siang hari dan baterai sebagai sumber daya cadangan ketika malam hari atau tidak adanya matahari.

2. Sistem ini digunakan untuk menghidupkan *Field Server(dummy)* sebagai beban dan sekaligus digunakan untuk pengisian baterai sebagai sumber daya cadangan

3. Data akan ditampilkan melalui *LCD*

1. Diagram Blok Sistem



GAMBAR III. 1 Diagram Blok Sistem *Charge Controller*

Pada perancangan ini sistem *Charge Controller* menggunakan dua *Buck Converter Step Down 5V*. *Buck Converter* disini berfungsi sebagai penurun tegangan input dari panel surya untuk mencatu *Field Server(dummy)* dan pengisian baterai. Perancangan ini juga menggunakan *relay* sebagai saklar untuk memutus/menyambungkan arus dan tegangan yang dikontrol oleh mikrokontroler, dikarenakan lebih mudah diatur. Untuk *Buck Converter* kedua digunakan sebagai regulator untuk mikro kontroler.

B. Desain Perangkat Keras

Pada bagian ini menjelaskan komponen apa saja yang digunakan dan seperti apa desain perangkat keras pada sistem penelitian tugas akhir ini. Perangkat keras yang digunakan dalam sistem tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. *Arduino UNO*
2. *Sensor Tegangan*
3. *Sensor Arus ACS712*
4. *Buck Converter Step Down 5V*
5. *Relay*
6. *Baterai 12V 5Ah*
7. *Panel Surya Mono 30Wp*
8. *LCD I2C 20x4*

1. Kebutuhan Daya *Field Server(dummy)*

Pada perancangan ini menggunakan beban *dummy* sebagai pengganti *Field Server* dikarenakan perancangan dilakukan di waktu dan tempat yang berbeda. Berikut komponen-komponen yang digunakan *Field Server(dummy)*:

TABEL III. 1 Perhitungan Daya *Field Server(dummy)*

No.◻	Komponen◻	(V)◻	(A)◻	(W)◻	Qty◻	Total Daya (W)◻
1◻	Arduino◻	5◻	0,12◻	0,6◻	1◻	0,6◻
◻	LCD (20x4) I2C◻	5◻	0,004◻	0,02◻	1◻	0,02◻
◻	SHT 20◻	3,6◻	0,00033◻	0,001188◻	1◻	0,001188◻
◻	DS18B20◻	5,5◻	0,0015◻	0,00825◻	1◻	0,00825◻
◻	CSM-DFRobot◻	5◻	0,005◻	0,025◻	1◻	0,025◻
◻	PH◻	4,7◻	0,0015◻	0,00705◻	1◻	0,00705◻
◻	GY49-MAXX44009◻	3,6◻	6,5E-08◻	0,000000234◻	1◻	0,000000234◻
2◻	MCU-ESP8266◻	3,3◻	0,007◻	0,0231◻	1◻	0,0231◻
Total◻						0,6231◻

Pada Tabel III.1 dapat dilihat bahwa komponen-komponen tersebut yang digunakan untuk *Field Server(dummy)*. Perhitungan diatas bertujuan untuk mengetahui besar nilai beban atau *Field Server(dummy)* itu sendiri. Total daya yang *Field Server(dummy)* 0,6231 W.

2. Kebutuhan Catu Daya

Perancangan *Charge Controller* bertujuan untuk menentukan besar nilai yang digunakan pada rangkaian *Charge Controller* yang berfungsi mengontrol tegangan sehingga tidak terjadi *overcharge* dan *overvoltage* pada saat proses pengisian baterai. Berikut merupakan komponen-komponen yang digunakan untuk perancangan *Charge Controller*:

Tabel III. 2 Perhitungan Daya *Charge Controller*

Komponen◻	(V)◻	(A)◻	(W)◻	Qty◻	Total Daya (W)◻
Arduino Nano◻	5,0◻	0,019◻	0,095◻	1◻	0,095◻
Sensor ACS◻	5,0◻	0,008◻	0,04◻	3◻	0,12◻
Relay 2-Channel◻	5,0◻	0,014◻	0,07◻	1◻	0,07◻
Sensor Tegangan◻	5,0◻	0,0006◻	0,015◻	2◻	0,03◻
Thermistor◻	5,0◻	0,002◻	0,01◻	1◻	0,01◻
Total◻					0,3010◻

Dari Tabel III.2 dapat dilihat bahwa total daya dari perancangan *Charge Controller* 0,3010 W. Sehingga total daya *Field Server(dummy)* dan *Charge Controller* (W) = 0,6231 + 0,3010 = 0,9241 W , Dan untuk total arus *Field Server(dummy)* dan

Charge Controller (A) = $P / V = 0,9241 / 6 = 0,154$ A

Total Energi Sistem (Wh)	Daya Sistem x Waktu $0,9241 \times 24 \text{ jam}$	$W \times t = Wh$ 22,178	(3.1)
--------------------------	---	-----------------------------	-------

Perhitungan diatas merupakan total daya *Field Server(dummy)* dan *Charge Controller* per-harinya adalah 22,178 Wh.

3. Kebutuhan Catu Daya

Perhitungan berikut ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas baterai yang akan digunakan sebagai sumber daya cadangan. Agar mampu mencatu *Field Server(dummy)* selama 24 jam.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan baterai} &= \frac{\text{Keb. energi harian}}{V. \text{ Batt}} \\ \text{Kebutuhan baterai} &= \frac{22,178 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} \\ \text{Kebutuhan baterai} &= 1,848 \text{ Ah} \\ \text{VRLA 50\% DOD (Deep of Discharge)} & \\ &= \frac{1,848 \text{ Ah}}{50\%} \\ &= 3,696 \text{ Ah} = \pm 4 \text{ Ah} \end{aligned} \quad (3.2)$$

4. Perhitungan SOC(State of Charge)(%)

Perhitungan berikut ini bertujuan untuk mengetahui presentasi baterai yang nantinya akan ditampilkan di LCD.

$$\begin{aligned} \text{SOC} &= \frac{(V_{\text{out}} - V_{\text{batmin}})}{(V_{\text{batmax}} - V_{\text{batmin}})} \times 100\% \\ &= \frac{(V_{\text{out}} - 6,5)}{(13,5 - 6,5)} \times 100\% \\ \text{SOC} &= \frac{(V_{\text{out}} - 6,5)}{7} \times 100\% \end{aligned} \quad (3.3)$$

5. Kebutuhan PV (Wp)

Perhitungan berikut ini bertujuan untuk mengetahui Wp panel surya yang akan digunakan dalam perancangan.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan PV} &= \frac{\text{Energi Baterai}}{\text{Peak Sun Hour}} \\ &= \frac{4 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{3 \text{ h}} = 16 \text{ Wp} \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\text{Asumsi Efisiensi PV 75\%} = \frac{16 \text{ W}}{75\%} =$$

$$21,33 \text{ Wp} = 20 \text{ Wp}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh kebutuhan panel surya yang akan digunakan dalam perancangan. Dengan baterai 12V/4Ah dan *Peak Sun Hour* ± 3 jam, panel surya yang dibutuhkan 16 Wp, namun dengan asumsi efisiensi panel surya 75% maka diperoleh 21,33 Wp atau dianggap 20 Wp

6. Estimasi Pengisian Baterai

Perhitungan berikut ini bertujuan untuk mengetahui estimasi waktu pengisian baterai menggunakan panel surya sebagai sumber dayanya.

Estimasi waktu pengisian baterai dari

$$\begin{aligned} \text{kosong} &= \frac{20 \text{ W}}{18 \text{ V}} = 1,111 \text{ A} \\ \text{Waktu} &= \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Arus pengisian}} = \frac{4 \text{ Ah}}{1,111 \text{ A}} \\ &= 3,6 \text{ h} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh estimasi waktu pengisian baterai dengan arus pengisian 1,111 A berlangsung selama $\pm 3,6$ h.

7. Estimasi Pengosongan Baterai

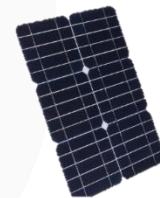
Perhitungan berikut ini bertujuan untuk mengetahui estimasi waktu peosongan baterai selama mencatu *Field Server(dummy)* tanpa adanya proses pengisian.

$$\begin{aligned} \text{Pengosongan} &= \frac{\text{Arus baterai}}{\text{Arus beban}} \\ &= \frac{4 \text{ Ah}}{0,154 \text{ A}} = 25,9 \text{ h} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh estimasi waktu pengosongan baterai berlangsung selama $\pm 25,9$ h.

8. Panel Surya

Perancangan ini menggunakan panel surya *monocrystalline* sebagai sumber energi pengisian baterai dan *Field Server(dummy)*. Panel surya mengubah energi surya menjadi energi listrik yang dapat digunakan langsung untuk menghidupkan elektronik dengan arus DC, maupun disimpan di baterai.



GAMBAR III. 1 Panel Surya 30Wp

Namun karena panel surya dengan daya yang sesuai perhitungan tidak umum dan sulit untuk ditemukan dipasaran, maka pada perancangan ini panel surya yang akan digunakan adalah panel surya 30Wp. Dengan perhitungan untuk estimasi pengisian baterai sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Estimasi waktu pengisian baterai} &= \frac{30 \text{ W}}{18 \text{ V}} \\ &= 1,667 \text{ A} \\ \text{Waktu} &= \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Arus pengisian}} = \frac{4 \text{ Ah}}{1,6667 \text{ A}} \\ &= 2,39 \text{ h} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh panel surya dengan 30Wp memiliki estimasi waktu pengisian baterai yang lebih cepat.

9. Buck Converter (Modul XL 4015 DC-DC)

Pada perancangan ini, menggunakan dua modul *Buck Converter* XL 4015 DC-DC *Step Down* 5V sebagai penurun tegangan yang mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah. Modul pertama digunakan sebagai penurun tegangan input (panel surya) dan modul kedua sebagai regulator untuk mikro kontroler



GAMBAR III. 2 Modul *Buck Converter Step Down*

TABEL III. 3 Spesifikasi Modul *Buck Converter Step Down*

SPESIFIKASI	
Bahan	5V DC papan PCB dan komponen elektronik
Tegangan masukan	5-40V
Tegangan keluaran	1.2-35V (terus menerus disesuaikan)
Arus keluaran	9A (suhu tabung daya melebihi 65°C)
Rentang arus konstan	0.2-9A (dapat disesuaikan)

10. Baterai

Pada perancangan ini, baterai berfungsi sebagai sumber daya cadangan setelah panel surya. baterai akan menjadi sumber daya utama ketika panel tidak mampu mencatu beban



GAMBAR III. 3 Baterai VRLA 12 V/5 Ah

Namun karena baterai dengan kapasitas yang sesuai perhitungan sulit untuk ditemukan dipasaran, maka pada perancangan ini baterai yang akan digunakan adalah 12V/5Ah. Dengan perhitungan untuk estimasi pengosongan baterai sebagai berikut

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Arus baterai}}{\text{Arus Beban}} = \frac{5 \text{ Ah}}{0,154 \text{ A}} = 32,4 \text{ h} \quad (3.9)$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh baterai dengan 12V/5Ah memiliki estimasi waktu pengosongan baterai yang lebih lama.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor dan Perangkat

Pada pengujian sensor dan perangkat yang terdapat pada tugas akhir ini mencakup pengujian *error*, persentase *error* dan akurasi dari sensor yang digunakan serta perangkat yang terdapat pada sistem. Berikut merupakan

$$\text{Error} = \text{Nilai Referensi} - \text{Nilai sensor} \quad (4.1)$$

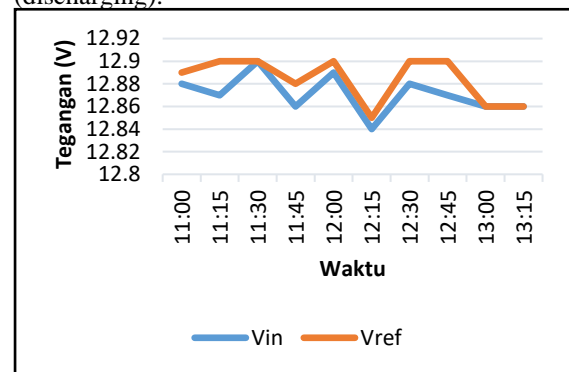
$$\text{Persen Error} (\%) = \frac{\text{Error}}{\text{Nilai Referensi}} \times 100 \quad (4.2)$$

$$\text{Akurasi} (\%) = 100 - \text{Persen Error} \quad (4.3)$$

Persamaan diatas digunakan untuk mengetahui nilai *error*, *percent error* dan akurasi untuk mendapatkan data pengujian akurasi sensor.

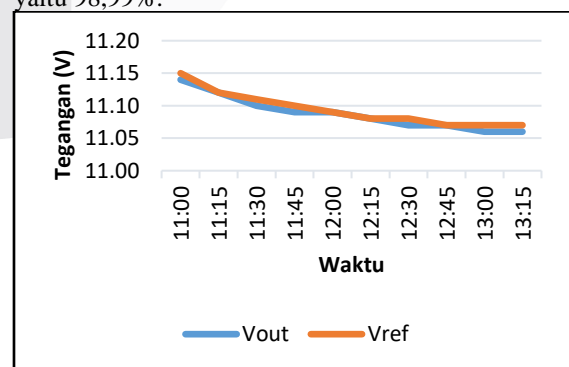
1. Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan dengan konfigurasi 2 resistor (33K dan 8K2) dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan pengukuran multimeter digital. Pengujian dilakukan dengan baterai yang disambungkan ke beban (*discharging*).



GAMBAR IV. 1 Kalibrasi Sensor Tegangan 1

Hasil kalibrasi sensor tegangan 1 memiliki persentase akurasi yang dikategorikan cukup bagus yaitu 98,99%.

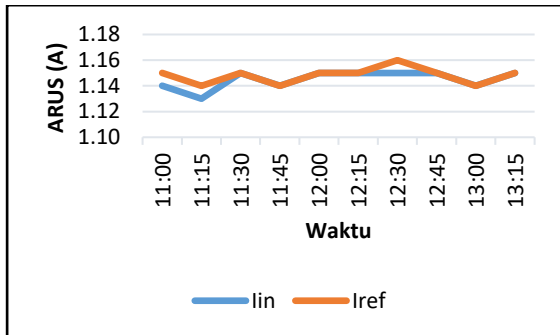


GAMBAR IV. 2 Kalibrasi Sensor Tegangan 2

Hasil kalibrasi sensor tegangan 2 memiliki persentase akurasi yang dikategorikan cukup bagus yaitu 99,45%.

4.1.2 Sensor Arus ACS 712

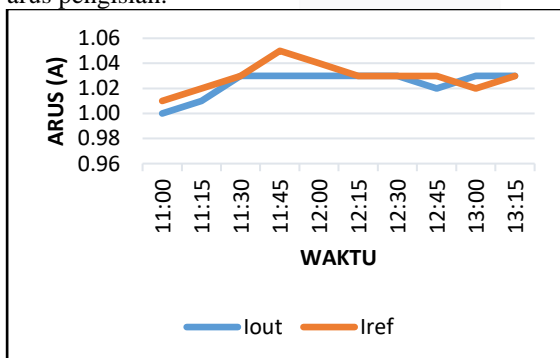
Pengujian sensor arus dilakukan untuk melihat performa sensor arus ACS712 dan memastikan ke akuratan nya dengan pembacaan arus menggunakan multimeter. Pegujian di lakukan menggunakan tegangan masukan yang berbeda-beda, untuk sensor arus 1 dari *power supply* sebagai pengganti panel surya yang dapat diubah-ubah teganganya dan dipasangkan dengan *Field Server(dummy)* sebesar 39Ω .



GAMBAR IV. 3 Kalibrasi Sensor Arus 1

Hasil kalibrasi sensor arus 1 memiliki persentase akurasi yang dikategorikan cukup bagus yaitu 97,391%.

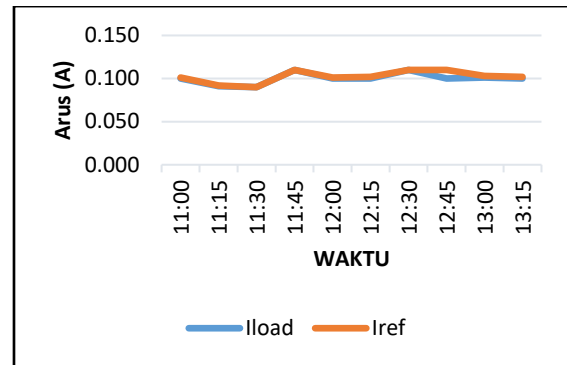
Pengujian sensor arus 2 disini menggunakan tegangan dari *buck converter* sebelum menuju ke baterai dan *Field Server(dummy)*, untuk membaca arus pengisian.



GAMBAR IV. 4 Kalibrasi Sensor Arus 2

Hasil kalibrasi sensor arus 2 memiliki persentase akurasi yang dikategorikan cukup bagus yaitu 96,097%.

Pengujian sensor arus 3 disini menggunakan tegangan dari *buck converter*, untuk membaca arus pada *Field Server(dummy)*

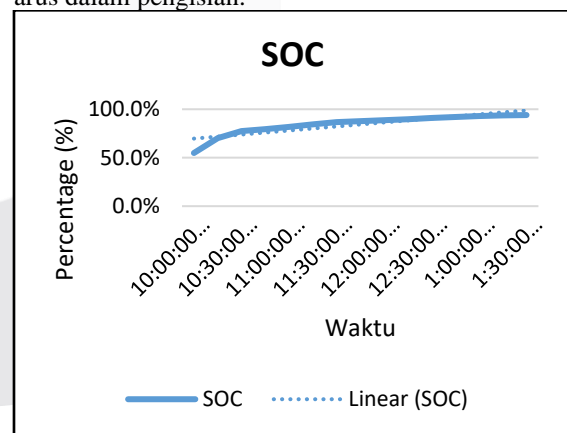


GAMBAR IV. 5 Kalibrasi Sensor Arus 3

Hasil kalibrasi sensor arus 3 memiliki persentase akurasi yang dikategorikan cukup bagus yaitu 95,981%.

B. Pengujian Pengisian Baterai (*Charging*) dengan *Power Supply*.

Pada bagian ini akan membahas mengenai pengujian Charge Controller untuk proses pengisian pada baterai. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja panel surya sebagai sumber daya pengisian baterai dengan Charge Controller yang telah dirangkai mampu melakukan pengisian dari kondisi baterai kosong sampai penuh dengan arus dan tegangan yang konstan menggunakan power supply 12V/1Ah sebagai sumber daya pengganti panel surya. Karena pengujian ini untuk mengetahui berapa lama pengisian berlangsung disertai mencatu beban tanpa adanya naik turunnya tegangan maupun arus dalam pengisian.

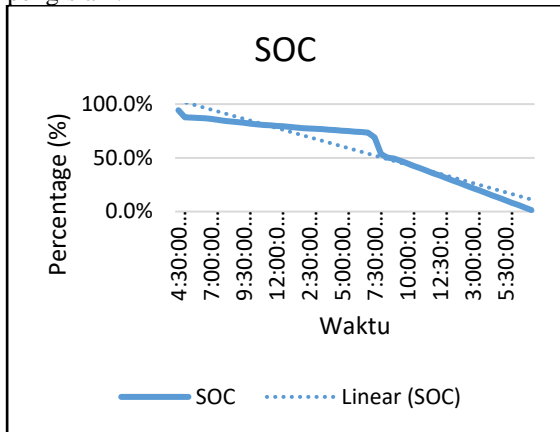


GAMBAR IV. 6 Pengujian *Charging* (SOC)

Analisis dari pengujian ini dapat terlihat bahwa perangkat dapat melakukan pengisian baterai dari SOC 54,9% sampai 94% dalam $\pm 3,5$ jam, hal ini sesuai dengan perhitungan dalam perancangan. Pada proses pengisian baterai suhu baterai tidak mengalami kenaikan atau penurunan yang drastis, sesuai dengan suhu normal ruangan yaitu $23 - 25^\circ C$ Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pengisian baterai menggunakan *Charge Controller* telah bekerja dengan baik menggunakan *power supply* sebagai sumber tegangan dan arus.

C. Pengujian Pengosongan Baterai (*Discharging*).

Pada bagian ini akan membahas mengenai pengujian *Charge Controller* untuk pengosongan pada baterai. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja baterai sebagai sumber daya cadangan dari panel surya yang telah dirangkai mampu mencatu daya sistem selama 24 jam dari kondisi baterai penuh ke kosong hingga sistem mati total. Karena pengujian ini untuk mengetahui berapa lama pengosongan baterai berlangsung tanpa adanya pengisian .

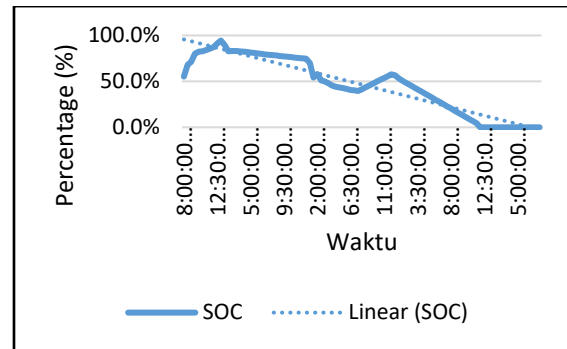


GAMBAR IV. 7 Pengujian *Discharging* (SOC)

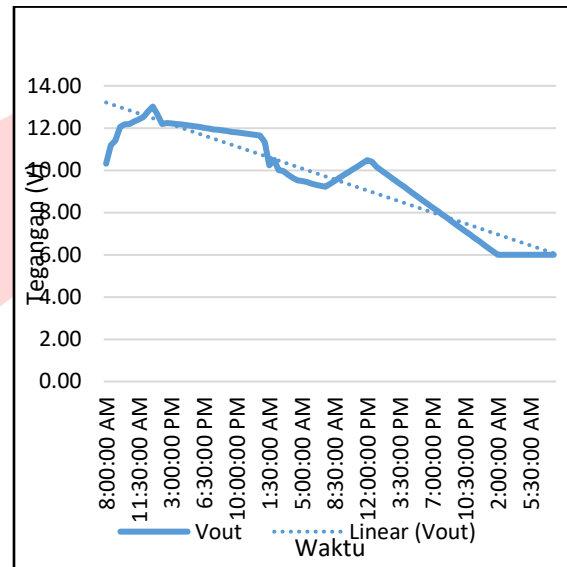
Analisis dari pengujian ini dapat terlihat bahwa proses pengosongan baterai selama 24 jam dari SOC 94,3% sampai 15,1% dan baterai masih dapat mencatu *Field Server(dummy)* sampai dengan pukul 19.30 atau baterai dapat mencatu beban *Field Server(dummy)* selama 27 jam tanpa adanya proses pengisian. Pada proses pengosongan baterai ini suhu baterai tidak mengalami kenaikan atau penurunan yang drastis, sesuai dengan suhu normal ruangan yaitu 23 – 25° C Sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat dapat mencatu *Field Server(dummy)* tanpa adanya sumber dari panel/*power supply* selama lebih dari 24 jam. Hal ini sesuai perhitungan perancangan sistem di mana sistem harus mampu mencatu beban selama 25,9 jam

D. Pengujian *Full Running* Pengisian dan Pengosongan Baterai dengan Panel Surya

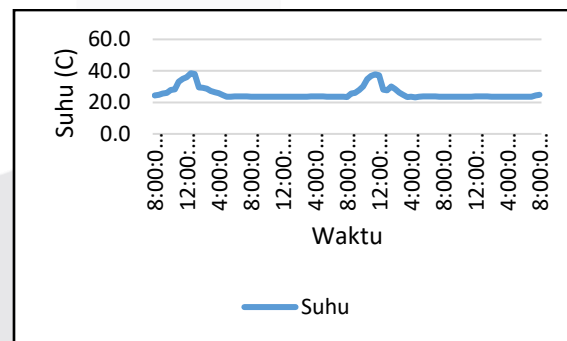
Pada bagian ini akan membahas mengenai pengujian *full running* pengisian dan pengosongan baterai dengan panel surya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan dari *Charge Controller* yang telah dibuat mampu bekerja selama 24 jam.



GAMBAR IV. 8 Pengujian *Full Running* (SOC)



GAMBAR IV. 9 Pengujian *Full Running* (Vout)



GAMBAR IV. 10 Pengujian *Full Running* (Suhu)

Analisis dari pengujian ini dapat terlihat bahwa pada pukul 9.00 sampai pukul 13.00 sistem melakukan pengisian pada baterai dikarenakan adanya cahaya matahari dengan tegangan maksimum 20,01V dan arus 1,21A pada pukul 12.30. Ketika pukul 13.00 suhu pada baterai mencapai 40°C hal ini menyebabkan *relay* memutuskan catuan dari panel surya sampai suhu baterai dibawah 40°C dan kembali melakukan pengisian.

Pada pukul 15.00 cahaya matahari mulai redup dikarenakan cuaca mendung, hal ini menyebabkan proses pengisian baterai berhenti dan baterai mencatu *Field Server(dummy)* tanpa adanya sumber panel surya (*discharging*).

Proses pengisian selama ± 3 jam mampu untuk mengisi baterai dari 55,4% sampai 94,5% , proses pengosongan dimulai dari pukul 15.00 sampai pukul 8.00 keesokan harinya dengan konsumsi SOC $\pm 45,9\%$.

Pada hari selanjutnya sistem masih berjalan seperti hari sebelumnya, proses pengisian dari pukul 8.30 sampai pukul 12.00. dengan tegangan maksimum 19,98V dan arus 1,19A pada pukul 11.30 serta suhu pada baterai mencapai 37,9°C. Selama proses pengisian berlangsung suhu pada baterai tidak mencapai 40°C, hal ini menyebabkan proses pengisian tidak diputus oleh *relay* seperti hari sebelumnya cuaca memang sudah sedikit mendung sejak awal berbeda dengan hari sebelumnya. Di hari kedua ini proses pengisian berlangsung selama $\pm 3,5$ jam mampu untuk mengisi baterai dari 41,4% sampai 57,7%, proses pengosongan pada hari kedua dimulai dari pukul 12.30 sampai pukul 00.00. dengan SOC baterai 0% di mana sistem mati pada pukul 00.00.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah bekerja dengan baik dan *Field Server(dummy)* dapat bekerja selama 24 jam.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Pada pengujian pengisian baterai(charging) dengan power supply menggunakan Charge Controller telah bekerja dengan baik, perangkat dapat melakukan pengisian baterai dari SOC 54,9% sampai 94% dalam 3,5 jam. Pada pengujian pengosongan baterai(discharging) menggunakan Charge Controller selama 24 jam telah bekerja dengan baik, pengosongan baterai dari SOC 94,3% sampai 15,1% dan baterai masih dapat mencatu Field Server(dummy) selama 27 jam tanpa adanya proses pengisian.
2. Pada pengujian Full Running sistem yang dirancang telah bekerja dengan baik dan beban dapat bekerja selama 24 jam, dengan proses pengisian selama ± 3 jam mampu untuk mengisi baterai dari 55,4% sampai 94,5% , proses pengosongan dimulai dari pukul 15.00 sampai pukul 8.00 keesokan harinya dengan konsumsi SOC .45,9%.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian ini. Beberapa saran sebagai berikut :

1. Membuat perhitungan daya dan efisiensi sistem.
2. Mengganti rangkaian modular buck converter dengan rangkaian yang dirancang sendiri agar dapat dihitung efisiensi sistem dan agar dapat digunakan untuk sistem yang lebih besar

3. Dapat menambahkan *IoT* untuk keperluan monitoring agar sistem dapat termonitor selama 24 jam.
4. Dapat ditambahkan *case* yang agar dapat melindungi dari hal-hal yang tidak diinginkan

REFERENSI

- [1] W. A. . Silalahi, "Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Permukaan Panel Surya Terhadap Energi yang Dihasilkan," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, p. 83, 2021.
- [2] M. Otong and R. M. Bajuri, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 2, p. 103, 2017.
- [3] R. Keskin and I. Aliskan, "Design of Non-Inverting Buck-Boost Converter for Electronic Ballast Compatible with LED Drivers," *Karaelmas Sci. Eng. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 473–481, 2018.
- [4] M. H. Fadhilah, E. Kurniawan, and U. Sunarya, "Perancangan Dan Implementasi Mppt Charge Controller Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler Untuk Pengisian Baterai Sepeda Listrik Design and Implementation Mppt Charge Controller on Solar Panel Using Microcontroller for Electric Bicycle ' S Battery C," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 3164–3170, 2017.
- [5] D. B. Solpico *et al.*, "Solar-powered field server and aerator development for Lake Palakpakin," *J. Adv. Comput. Intell. Intell. Informatics*, vol. 18, no. 5, pp. 755–763, 2014.
- [6] J. A. Hamonangan, "Review Perbandingan Teknik Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Sistem Pengisian Daya menggunakan Sel Surya," *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 16, no. 2, p. 111, 2019.
- [7] K. suwito, suhanto, "Sistem Baterai Charging pada Solar Energy System dengan Buck Boost Converter untuk Berbagai Tingkat Pencahayaan Di Bandar Udara," *J. Teknol. Penerbangan*, vol. 1, no. 1, pp. 39–48, 2017.
- [8] T. Fukatsu and M. Hirafuji, "Field Monitoring Using Sensor-Nodes with a Web

- Server,” *J. Robot. Mechatronics*, vol. 17, no. 2, pp. 164–172, 2005.
- [9] B. S. Putra *et al.*, “DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN MANAJEMEN BATERAI MOBIL LISTRIK DESIGN AND IMPLEMENTATION OF ELECTRIC CAR BATTERY,” vol. 2, no. 2, pp. 1909–1916, 2015.
- [10] R. A. Sadewo, E. Kurniawan, and K. B. Adam, “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGISIAN BATERAI LEAD ACID MENGGUNAKAN SOLAR CELL DENGAN MENGGUNAKAN METODE THREE STEPS CHARGING DESIGN AND IMPLEMENTATION OF CHARGING LEAD ACID BATTERY,” vol. 4, no. 1, pp. 26–35, 2017.
- [11] K. B. Pranata, M. P. T. Sulistyanto, M. Ghufron, and M. Yusmawanto, “Pengaruh Variasi Arus Pengisian Pengosongan Muatan Pada Model Baterai Lead Acid Terhadap Perubahan Efisiensi Energi,” *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 16, no. 1, p. 42, 2019.
- [12] B. Florus King, S. Darmawan Panjaitan, and A. Hartoyo, “Sistem Kontrol Charging and Discharging Serta Monitoring Kesehatan Baterai,” 2020.
- [13] A. K. Podder, K. Ahmed, N. K. Roy, and P. C. Biswas, “Design and Simulation of an Independent Solar Home System with Battery Backup,” pp. 28–30, 2017.
- [14] P. Lunak and D. Metode, “Metoda linierisasi Dengan semakin maju pada,” vol. 6, no. 2, pp. 489–497, 2016.