

Rancang Bangun *Solar Charger Controller* Berbasis Arduino Untuk Accu 12 Volt 7Ah

Design Solar Charger Controller Arduino based for 12 Volt 7Ah Accu

Aldi Aziz Pijar Nurbiyanto¹, Utis Sutisna^{2*}, Hartono³, Fitrizawati⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

Jl. Semangkir No. 1 Purwokerto

Email : aldiaziz3321@gmail.com¹, utis@stt-wiworotmo.ac.id², hartono.fahmi@gmail.com³, fitrizawati@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi

Abstraksi

Untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dibutuhkan panel surya atau disebut juga *photovoltaic*. Baterai pada sistem Panel surya berguna untuk menyimpan listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada saat siang hari. Untuk mencegah kerusakan pada baterai pada saat proses *charging*, dibutuhkan sebuah alat pengendali yaitu *charge controller*. Pada penelitian ini, dibuat perancangan *solar charger controller* berbasis Arduino untuk accu 12 volt 7 ah dengan metode *pwm* sebagai pengendali MOSFET yang akan mengatur proses *charging* baterai dan dapat menghitung serta menampilkan daya yang di hasilkan panel surya saat proses *charging* baterai berlangsung. Dari hasil penujian diperoleh tegangan panel surya sebesar 20.20 volt dan tegangan pengisian sebesar 11.50 Volt sampai 13.62 Volt dengan arus mengalir sebesar 1.07 A sampai 3.20 A. Dengan proses *charging* yang dilakukan selama 2 jam di peroleh energi akhir terbaik sebesar 49.42 Wh. Hal ini menunjukan bahwa *charger controler* dapat menurunkan tegangan masukan yang berasal dari panel surya dengan metode *pwm* sebagai pengendali MOSFET yang mengatur proses *charging* baterai.

Kata kunci: *charger controller*, PWM, Arduino, *charging*

Abstraction

To convert solar energy into electrical energy, solar panels or also called photovoltaic are needed. batteries in solar panel systems are useful for storing electricity generated by solar panels during the day. To prevent damage to the battery during the charging process, a controller is needed, namely the charge controller. In this study, an Arduino-based solar charger controller design for 12 volt 7 ah batteries with the PWM method as a MOSFET controller that will regulate the battery charging process and can calculate and display the power generated by solar panels during the battery charging process. In this study obtained a solar panel voltage of 20.20 volts and a charging voltage of 11.50 Volts to 13.62 Volts with a current flow of 1.07 A to 3.20 A. With the charging process carried out for 2 hours obtained the best final energy of 49.42 Wh. This shows that the charger controller can reduce the input voltage coming from the solar panel with the pwm method as a MOSFET controller that regulates the battery charging process.

Keywords: *charger controller*, PWM, Arduino, *charging*

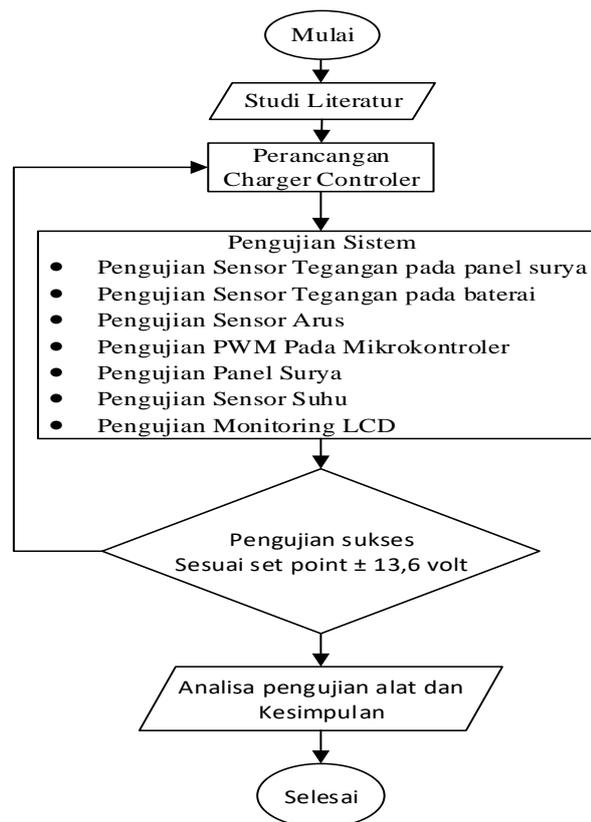
1. Latar Belakang

Salah satu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia, Dengan wilayah beriklim tropis adalah sinar matahari sebagai pembangkit listrik terbarukan [1]. Untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dibutuhkan panel surya atau disebut juga photovoltaic. baterai pada sistem Panel surya berguna untuk menyimpan listrik yang dihasilkan oleh Panel surya pada saat siang hari [2]. Untuk mencegah kerusakan pada baterai pada saat proses *charging*, dibutuhkan sebuah alat pengendali yaitu *charge controller*. Fungsi utama dari *charge controller* adalah mempertahankan keadaan baterai dengan mencegah terjadinya distribusi arus dan tegangan yang berlebihan [3]. Pengontrol yang dapat digunakan untuk menstabilkan energi yang dihasilkan sel surya disebut dengan *solar charge controller* (SCC). Tipe SCC yang telah digunakan untuk menstabilkan energi diantaranya pengontrol tipe PWM (*Pulse Width Modulation*) dan tipe MPPT

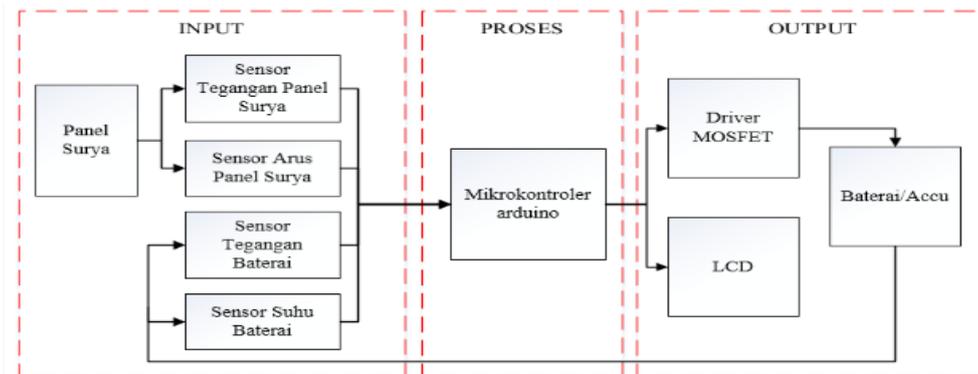
(*Maximum Power Point Tracker*) [2]. Pada penelitian ini, dibuat perancangan *solar charger controller* berbasis Arduino untuk accu 12 volt 7 ah dengan metode PWM sebagai pengendali MOSFET yang akan mengatur proses *charging* baterai dan dapat menghitung serta menampilkan daya yang di hasilkan panel surya saat proses *charging* baterai berlangsung. Arduino digunakan sebagai pembangkit pulsa PWM dengan frekuensi 490Hz dengan pengaturan duty cycle 0%-99% serta menggunakan beberapa parameter masukan dari sensor tegangan, sensor arus dan sensor suhu. Dari perancangan *solar charger controller* berbasis arduino untuk accu 12 volt 7 ah yang menghasilkan output yang stabil dan presisi ini diharapkan dapat memperpanjang masa pakai baterai.

2. Metode

Dalam penelitian ini dibuat sistem *solar charger controller* berbasis arduino untuk accu 12v 7ah menggunakan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Melalui mikrokontroler arduino yang dikombinasikan dengan sensor arus, sensor tegangan dan sensor suhu sebagai parameter terukur. Sehingga menghasilkan output tegangan yang konstan dan terkendali walaupun dengan masukan tegangan yang berubah-ubah menyesuaikan kondisi terik matahari dari panel surya, sehingga menjaga kondisi baterai dalam keadaan stabil dan memiliki umur pakai yang Panjang. Gambar 1 memperlihatkan *flowchart* perancangan *charger controller*, sedangkan Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem.



Gambar 1 *Flowchart* Perancangan *Charger Controller*



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Input: Terdapat 4 buah sensor yang berada pada bagian input diantaranya sensor tegangan pada panel surya bertujuan untuk mengetahui besaran tegangan yang di hasilkan dari panel surya, sensor tengangan pada bagian baterai yang berguna memonitor tegangan baterai, sensor arus untuk mengetahui besaran arus pengisian dari panel surya ke baterai dan sensor suhu yang digunakan untuk sistem proteksi dimana jika suhu baterai meningkat di atas batas normal proses *charging* akan terhenti. Keempat sensor tersebut akan mengirimkan sinyal ke bagian mikrokontroler sebagai parameter masukan.

Proses: Pada bagian proses terdapat sebuah mikrokontroler arduino nano [4] yang berfungsi memproses masukan 4 buah sensor yang diterima dari bagian input berupa sinyal tegangan dari panel surya dan baterai, sensor arus dan sensor suhu. Beberapa masukan tersebut akan digunakan sebagai referensi mikrokontroler untuk menghasilkan sinyal pwm yang akan diumpankan ke mosfet serta mengirim data untuk di tampilkan pada lcd.

Output: Sinyal PWM yang di hasilkan dari mikrikontroler digunakan sebagai masukan mosfet yang akan mengatur tegangan masukan untuk *mencharge* baterai. LCD digunakan untuk menampilkan data dari hasil pembacaan sensor dan fitur – fitur lainnya.

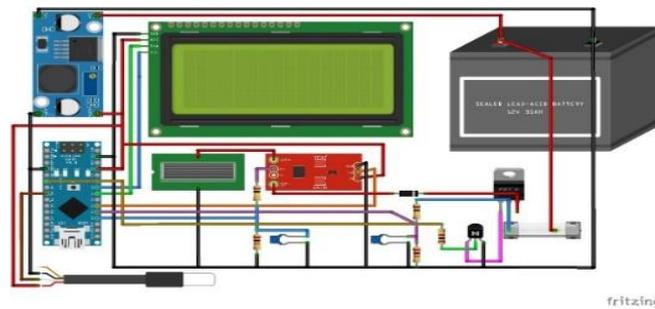
Perancangan dalam penelitian ini meliputi beberapa proses sebagaimana dijelaskan berikut ini.

A. Perancangan *Charger Controller*

Pada tahapan perancangan *charger controller* ini dibagi menjadi 2 yaitu perancangan **Hardware** dan **Software**. Pada perancangan ini terdapat tahapan yaitu pembacaan sensor tegangan, sensor arus, sensor suhu. pembuatan rangkaian *charger controller* lalu masuk pada bagian pemrograman mikrokontroler Arduino Nano. Yang bertujuan untuk merancang sistem berdasarkan studi literatur yang telah dipelajari. sehingga pada prakteknya berjalan sesuai dengan yang di kehendaki. Seperti pembuatan skematik diagram dan pembuatan program arduino.

B. Proses Perancangan *Hardware*

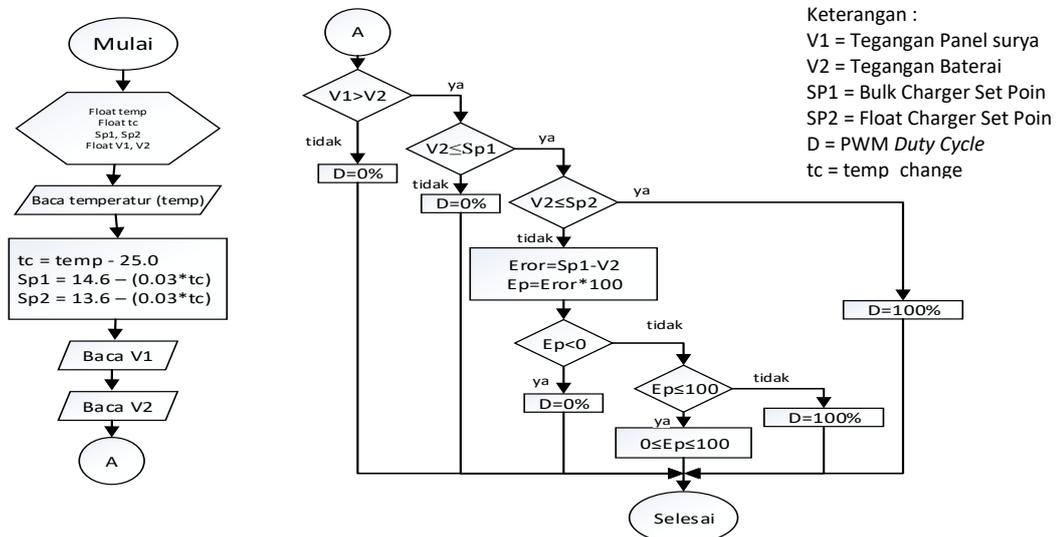
Didalam perancangan *charger controller* ini menggunakan arduino nano sebagai sirkuit utama sistem pemrosesan sinyal masukan yang berasal dari beberapa sensor, output dari mikrokontroler ini berupa sinyal PWM yang akan diumpankan ke mosfet melalui sebuah transistor. Gambar 3 menunjukkan Rangkaian Solar *Charger Controller* Berbasis Arduino untuk Accu 12 Volt 7Ah.



Gambar 3 Rangkaian Solar Charger Controller Berbasis Arduino untuk Accu 12 Volt 7Ah

C. Proses Perancangan Software

Pada proses perancangan *solar charger controller* ini, untuk menulis dan mengedit program dalam Bahasa *processing* menggunakan sebuah *Software IDE Arduino* [5].



Gambar 4 Algoritma Pemrograman *Charger controller*

D. Perancangan Sistem Monitoring *Charger Controller*

Untuk mendapatkan sistem pengisian baterai yang dapat menghasilkan output yang stabil dan presisi, serta mengetahui pengaruh terik matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya pada sistem *solar charger controller* maka diperlukan sistem *monitoring* yang baik. Beberapa parameter yang diambil pada sistem *monitoring* tersebut berupa parameter tegangan panel surya, tegangan baterai, arus, daya, energi yang dihasilkan dari panel surya dan suhu pada baterai. *Monitoring* ini juga digunakan untuk membuat sistem kontrol secara otomatis pada sistem tersebut. Sistem kontrol yang dimaksud yaitu untuk mengatur aktifasi mosfet sebagai saklar elektrik pada pengisian baterai secara otomatis, kemudian nilai yang dibaca oleh sensor tersebut akan ditampilkan pada layar LCD 20x4 [6].

E. Perancangan Sistem Proteksi

Dalam proses perancangan *solar charger controller* ini terdapat beberapa fitur pengaman yang ditambahkan pada perangkat *charger* yang digunakan. Diantaranya adalah proses *charger* akan berhenti ketika tegangan baterai telah mencapai set point sebesar 14,6 volt, hal ini diterapkan untuk mencegah terjadinya *over charger* yang dapat mengakibatkan baterai mengalami peningkatan suhu dikarenakan reaksi kimia didalamnya yang berlebih serta menjaga sel baterai agar lebih tahan lama, serta selama alat aktif suhu baterai akan terus di pantau melalui sensor suhu untuk memastikan suhu baterai dalam kondisi dingin atau ideal, hal ini dimaksudkan ketika terjadi lonjakan suhu yang

melebihi set point yang telah ditentukan, proses *charger* akan berhenti secara otomatis sampai suhu turun dan dibawah ambang batas normal. Sensor suhu yang digunakan adalah DS13B20 [7] dengan range pengukuran dari -55 sampai 125 °C.

Dalam perancangan sistem proteksi ini. nilai pembacaan sensor suhu akan langsung mempengaruhi nilai variable baru yang di dalamnya terdapat nilai set poin yang telah ditentukan. Berupa 2 metode *charging* yaitu fase bulk dan fase float [8]. Selain itu juga terdapat sebuah diode [9] yang berfungsi mencegah arus balik dari baterai menuju panel surya.

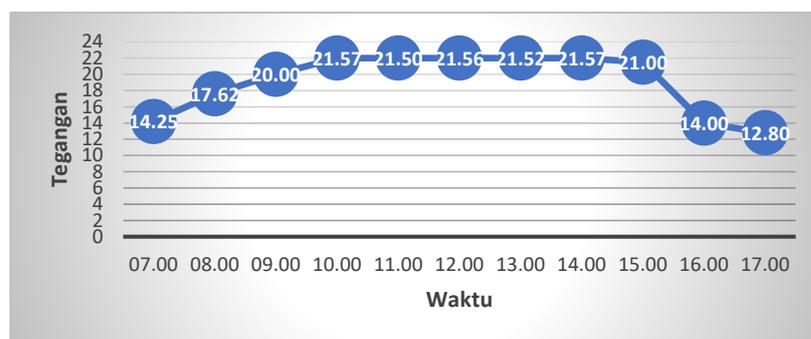
3. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian Panel Surya

Pada tahapan pengujian ini panel surya akan diletakan di tempat terbuka untuk mengetahui besarnya tegangan yang dihasilkan selama panel surya menerima cahaya matahari. Pengujian panel surya ini dilakukan tanpa adanya beban yang terhubung. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan output panel surya dengan multimeter digital. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian Pengukuran Tegangan Panel Surya

waktu	Tegangan (V)
07.00	14.25
08.00	17.62
09.00	20.00
10.00	21.57
11.00	21.50
12.00	21.56
13.00	21.52
14.00	21.57
15.00	21.00
16.00	14.00
17.00	12.80



Gambar 5 Grafik tegangan yang di hasilkan panel surya

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil produksi terbesar ada pada pukul. 10.00 - 14.00 dengan tegangan yang di hasilkan sebesar 21.5 volt. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa panel surya berfungsi dengan baik.

B. Pengujian Tampilan LCD

Tujuan dari pengujian alat monitoring ini adalah, apakah alat monitoring yang telah dibangun mampu menampilkan ikon yang telah dirancang, serta menampilkan hasil pembacaan sensor dan hasil perhitungan daya yang dihasilkan panel surya pada saat proses *charging* berlangsung. Hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.

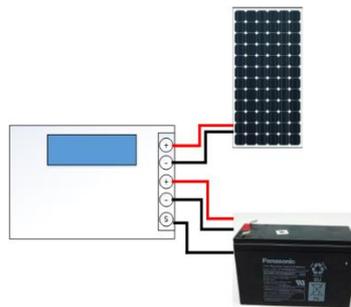


Gambar 6 Tampilan monitoring pengukuran daya dan hasil pengukuran sensor-sensor

Dari Gambar 6 didapati tampilan monitoring dapat menampilkan ikon yang telah dirancang dan dapat menampilkan hasil pembacaan sensor serta hasil perhitungan daya yang dihasilkan panel surya pada saat proses *charging* berlangsung.

C. Pengujian Pengoprasian Perangkat

Pengujian ini dilakukan dengan merangkai beberapa komponen diantaranya panel surya, perangkat *charger controller*, sensor suhu dan baterai seperti skema pada Gambar 7.



Gambar 7 Skema pemasangan perangkat

Hasil pengujian proses *charging* sedang berlangsung terlihat pada Gambar 7 yang ditandai dengan munculnya ikon *charger* pada LCD yang telah di desain sebelumnya.

D. Pengujian *Solar Charger Controller* Pertama

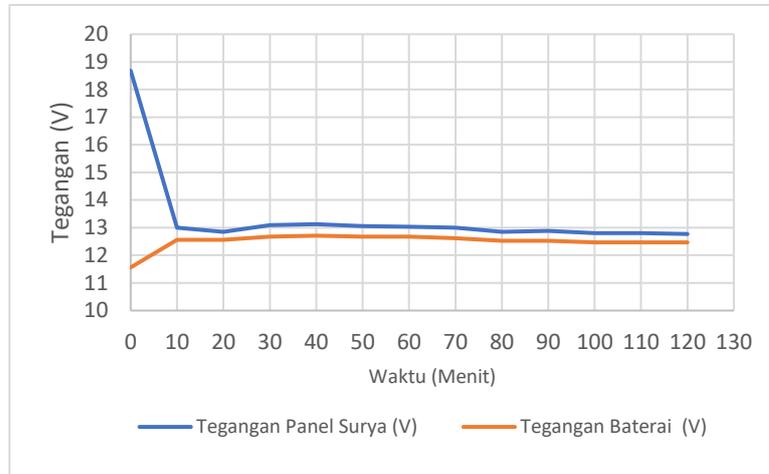
Dari pengujian selama 2 jam diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Solar Charger Controller* Pertama

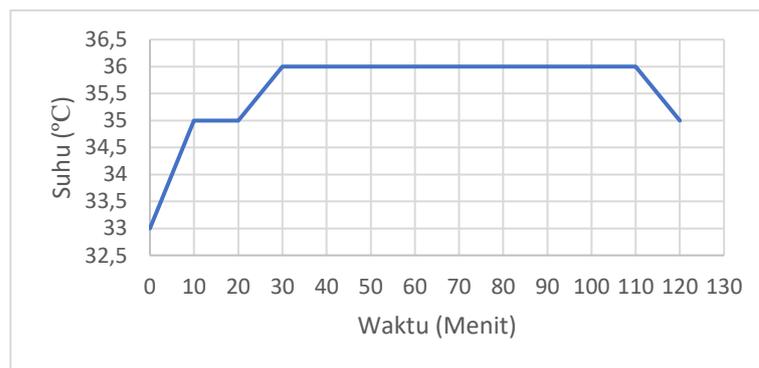
Waktu (menit)	Tegangan Panel Surya (V)	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	Daya (W)	Suhu Baterai (°C)	Energi (Wh)
0	18.68	11.56	2.38	44.45	33	0.0
10	13.00	12.56	2.20	28.6	35	5.0
20	12.85	12.56	1.44	18.5	35	9.38
30	13.09	12.68	1.95	25.54	36	13.20
40	13.12	12.71	1.85	24.31	36	17.30
50	13.06	12.68	1.61	21.02	36	20.98
60	13.03	12.67	1.40	18.16	36	23.14
70	13.00	12.62	1.27	16.48	36	26.95
80	12.85	12.53	0.93	11.91	36	28.97
90	12.88	12.53	0.73	9.40	36	30.78
100	12.80	12.47	0.58	7.44	36	32.12
110	12.80	12.47	0.54	6.94	36	33.24
120	12.77	12.47	0.49	6.22	35	34.32

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan beberapa grafik diantaranya pada Gambar 8 yaitu grafik antara tegangan panel surya dan tegangan baterai. Tegangan panel surya yang awalnya 18.68 volt mengalami penurunan setelah proses *charging* berlangsung menjadi 13 volt, diikuti dengan tegangan baterai yang mulanya 11.56 volt mengalami kenaikan menjadi 12.56 volt hal ini menandakan proses *charging* baterai sedang berlangsung. Serta terlihat bahwa tegangan panel surya dan tegangan baterai saling berhimpit seiring bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya panel surya tidak dalam keadaan penuh terkena sinar matahari atau

keadaan cuaca saat itu sedang mendung sehingga tegangan yang dihasilkan panel surya cenderung mengalami penurunan. serta tegangan baterai yang semakin lama bertambah dikarenakan proses *charging* sedang berlangsung.

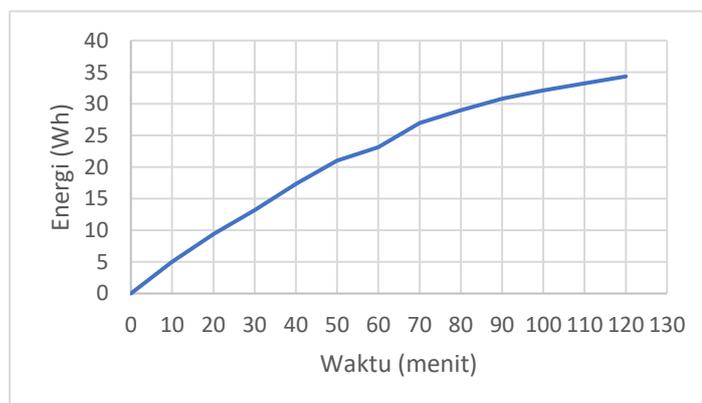


Gambar 8 Grafik Perubahan Tagangan Panel Surya dan Tegangan Baterai



Gambar 9 Grafik Suhu Baterai

Gambar 9 merupakan grafik suhu baterai saat proses *charging* sedang berlangsung dapat dilihat setelah beberapa saat suhu baterai mengalami peningkatan sebesar 3°C setelah 30 menit proses *charging* berlangsung dan mengalami penurunan sebesar 1°C di 10 menit terakhir dalam 2 jam proses pengujian, Sebenarnya pengukuran suhu baterai ini tidak terlalu efisien dikarenakan sensor suhu ditempatkan di luar baterai sehingga menyesuaikan dengan suhu ruang.



Gambar 8 Grafik Energi pada Pengujian Pertama

Gambar 10 menunjukkan grafik energi yang terbaca selama 2 jam proses *charging* berlangsung.

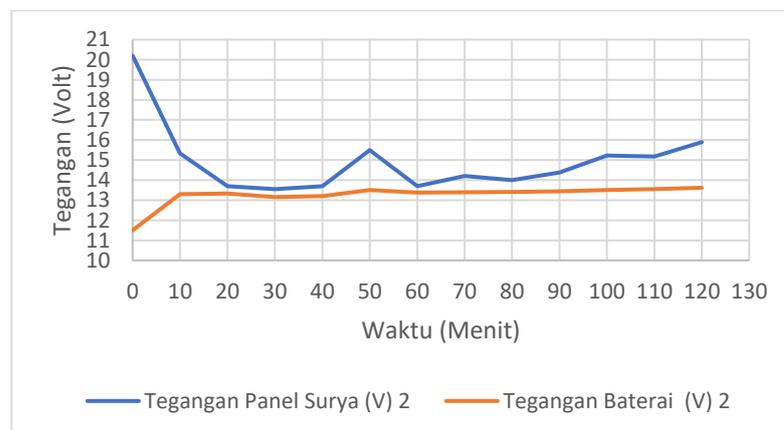
E. Pengujian *Solar Charger Controller* Ke-2

Hasil pengujian *solar charger controller* ke-2 ditunjukkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 diperoleh tegangan produksi panel surya sebesar 20.20 volt dan tegangan awal baterai terbaca 11.50 volt. Tegangan pada panel surya mengalami penurunan setelah proses *charging* berlangsung dengan arus yang mengalir sebesar 3.20 A sehingga tegangan panel surya turun menjadi 15.33 volt, ini berbanding terbalik dengan tegangan baterai yang mengalami peningkatan menjadi 13.30 volt.

Tabel 3 Hasil Pengujian *Solar Charger Controller* Ke-2

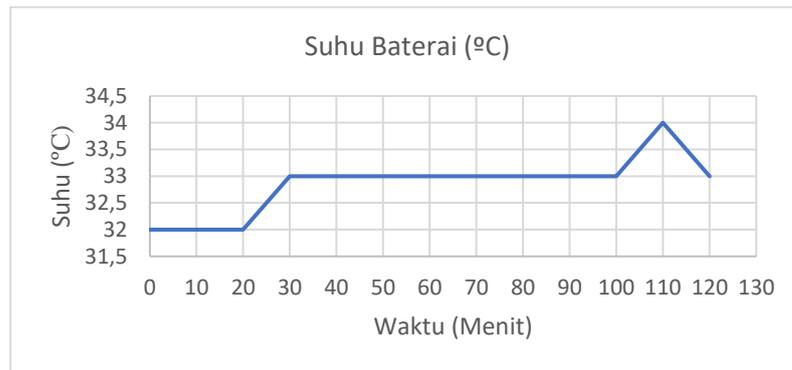
Waktu (menit)	Tegangan Panel Surya (V)	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	Daya (W)	Suhu Baterai (°C)	Energi (Wh)
0	20.20	11.50	3.20	64.65	32	0
10	15.33	13.30	2.70	41.39	32	7.65
20	13.70	13.33	2.20	30.10	32	13.23
30	13.55	13.15	1.07	14.80	33	16.54
40	13.70	13.20	1.52	20.80	33	19.84
50	15.50	13.50	2.44	37.82	33	23.40
60	13.70	13.38	1.34	19.19	33	27.72
70	14.20	13.40	1.61	22.86	33	32.20
80	14.00	13.41	1.22	17.10	33	35.25
90	14.38	13.44	1.32	18.90	33	38.98
100	15.23	13.50	1.51	22.99	33	42.03
110	15.17	13.56	1.37	20.78	34	45.58
120	15.90	13.62	1.82	28.93	33	49.42

Dari Gambar 11 diperoleh drop tegangan tidak terlalu besar dari pengujian sebelumnya ketika proses *chargeing* sedang berlangsung dan dapat diamati pula di beberapa titik waktu, tegangan panel surya dan tegangan baterai saling berhimpit, ini di sebabkan oleh produksi panel surya yang menurun karena terhalang oleh awan. Sesaat setelah \pm 20 menit berlalu tegangan panel surya meningkat kembali dengan tegangan puncak sebesar 15.5 volt dan pada menit 80 sampai 120 tegangan panel surya mengalami peningkatan hal ini diimbangi oleh tegangan baterai yang terus meningkat akibat proses *charging* yang telah dilakukan selama 80 menit.

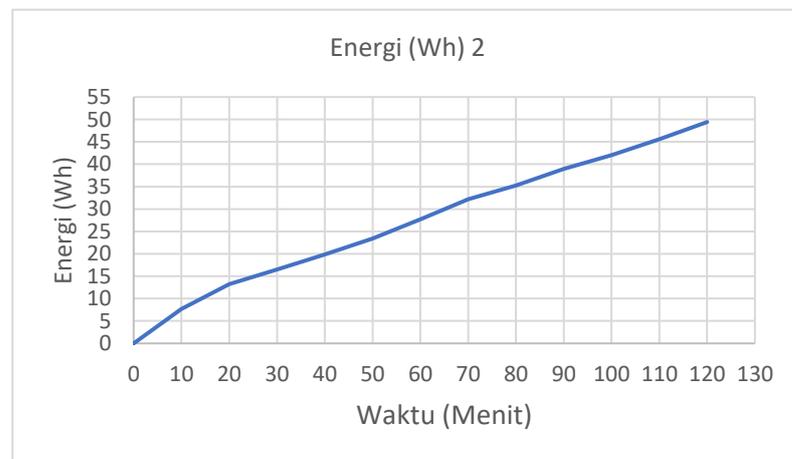


Gambar 11 Grafik Perubahan Tagangan Panel Surya dan Tegangan Baterai Pengujian Ke-2

Gambar 12 merupakan grafik pembacaan suhu baterai yang dilakukan selama 2 jam proses *charging* berlangsung.

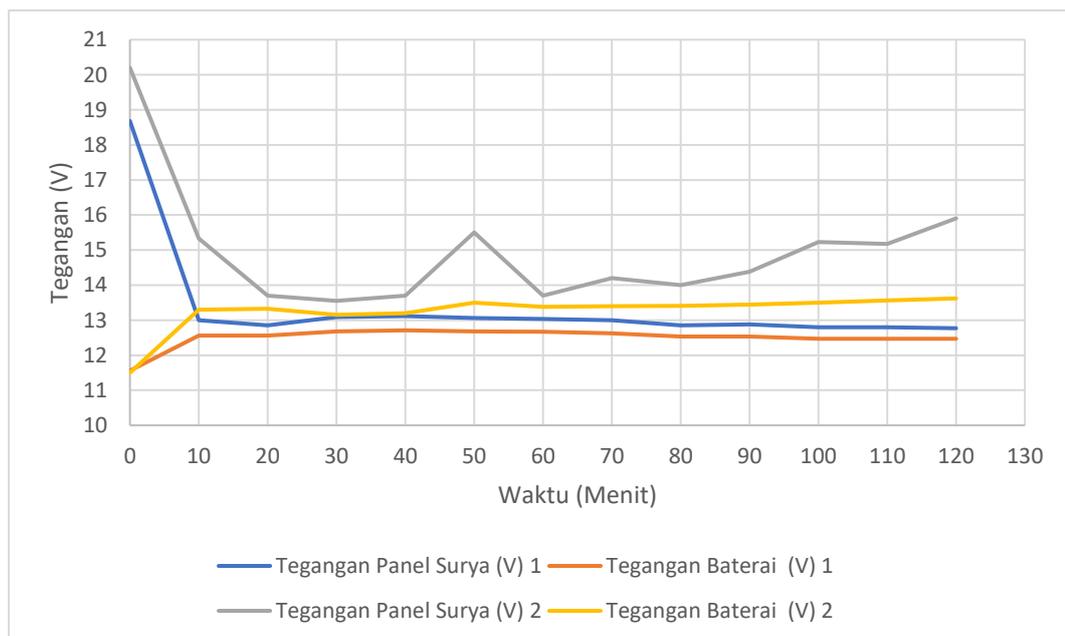


Gambar 12 Grafik Suhu Baterai pada Pengujian Ke-2



Gambar 9 Grafik Energi pada Pengujian Ke-2

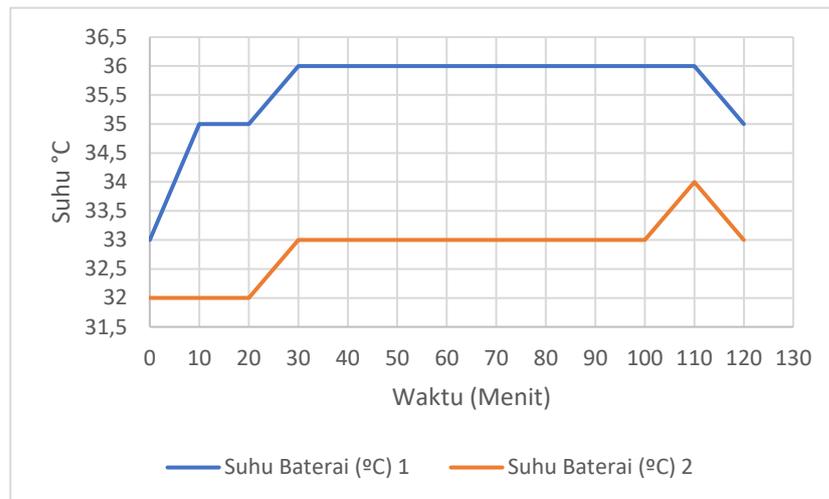
Gambar 13 merupakan grafik energi yang di hasilkan saat proses *charging* berlangsung selama 2 jam proses *charging*, didapati energi yang terbaca sebesar 49.42 Wh untuk mencharge baterai dengan tegangan baterai yang awalnya 11.50 volt menjadi 13.62 volt.



Gambar 10 Grafik Perbandingan Pengujian Pertama dan Ke-2

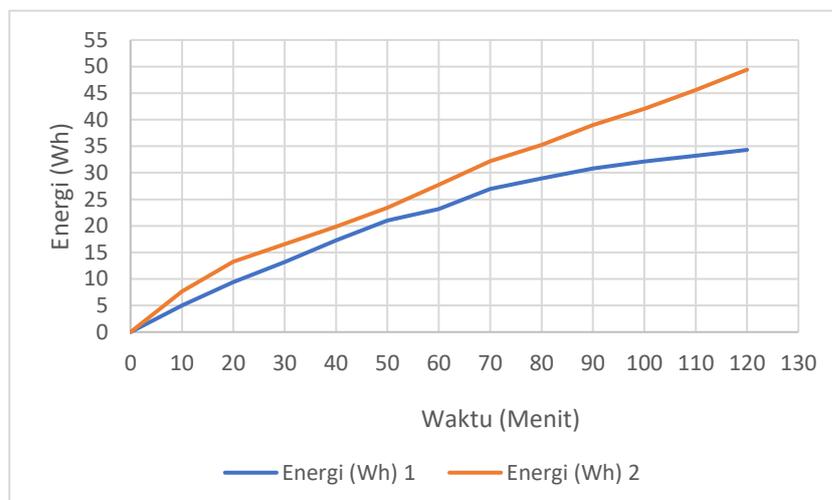
Untuk perbandingan grafik pengujian pertama dan kedua lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14 yaitu grafik antara tegangan panel surya dan tegangan baterai. Pada Gambar 14 terlihat tegangan rata-rata baterai pada pengujian ke-2 lebih tinggi dengan nilai rata-rata tegangan baterai 13.25 volt dan pada pengujian ke-1 sebesar 12.50 volt dengan selisih 0.75 volt, Hal ini dipengaruhi oleh produksi tegangan panel surya pada pengujian ke-2 yang tinggi. Serta rata-rata tegangan produksi panel surya pada pengujian pertama sebesar 13.37 volt dan pada pengujian ke-2 sebesar 15.03 volt sehingga diperoleh selisih tegangan sebesar 1.66 volt.

Dari penjelasan pada Gambar 14 dapat disimpulkan bahwa tinggi rendahnya tegangan *charger* baterai dipengaruhi oleh tegangan produksi dari panel surya, semakin tinggi tegangan panel surya maka tegangan *charger* juga akan tinggi tentunya dengan Batasan set poin yang telah ditentukan pada program Arduino. Hal ini juga berpengaruh terhadap grafik perubahan suhu baterai dan energi yang dihasilkan dalam proses *charging*.



Gambar 11 Grafik Perbandingan Suhu Baterai pada Pengujian Pertama dan Ke-2

Gambar 15 merupakan grafik perbandingan suhu baterai dari pengujian pertama dan ke-2. sebesar 1°C sampai 3°C, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya sensor suhu diletakan pada permukaan baterai sehingga suhu inti baterai tidak terlalu terbaca oleh sensor suhu sehingga rata rata suhu yang dibaca oleh sensor adalah Didapatkan selisih suhu suhu ruangan.



Gambar 12 Grafik Perbandingan Hasil Pembacaan Energi pada Pengujian Pertama dan Ke-2

Gambar 16 menunjukkan grafik perbandingan energi pada pengujian pertama dan ke-2. Diperoleh nilai akhir energi sebesar 34.32 Wh untuk pengujian pertama dan 49.42 Wh untuk pengujian ke-2. Pengujian ke-2 menghasilkan energi yang lebih besar dibanding pengujian pertama disebabkan oleh tegangan panel surya yang hampir mencapai puncak pada pengujian ke-2.

4. Kesimpulan dan Saran

Pengujian pada sistem *solar charger controller* berbasis arduino untuk accu 12 volt7 Ah ini menghasilkan beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut.

1. Sistem dapat menurunkan tegangan input dari panel surya dengan baik dan stabil dengan metode PWM sebagai pengendali mosfet saat proses *charging* berlangsung.
2. Sistem dapat menampilkan parameter terukur seperti tegangan panel surya, tegangan baterai, suhu baterai, laju arus pengisian, daya pengisian, energi yang dihasilkan panel surya dan indikator proses *charging* berlangsung dengan baik sesuai dengan perancangan yang dibuat.
3. Sistem dapat menghentikan proses *charging* ketika tegangan baterai mencapai 13.6 volt serta ketika suhu baterai meningkat sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

Penelitian ini bisa dikembangkan lebih lanjut, diantaranya dengan penggunaan *fuzzy logic* sehingga didapatkan respon kontrol yang lebih baik. *Charger controller* ini juga dapat dikombinasikan dengan sistem monitoring jarak jauh untuk dapat mengamati perubahan tegangan, arus dan daya yang dihasilkan. Selain itu, untuk mendapatkan sinar matahari yang maksimal, perlu adanya alat untuk menyesuaikan posisi panel surya terhadap arah cahaya matahari secara otomatis agar produksi listrik dari panel surya juga dapat maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] Custer, J., Idham, M.I.M. dan Lianda, J (2016). "Rancang Bangun Sistem Kontrol panel Surya Dua dimensi Berbasis Arduino". diakses: 21 Juni 2023 dari Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri. <http://ejournal.uinSuska.ac.id/index.php/SNTIKI/article/view/2804>
- [2] Lukyani, L (2022). "Bagaimana Cara Kerja Panel Surya?". diakses: 21 Juni 2023 dari *KOMPAS.com*. <https://www.kompas.com/sains/read/2022/04/22/153200123/bagaimana-cara-kerja-panel-surya-?page=all>
- [3] Salim. (2022) "Perancangan Buck Converter Sebagai charger battery controller berbasis pwm dengan sumber photovoltaic" diakses: 21 Juni 2023 <https://repository.ubt.ac.id/repository/UBT24-02-2022-132347.pdf>
- [4] Angga Satria, Wicaksana. (2017) "Perancangan alat ukur kekeruhan pada air kolam Menggunakan optocoupler (sensor turbidity) Berbasis Arduino" diakses: 13 juli 2023, <http://repository.untag-sby.ac.id/283/>
- [5] Hadi Prasetyo Dimas (2016) "Perancangan Dan Pembuatan alat pengendali Kendaraan Roda Dua berbasis android". diakses: 16 Juli 2023. <http://repository.potensiutama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/2323/1/BAB%20I%0%20V20dan%20LAMPIRAN.Pdf>
- [6] Ary Heryanto, M, and Adi P, Wisnu. (2008) "Pemrograman Bahasa C untuk mikrokontroler atmega 8535" diakses: 13 Juli 2023 <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1294666>
- [7] Affandi, Akhmad. (2016) "Rancang Bangun Alat monitoring Ukur ph dan suhu air pada kolam pembenihan ikan lele Sangkuriang Menggunakan Arduino Uno Berbasis Web", diakses: 20 agustus 2023 <https://eprints.umm.ac.id/34151/>
- [8] _____, "Cara Kerja Solar Charge Controller, Panel Surya Pembangkit Listrik Tenaga Surya". Diakses; 20 juli 2023. dari <http://www.panelsurya.com/index.php/id/charge-controller/cara-kerja-solar-controller>
- [9] Dickson. (2017) "Jenis-Jenis Dioda (diode) Dan Pengertiannya, Teknik Elektronika" diakses: 26 juli 2023. dari: <https://teknikelektronika.com/jenis-jenis-dioda-diode-pengertian-dioda/>