

PERANCANGAN SYSTEM KENDALI BUCK BOOST CONVERTER BERBASIS ARDUINO SEBAGAI KENDALI CHARGER BATERAI PADA PLTS SKALA KECIL

¹ Sri Renaningsih, ² Abraham Lomi ³ Awan Uji Krismanto
Teknik Elektro S1, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

¹aprillianamr@gmail.com, ²abraham@lecturer.itn.ac.id, ³awan_uji-krismanto@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Dalam penelitian ini di buat sebuah system pengisian baterai dengan buck – boost converter, system ini merupakan system pengendali close loop, Arduino Uno merupakan system kontroler yang mengendalikan sinyal balikan sensor tegangan dan sensor arus yang terdapat pada luaran panel surya dan masukan bataerai. Tegangan output pada sistem ini distabilkan sesuai ketentuan proses pengisi baterai. Meskipun hasil dari solar cell tidak persis atau melebihi tegangan pengisian baterai, kerangka hasil pengisian baterai tetap stabil..

Hasil pengujian pengisian baterai menunjukkan bahwa kemahiran kerangka kerja adalah 78% ketika daya matahari tinggi pada 11.30 - 14.00 dan tegangan pengisian secara umum adalah 13,6 volt pada normal dengan arus pengisian normal 1 A. Mengisi baterai 12 volt membutuhkan waktu sekitar 5 jam.

Kata Kunci: solar cell, mikrokontroler, Buck – Boost Converter, Baterai Charging

I. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia terletak di daerah katulistiwa yaitu merupakan wilayah tengah yang membagi bola bumi menjadi dua bagian, utara dan selatan. Hal ini menyebabkan Indonesia mempunyai ketersediaan sinar matahari yang sangat melimpah, dimana dalam setiap tahunnya Indonesia kecuali pada musim penghujan memiliki potensi energy listrik sebesar 4,5 kW/m² / hari. Dengan berkembangnya teknologi, konsumsi listrik semakin meningkat. Namun, sumber daya alam saat ini semakin menurun, sedangkan penggunaan listrik dari bahan bakar fosil akan menguras sumber daya alam dalam jangka panjang. Dalam hal ini, perlu dikembangkan energy alternative yang dihasilkan dari sumber daya alam yang kaya. Untuk mengatasi peningkatan kebutuhan listrik dan terbatasnya ketersediaan sumber daya alam bahan bakar fosil, pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional, yang meliputi kebijakan sebagai berikut : Kebijakan pemerintah dalam pengelolaan energy nasional. Yang tergolong energy listrik terbarukan menurut KEN adalah pembangkit listrik tenaga air, Pembangkit Listrik Tenaga

Mikrohidro, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.

Banyak metode yang dapat digunakan Untuk meningkatkan penggunaan pengisi daya berbasis sinar matahari, namun ada rangkaian elektronik yang umumnya signifikan dalam mengembangkan pengisi daya berbasis sinar matahari, khususnya rangkaian konverter sebagai konverter pendukung uang. Buck-boost converter adalah rangkaian elektronik yang dapat menaikkan dan menurunkan nilai tegangan hasil, nilai tegangan dapat diubah dengan mengubah nilai siklus kewajiban. Pada rangkaian buck-boost converter terdapat beberapa bagian pendukung yaitu induktor, kapasitor, mosfet dan resistor. Bagian mendasar dari rangkaian ini adalah sebuah induktor yang berkapasitas sebagai penyimpan energi listrik yang akan diarahkan ke heap. Tegangan di tumpukan adalah konsekuensi dari energi yang disimpan dalam induktor di samping tegangan info.

Sesuai dengan latar belakang permasalahan diatas, yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana mendesain dan merancang system control charger baterai?
2. Bagaimana menganalisa performa system kendali Buck – Boost Converter dalam mengendalikan proses Charging dan discharging pada baterai ?
3. Bagaimana desain Buck – Boost Converter sebagai kendali charger baterai ?

Tujuan dibuatnya penelitian ini yaitu :

1. Mendesain dan merancang system control charger baterai berbasis Arduino menggunakan rangkaian Buck – Boost Converter.

2. Menganalisa performa system kendali Buck – Boost Converter dalam mengendalikan proses charging dan discharging.
3. Mendesain Buck – Boost Converter sebagai kendali charger baterai.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Panel Surya

Sel surya merupakan suatu alat yang dapat mengubah energy sinar matahari menjadi energy listrik dengan efek fotovoltaiik. Sehingga sel surya disebut juga dengan sel fotovoltaiik. Tegangan yang dihasilkan oleh sel surya ini sangat kecil, sekitar 0,6 V tanpa beban atau 0,45 V dengan beban.

B. Arduino Uno

Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal open source yang berasal dari platform instalasi listrik. Arduino dirancang untuk memudahkan penggunaan perangkat elektronik di berbagai bidang. Perangkat keras yang memiliki prosesor atmel AVR dan perangkat lunaknya menggunakan Bahasa pemograman yang biasa disebut Bahasa C. Arduino juga memiliki modul lain yaitu modul ESP8266 untuk terhubung ke tiga mode wifi station. Acces point, Both dan modul RTC sebagai pengatur waktu otomatis.

C. Baterai

Aki atau storage battery merupakan elemen sekunder yang sumber arus listriknya searah. Aki atau storage juga dapat merubah energy kimia menjadi energy listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut juga dengan elemen sekunder. Aki mempunyai dua kutub yaitu kutub positif dan kutub negative, dimana kutub positif memiliki energy potensial lebih tinggi daripada kutub negative. Apabila baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit berpindah sebagai ion dan terjadi reaksi kimia pada setiap kutubnya

D. LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS yang berkerja dengan memantulkan cahaya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparant indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. LCD (Liquid Crystal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. LCD yang digunakan adalah LCD yang berukuran 16 x 2.

E. Sensor arus

Sensor arus adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mebaca besar arus listrik yang mengalir. Sensor arus memiliki beberapa jenis salah satunya adalah sensor ACS712. Sensor arus ACS712 memanfaatkan metode effect hall. Sensor

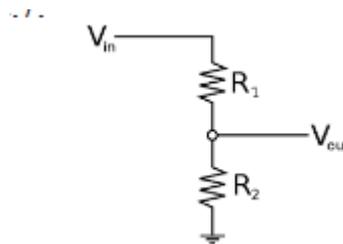
ini mempunyai rangkaian penguat operasional yang berfungsi untuk meningkatkan sensitivitas pada pengukuran arusnya meski perubahan kecil.

F. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sebuah instrument yang mampu mengukur tegangan DC maupun tegangan AC menjadi angka diskrit. Voltmeter digital yang terdiri dari rangkaian – rangkaian dengan menggunakan IC tertentu. Sensor tegangan adalah salah satu jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik.

G. Voltage Dividier

Pembagi tegangan biasanya digunakan unttuk membangkitkan tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih tinggi, titik tegangan referensi terhadap sensor. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, misalnya rangkaian pembagi tegangan dasar yang mengeluarkan VO dari sumber tegangan VI menggunakan resistor pembagi tegangan R1 dan R2.



Gambar 1. Voltage Dividier

Tahanan efektif dari kedua resistor seri ini adalah $R1 + R2$. Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah V_{in} , menurut Hukum Ohm arus yang mengalir adalah $I = \frac{V_{in}}{R1 + R2}$

Tegangan pada R2 menjadi :

$$V_{out} = I \times R2$$

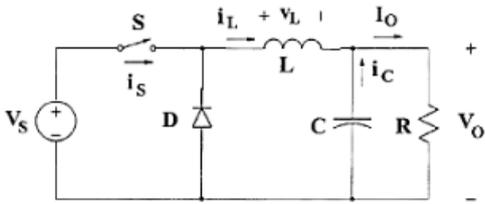
Disubtitusi I menggunakan persamaan kesatu, dan diperoleh nilai :

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times R2}{(R1 + R2)}$$

Kondisi ini merupakan syarat untuk mengetahui tegangan luluh yang dihasilkan oleh rangkaian pembagi tegangan. Dengan memilih dua resistor dengan nilai obstruksi yang sesuai, kita dapat memperoleh nilaitegangan output manapun didalam kisaran 0 V hingga V_{in} .

H. Buck Converter

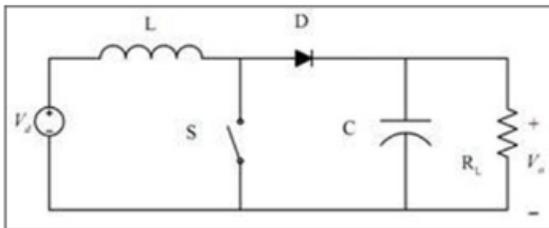
DC-DC Buck Converter adalah konverter DC-DC yang dapat menurunkan tegangan input sesuai dengan kebutuhan . Konverter buck biasanya sangat efisien sekitar 90% yang menjadikannya alat yang ideal untuk tugas-tugas seperti mengubah tegangan suplai massa komputer tegangan yang lebih rendah yang diperlukan untuk CPU dan DRAMS



Gambar 2. Rangkaian Buck Converter

I. Boost Converter

Boost Converter merupakan DC to DC converter yang menghasilkan tegangan output yang jauh lebih besar dari tegangan inputnya. Boost Converter ini termasuk ke dalam rangkaian Switched-Mode Power Supply yang setidaknya terdapat dua switch semi konduktor seperti diode dan transistor serta setidaknya satu komponen penyimpan energi seperti kapasitor atau induktor atau kombinasi keduanya. Namun, pada boost converter konvensional, nilai arus masukan dan tegangan keluaran yang dihasilkan masih terdapat ripple yang cukup besar. Modifikasi rangkaianannya dengan menggunakan teknik interleaved pada boost converter.



Gambar 3. Rangkaian Boost Converter

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan membahas mengenai perancangan alat mulai dari perancangan software dan perancangan hardware

A. Perancangan Buck dan Boost Converter

Desain Rangkaian Buck Boost converter menggunakan dua mosfet sebagai switch dalam menurunkan tegangan juga, kenaikan tegangan melalui pengaturan siklus kewajiban PWM yang dibuat dari mikrokontroler secara alami. Rangkaian konverter buck help digunakan untuk menyelesaikan tegangan hasil sel bertenaga matahari. Tegangan luluh normal mencapai 13,6 Volt.

Tabel 1. Data Komponen Yang Digunakan

P (daya)	100 watt
V input (tegangan input)	7 v

V output rata – rata tegangan tinggi	22 v
V output (tegangan output)	13,6 v
Ripple Tegangan output	1%
Ripple Arus induktor	10%
I _o	2A
Rbeban	15Ω

Berikut perhitungan untuk menentukan nilai dari komponen – komponen yang digunakan :

1. Perhitungan dengan input 7 volt
 - a. Menentukan nilai Duty cycle

$$V_o = \frac{1}{1-D} V_i$$

$$13,6 = \frac{1}{1-D} 7$$

$$D = 0,48$$

- b. Menentukan nilai Induktor :

$$I_o = I_c = 2A$$

$$I_l = I_o + I_i = 2 + 2 = 4 A$$

$$L = \frac{V_i \times D}{\Delta I_l \times f_{sw}}$$

$$= \frac{7 \times 0,48}{0,1 \times 4 \times 15000} = 560 \mu H$$

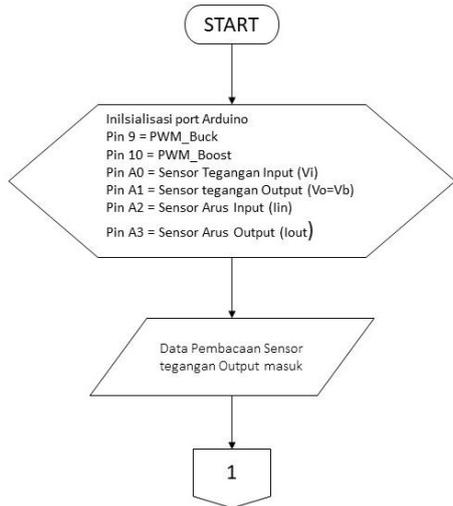
- c. Menentukan nilai Kapasitor :

$$C = \frac{I_o \times D}{\Delta V_{c_{pp}} \times f_{sw}}$$

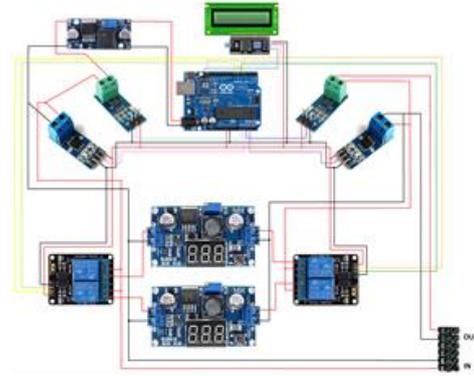
$$= \frac{2 \times 0,48}{0,01 \times 13,6 \times 15000}$$

$$= 470 \mu F$$

B. Flowchart Sistem



C. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Prototipe Alat

Perancangan perangkat keras dalam alat ini membutuhkan Arduino uno, sensor arus, sensor tegangan, step up, step down, LCD

D. Perancangan Perangkat Lunak

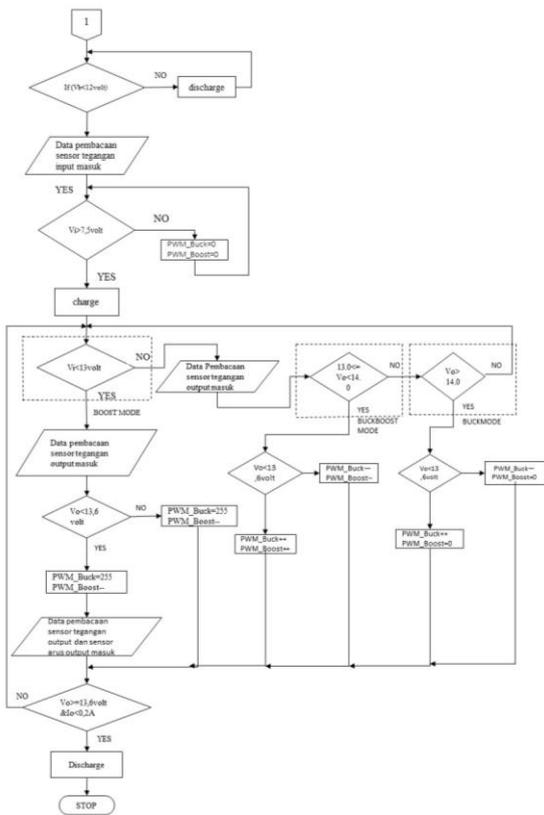
Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari. Pemrograman pada Arduino IDE. Kemudian membuat program untuk melatih sensor tegangan dan sensor arus. Kemudian membuat program untuk keseluruhan sistem sesuai flowchart sistem .

1. Sistem mikrokontroler

Pada ulasan kali ini mikrokontroler berfungsi sebagai tempat kontrol pada rangka. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO. Kerangka kerja ini dikaitkan dengan beberapa gadget pendukung lainnya, misalnya, tabel ..

Tabel 2. Data Pin Mikrokontroller

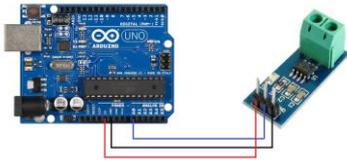
No	Pin Arduino	Keterangan
1	Pin A0	Sensor arus (input)
2	Pin A1	Sensor tegangan (Input)
3	Pin A2	Sensor arus (output)
4	Pin A3	Sensortegangan (output)
5	Pin 5	Relay output step up
6	Pin 4	Relay output step down
7	Pin 7	Relay input step up
8	Pin 6	Relay input step down
9	Pin scl	Scl lcd
10	Pin sda	Sda lcd



Gambar 4. Flowchart Sistem

E. Perancangan Arus dan Tegangan

Sensor arus dan sensor tegangan digunakan untuk mengukur arus dan tegangan pada hasil pengisi daya bertenaga sinar matahari dan ukuran arus pengisian baterai. Hasil sensor arus adalah tanda sederhana dengan lingkup tegangan 0-5 VDC. Hasil sensor tegangan sel berbasis matahari menuju ke port A0 dan hasil sensor tegangan menuju hasil buck-support port 1 pada mikrokontroler.



Gambar 6. Sensor arus



Gambar 7. sensor tegangan

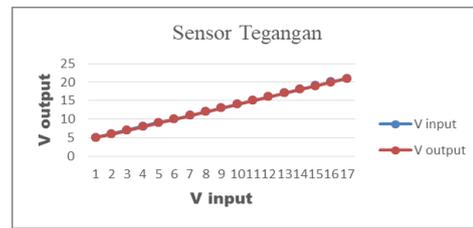
IV. SIMULASI DAN ANALISA

A. Pengujian

Pengujian system ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kemampuan sebuah system dalam menjalankan fungsinya. Pengkajian pada system pengisi baterai meliputi photovoltaic, pengujian sensor tegangan, pengujian sensor arus, pengujian buck boost converter, dan pengujian secara keseluruhan.

a. Percobaan Sensor Tegangan

Bagian ini mengkaji efek samping dari pengujian sensor tegangan dengan menggunakan pembagi tegangan. Tes ini berarti memulihkan informasi tegangan yang dibaca pada rangkaian pembagi tegangan. Pada pengujian ini memanfaatkan ADC pada mikrokontroler, kemudian pada saat itu tegangan luh pada rangkaian pembagi tegangan ditampilkan pada LCD. Tes ini diselesaikan dengan mengasosiasikan rangkaian pembagi tegangan info dengan catu daya variabel. Tegangan yang muncul dari catu daya dikendalikan menggunakan potensiometer. Tegangan hasil berikutnya kemudian ditampilkan pada LCD.

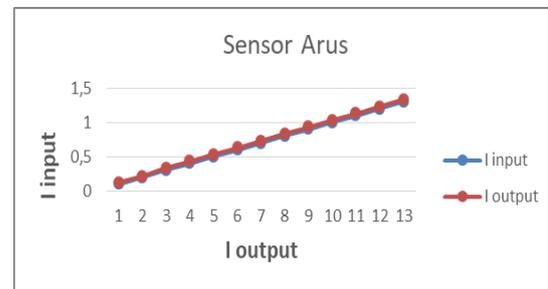


Gambar 8. Grafik Sensor Tegangan

Berdasarkan grafik diatas diperoleh poin tegangan keluaran dan poin tegangan masukan sensor yang dinilai hampir sama. mempunyai error pada system sebesar 0,06%

b. Pengujian sensor arus

Dalam pengujian sensor arus ini menggunakan sensor arus ACS 172. Pengujian sensor arus ini bertujuan untuk dapat mengambil data arus yang terbaca oleh sensor arus. Pada pengujian ini sumber tegangan diperoleh dari power supply variable dan mikrokontroler sebagai pengendali. Untuk dapat menguji besarnya yang arus yang terbaca oleh sensor arus, dialirkan tegangan input yang berbeda beda dan diberi muatan berupa resistor 6.8 Ω.



Gambar 9. Grafik Sensor Arus

Dari grafik yang dihasilkan perhitungan arus yang diukur terhadap sensor dan nilai input hampir sama. Terdapat kesalahan pada system sebesar 0 – 0,8%.

c. Percobaan Buck - Boost Converter

Pengujian buck – boost converter ini bermaksud untuk melihat kemampuan system dalam menstabilkan tegangan output yang diinginkan yaitu 13,6V (tegangan standart charging battery 12V) terhadap tegangan masukan. Tabel 3. Hasil Pengujian Buck-Boost Converter

V input	V out yang diharapkan	V out Buck-Boost Converter
10 v	13,6 v	13,59 v
11 v	13,6 v	13,59 v
12 v	13,6 v	13,57 v
13 v	13,6 v	13,59 v

14 v	13,6 v	13,57 v
15 v	13,6 v	13,58 v
16 v	13,6 v	13,59 v
17 v	13,6 v	13,58 v
18 v	13,6 v	13,57 v
19 v	13,6 v	13,57 v

d. Pengujian system keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk dapat mengetahui performa system sebagai charger control 12 volt. Pengujian keseluruhan ini menggunakan sumber solar panel, yang outputnya distabilkan oleh Buck Boost Converter dan digunakan untuk charger baterai.

Tegangan open circuit pada baterai sebelum di charging adalah 12.12 Volt. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada pukul 07.00 WIB, dan pukul 10.00 WIB.

Berikut ini merupakan tabel hasil dari pengujian keseluruhan yang pertama dilakukan pada pukul 10.00 sampai pukul 15.30 :

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan

waktu	Cuaca	Vin	Vout	Iin	Iout	Status Baterai
10.00	Cerah	13.9	12.3	0.7	0.2	Charger
10.30	Cerah	14.0	13.4	1.9	1.6	Charger
11.00	Cerah	17.1	13.6	1.4	1.3	Charger
11.30	Cerah	18.1	13.6	1.4	1.3	Charger
12.00	Cerah	18.5	13.5	1.2	1.1	Charger
12.30	Cerah	19.0	13.6	1.1	1.0	Charger
13.00	Cerah	18.6	13.5	1.0	1.0	Charger
13.30	Cerah	19.2	13.6	1.2	1.1	Charger
14.00	Cerah	21.3	13.6	2.1	2.1	Charger
14.30	Cerah	20.8	13.6	2.0	2.1	Charger
15.00	Cerah	21.3	13.5	1.9	2.0	Charger
15.30	Berawan	-	-	-	-	full

Hasil pengujian Control Charger Baterai berbasis Arduino Uno dengan menggunakan rangkaian Buck – Boost Converter ini dapat dilihat pada tabel. Rangkaian Buck Boost converter dapat bekerja dengan baik, dimana dapat dilihat dari tabel dengan tegangan masukan dari panel surya yang tidak stabil, control charger baterai berbasis Arduino uno dengan menggunakan rangkaian Buck – Boost Converter ini mampu menstabilkan tegangan keluaran rata – rata menjadi 13,6 V. Proses charger baterai menggunakan control charger baterai berbasis Arduino dengan menggunakan rangkaian buck – boost converter ini membutuhkan waktu kurang lebih 5 jam dari keadaan baterai kurang dari 10% sampai baterai dalam

keadaan full, proses charger ini sangat dipengaruhi oleh sinar matahari.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan perakitan system, percobaan alat, serta menganalisa hasil. Kemudian dari hasil itu dapat disimpulkan bahwa rangkaian buck – boost converter ini bias digunakan untuk mengisi baterai 12 volt. System charging ini juga dapat berfungsi apabila tegangan luaran panel surya lebih rendah dari 7,5 volt atau arus pengisian kurang dari 0,2 % ampere. Dalam level tegangan output lebih dari 14 dapat menghasilkan tegangan output rata – rata 13,6 volt, kemudian arus rata – rata yang diperoleh 1,2 volt.

Dalam percobaan ini penulis memberi saran untuk pengembangan control charging berbasis mikrokontroler ini dapat dikembangkan dengan menambahkan program IOT dan dapat memonitoring proses charger menggunakan smartphone supaya dalam pengambilan data jauh lebih mudah dan efisien.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Purwoto, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” Emit. J. Tek. Elektro, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [2] P. Jawab et al., “Penerbit LP3M UMY Penerbit LP3M UMY,” Tek. 37 (2), 2016, 59-63, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- [3] S. Meliala, R. Putri, and M. Sadli, “Perancangan Penggunaan Panel Surya Kapasitas 200 WP On Grid System pada Rumah Tangga di Pedesaan,” J. Tek. Elektro Univ. Malikussaleh, vol. 5, no. 3, pp. 100–111, 2020.
- [4] H. Asy’ari and D. A. Widodo, “Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya,” Edu Elektr. J., vol. 8, no. 2, pp. 91–95, 2019.
- [5] G. R. F. S. Sugeng Haryadi, “Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger Handphone Di Tempat Umum,” Tek. mesin UNISKA, vol. 02, no. 02, pp. 114–120, 2016.
- [6] D. R. Kurniawan and A. Kusumaningrum, “Penggunaan Buck Boost Converter Pada Sistem Battery Charging Terkendali Mikrokontroler Bersumber Solar Cell,” pp. 1–103, 2016.
- [7] D. Kurniadi and L. Amelia, “Sistem Kendali Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Android dan Arduino,” J.

Algoritma, vol. 15, no. 2, pp. 37–42, 2019, doi: 10.33364/algoritma/v.15-2.37.

- [8] F. Hadi, “Perancangan Solar Charging Controller Mode Maximum Power Point Tracking Control Menggunakan PD Control Untuk Sistem Battery Charging Pada Prototipe Traffic Light System,” vol. 5, no. 1, pp. 39–44, 2020.
- [9] I. P. Inverter and C. Pada, “Perancangan dan Implementasi Push-Pull Inverter dengan Buck Converter Pada Sistem Stand Alone Photovoltaic,” vol. 04, 2017.
- [10] F. Padillah and S. Saodah, “Perancangan dan Realisasi Konverter DC-DC Tipe Boost Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535,” J. Reka Elkomika ©Teknik Elektro | Itenas J. Online Inst. Teknol. Nas. J. Reka Elkomika, vol. 2, no. 1, pp. 2337–439, 2014.
- [11] Imam Setyawan & Bambang Suprianto, “Rancang Bangun Prototype Solar Cell Buck Boost Converter Menggunakan Kontrol Fuzzy Di Implementasikan Pada

Aerator Tambak Udang,” J. Tek. Elektro, vol. 8, no. 3, pp. 627–635, 2019.

- [12] Suwitno, Y. Rahayu, R. Amri, and E. Hamdani, “Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter,” J. Electr. Technol., vol. 2, no. 3, pp. 61–66, 2017.

VII. BIODATA PENULIS



Sri Renaningsih lahir di Blitar, 03 Januari 1996. Tumbuh dan besar di kota Malang. Mahasiswi di Institut Teknologi Nasional Malang, dan memilih program studi Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Energi Listrik pada tahun 2017. Pada bulan September 2021 penulis lulus dari Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul penelitian Perancangan system kendali Buck – Boost Converter berbasis Arduino sebagai kendali Charger baterai pada PLTS skala kecil.