

PERANCANGAN *BATTERY CHARGE CONTROL UNIT (BCCU)* UNTUK *APLIKASI SOLAR HOME SYSTEM (SHS)*

Wahyudi Putra¹, Ibnu Kahfi Bachtiar, ST., M.Sc², Tonny Suhendra, ST., M.Cs³

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Mahasiswa¹, Pembimbing I², Pembimbing II³

Email: wahyudiputra10@gmail.com¹, Kahfi@umrah.ac.id², Tonny@umrah.ac.id³

ABSTRAK

BCCU merupakan salah satu perangkat PLTS yang digunakan pada *aplikasi solar home system (SHS)* berfungsi sebagai perangkat *charging* pada baterai. Proses *charging* pada baterai sangat rentan terhadap terjadinya *overcharging* dan *over voltage*. Baterai yang mengalami *over charging* dan *over voltage* akan memperpendek umur baterai. Perancangan *battery charge controller unit (BCCU)* untuk aplikasi *solar home system (SHS)* dilakukan berdasarkan pada penelitian-penelitian terdahulu. Pada perangkat BCCU terdapat rangkaian regulator IC LM317 sebagai penstabil tegangan *output*. Tegangan *output* diatur oleh *regulator* sebesar 14V agar baterai tidak mengalami *over voltage*. Tegangan baterai penuh ditetapkan pada nilai 13.7V-13.8V yang diatur pada *coding* program arduino uno dengan menetapkan tegangan referensi 13.7V-13.8V (*full charge*) pada modul sensor tegangan. Agar baterai tidak mengalami *overcharging* maka perangkat BCCU akan *discharge* baterai pada saat baterai sudah mencapai tahap *full charge*. Tegangan baterai akan berpindah ke *dummy load* untuk melakukan proses pembebanan. Hasil pengujian membuktikan bahwa perangkat BCCU menggunakan IC LM317 sebagai *regulator* dapat mengontrol pengisian baterai dan melindungi baterai dari terjadinya *overcharging* dan *over voltage*. Proses pengisian akan dihentikan apabila tegangan baterai mencapai nilai 13.7V-13.8V.

Kata Kunci : BCCU, *Voltage Regulator*, *discharge*

I. PENDAHULUAN

• Latar Belakang

Penggunaan sistem PLTS pada instalasi listrik skala rumah tangga (*solar home system*) sangat membantu dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yang berada didaerah kepulauan. Ini dikarenakan didaerah kepulauan sangat sulit mendistribusikan energi listrik konvensional. Cara kerja sistem PLTS dalam mengubah energi surya menjadi energi listrik di dukung oleh beberapa komponen utama, salah satunya yaitu baterai. Baterai adalah sebuah sel listrik, didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. *Reversibel* adalah proses terjadinya perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian). Daya baterai dapat diisi kembali dengan cara meregenerasi elektroda-elektroda yang dipakai yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi, akan tetapi baterai tidak dapat menyuplai energi secara terus menerus. Ini dikarenakan daya yang dapat dihasilkan baterai terbatas. Untuk mengatasi permasalahan ini maka dibutuhkan sumber yang dapat men-charge baterai agar daya baterai terisi kembali.

Menurut Mosey, (2016) pengisian baterai yang terlalu lama pada sebuah instalasi pembangkit listrik tenaga surya akan menyebabkan baterai cepat rusak sehingga

dibutuhkan sebuah sistem yang dapat berfungsi sebagai pengontrol. Model kontrol pengisian baterainya adalah dengan mengatur indikator baterai penuh 14.8V dan tegangan batas bawah 11.95V. Sedangkan menurut Budhi anto., et al (2014), pengisian daya baterai yang aman adalah dengan menggunakan metode floating charging. Tegangan output charge controller harus di setting pada tegangan 13.5V agar baterai tidak mengalami kerusakan.

Menurut Astra dan Sidopekso, (2011) agar dapat mengontrol pengisian baterai dengan baik, maka diperlukan sebuah charge controller yang dapat memantau level tegangan dan arus yang mengalir ke baterai. Apabila *charge controller* sudah mengetahui level tegangan baterai penuh maka pengisian akan terputus secara otomatis. Tujuannya adalah untuk melindungi baterai dari kerusakan akibat *over charging*.

Perangkat BCCU sangat penting dalam menentukan kehandalan PLTS dalam menyuplai daya yang dihasilkan panel surya. Selain berfungsi sebagai sistem proteksi dari *overcharging* dan *over voltage* juga harus dapat menstabilkan tegangan *output*. Ini dikarenakan radiasi matahari yang tidak stabil akan menghasilkan tegangan *output* yang tidak konstan. BCCU yang dapat menstabilkan tegangan *output* akan sangat berguna ketika radiasi matahari sering mengalami perubahan.

- **Rumusan Masalah**

Mengontrol pengisian antara lain melindungi baterai dari *overcharging* dan *over voltage*, mestabilkan tegangan *output* serta memonitoring level tegangan.

- **Tujuan Penelitian**

Menerapkan proteksi *overcharge*, *over voltage*, menstabilkan tegangan *output* serta monitoring arus dan tegangan.

- **Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Kegunaan teoritis
Dapat menambah pengetahuan yang berkaitan dengan perancangan *Battery Charge Controll Unit* (BCU) untuk aplikasi *Solar Home System* (SHS).
2. Bagi Peneliti selanjutnya
Penelitian ini di harapkan dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang akan datang serta dapat memberikan perbandingan dalam mengadakan penelitian terkait dengan perancangan *Battery Charge Controll Unit* (BCU) untuk aplikasi *Solar Home System* (SHS).
3. Bagi masyarakat
Sebuah solusi pada instalasi listrik PLTS yang diterapkan pada skala rumah tangga (*solar home system*) dalam menjaga baterai agar tetap pada kondisi baik

- **Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan hanya mengenai perancangan *Battery Charge Controller Unit* (BCCU) untuk aplikasi *solar home system* (SHS).
2. Tegangan *input* sumber BCCU yang digunakan adalah panel surya 10Wp dan 18 Wp.
3. *Battery charge control unit* (BCCU) menggunakan IC LM 317 sebagai *regulator*.
4. Pengujian menggunakan baterai 3,5 Ah sebagai media penyimpan energi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Purnomo (2010), peneliti membuat BCU dengan teknik pewaktu yang berfungsi sebagai pembangkit waktu pada rangkaian pengisi baterai yang menghasilkan tegangan output secara terus menerus dan otomatis *diswitch* dari kondisi tinggi ke rendah kemudian dari rendah ke tinggi dan seterusnya. Rangkaian pewaktu ini menggunakan rangkaian pewaktu jenis *multivibrator astable* yaitu menggunakan IC *timer 555* yang dapat ditentukan durasi waktunya untuk masing masing state (kondisi 1 dan 0) sesuai dengan nilai resistor dan kapasitansi eksternal. Rangkaian ini memanfaatkan osilasi tegangan pada kapasitor disekitar $1/3 V_{cc}$ sampai $2/3 V_{cc}$. Komponen eksternal yang diperlukan adalah sebuah kapasitor (C1) dan dua buah resistor (RA dan RB).

Penelitian yang dilakukan oleh Mosey (2016), yang berjudul simulasi dan pembuatan rangkaian sistem kontrol pengisian baterai untuk pembangkit listrik tenaga surya, dalam penelitian ini metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan merangkai rangkaian yang didapat dari pustaka kemudian di simulasikan dengan perangkat lunak proteus ISIS profesional, selanjutnya dilakukan pembuatan rangkaian elektronika dalam sebuah PCB. Untuk mengetahui penuh atau tidaknya baterai, sistem ini bekerja dengan memonitor tegangan baterai 15 VDC. Sebelumnya batas tegangan atas indikator baterai penuh adalah 14,8 volt dan batas tegangan bawah. Untuk tegangan ambang 11,95 Volt $<V_{\text{baterai}} < 14,8$ Volt, pengisian baterai atau pembebanan ke *dummy load* akan ditentukan oleh user dengan menekan *switch on-off* pada kontrol.

Penelitian yang dilakukan oleh Mahardika dkk., (2016) tentang rancang bangun baterai *charge control* untuk sistem pengangkat air berbasis *Arduino Uno* memanfaatkan sumber PLTS, perancangan baterai *charge control* untuk sistem pengangkatan air menggunakan beban motor AC dengan sistem PLTS memakai *mikrokontroler Atmega 328* agar sistem bisa bekerja jika tidak mendapatkan sinar matahari.

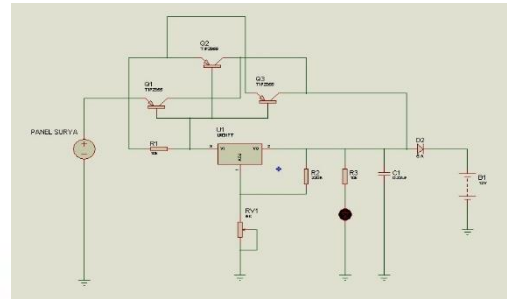
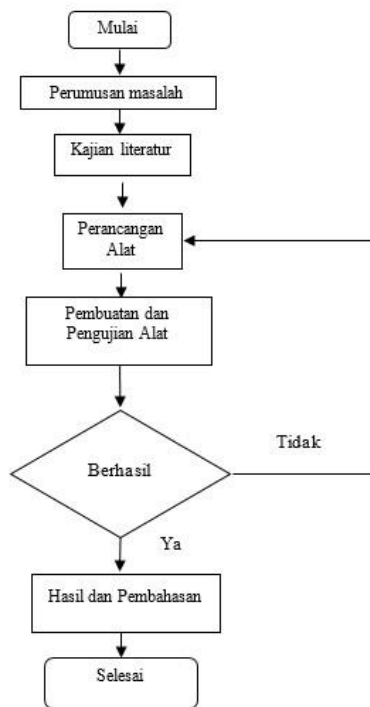
Penelitian yang dilakukan oleh Anto dkk., (2014) tentang *portable battery charger* berbasis sel surya. Penelitian ini menggunakan metode *float charging* dimana metode ini menggunakan regulator tegangan linier LM338.

Penelitian yang dilakukan oleh Triandini dkk., (2013) yang berjudul perancangan *Battery control unit* (BCU) dengan menggunakan *Topologi Cuk Converter* pada instalasi tenaga surya. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan topologi *cuk converter* karena dapat menaikkan dan menurunkan tegangan sumber sehingga dapat bekerja pada berbagai *range* tegangan masukan dan dapat mengurangi *ripple* pada keluaran panel surya dan masukan untuk baterai.

Penelitian yang dilakukan Astra dan Sidopekso (2011) yang membuat *charge controller* dengan indikator arus, tegangan dan suhu dengan berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535. Dalam penelitian ini menggunakan sensor arus DCS-01 dan sensor suhu LM35 untuk mengubah data berupa besaran fisis menjadi sinyal listrik.

III. PERANCANGAN

Peneliti dalam merancang BCCU memiliki beberapa langkah perencanaan perancangan. Berikut ini langkah-langkah perencanaan proses perancangan BCCU:



Rangkaian diatas merupakan rangkaian *regulator* menggunakan IC LM317. Berdasarkan persamaan, tegangan *output* regulator dipengaruhi oleh R1 dan R2. Resistansi R2 diasumsikan dan dipakai pada rangkaian sebagai nilai tetap yaitu sebesar 220 ohm. Maka untuk mendapatkan nilai resistansi pada R1 agar menghasilkan tegangan *output* 14V dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = 1.25V(1 + R2/R1) + I_{adj}$$

$$14 = 1.25(1+220/R1)$$

$$14 = 1.25 + 275/R1$$

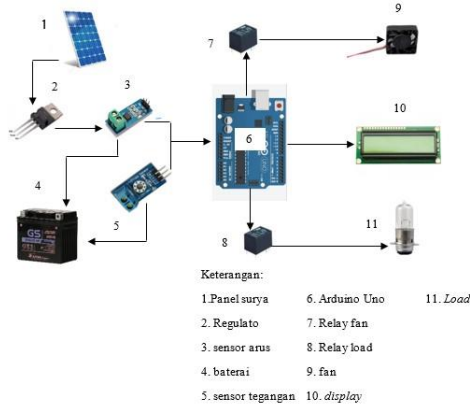
$$14R1 = 276.25$$

$$R1 = 276.25/14$$

$$R1 = 19.66 \text{ ohm}$$

Hasil dari persamaan diatas maka didapatkan besar nilai resistansi pada R1 sebesar 19.66 ohm. Nilai resistansi yang ditentukan berdasarkan persamaan (2) hanya berlaku pada satu kondisi. Artinya, nilai tegangan *output* regulator akan tetap pada 14V dan tidak akan berubah. Maka, peneliti menggunakan resistor *variable* sebagai R2 agar tegangan *output* bisa diatur sesuai kebutuhan.

- Sistem Kerja Alat
Sistem kerja alat akan dijelaskan oleh digram blok dibawah ini:

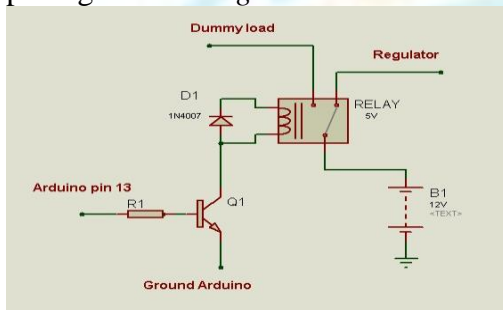


- Perancangan Regulator
Perancangan regulator dapat dilihat pada rangkaian dibawah ini:

- Perancangan perangkat *discharge*
Perangkat *discharge* berfungsi sebagai *protect* pada baterai apabila baterai sudah mencapai kondisi penuh

(full) dan mengalirkan tegangan ke *dummy load* (beban). *dummy load* berfungsi sebagai beban pengalihan tegangan *output regulator* karena apabila tegangan *output* tidak dialihkan ke beban maka akan terjadi proses *overcharging* dan kondisi seperti ini akan merusak baterai.

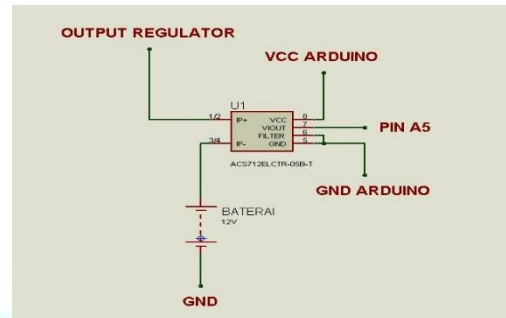
Perangkat *discharge* terdiri dari rangkaian *relay* pemutus yang dikendalikan oleh mikrokontroler arduino uno. Berikut skema rangkaian perangkat *discharge*:



Cara kerja dari perangkat *discharge* ini adalah apabila sensor tegangan membaca nilai 14V maka arduino akan mengalirkan tegangan pada pin 13. Tegangan yang mengalir pada pin 13 akan digunakan sebagai tegangan input pada basis transistor. Kaki basis transistor akan mendapatkan tegangan untuk mengaktifkan *relay* dan mengubah saklar *nc* (*normally close*) menjadi *no* (*normally open*). Setelah saklar berubah posisi maka tegangan baterai akan pindah ke *dummy load*.

- Perancangan Sensor Arus

Sensor arus adalah sebuah modul yang difungsikan sebagai pendeteksi arus dari sumber yang mengalir ke beban. Peneliti menggunakan modul sensor arus ACS712 dengan arus maksimal 5 *ampere*.

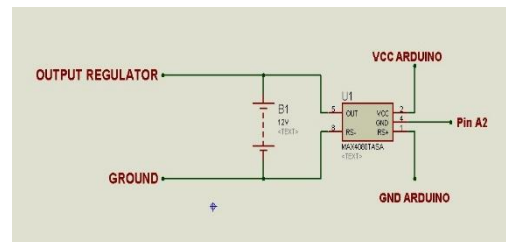


Arus *output* regulator akan melewati sensor dan diteruskan ke baterai. Ketika arus *output* melewati sensor, maka sensor akan membaca arus yang mengalir.

Gambar diatas memperlihatkan instalasi rangkaian sensor arus dengan arduino uno. Sensor dipasang secara seri dengan *output* regulator ke baterai. Pin A5 pada arduino uno merupakan pin *analog* yang menerima *signal analog output* dari sensor. Sinyal ini akan diproses oleh arduino uno menjadi signal digital agar dapat ditampilkan pada perangkat *display*.

- Sensor Tegangan

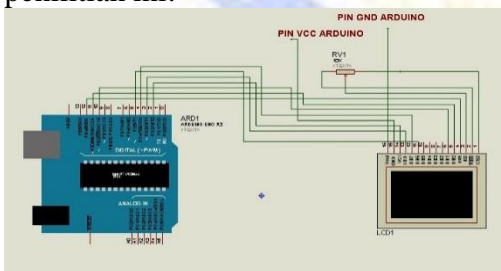
Sensor tegangan yang digunakan pada perancangan ini adalah modul *voltage sensor*. Sensor ini dapat membaca tegangan sampai 0.2V-25V. Permasalahannya adalah pin pada *board* arduino hanya dapat membaca tegangan input maksimal 5V. jika melebihi tegangan tersebut maka *board* arduino akan mengalami kerusakan.



Kaki 5 dan 6 pada sensor merupakan input tegangan positif dan input tegangan negative. Hasil pembacaan akan dikirimkan pada kaki 4 dalam bentuk *signal analog* yang akan di konversikan ke *signal digital* oleh arduino uno (pin A5). Pengkonversian ini dilakukan dengan cara mengkalkulasikan hasil pembacaan *signal analog* yang telah diatur pada *coding* program arduino uno. Kaki 1 dan 2 merupakan VCC dan *ground* untuk mengaktifkan sensor agar dapat membaca tegangan yang terukur oleh sensor.

- *Perancangan Display*

Perangkat *display* adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menampilkan tegangan baterai dan arus yang mengalir ke baterai. Perangkat ini mempermudah penelitian dalam memantau level tegangan baterai dan data yang ditampilkan digunakan sebagai tanda bagi arduino untuk memastikan level tegangan baterai penuh. Perangkat *display* ini menggunakan LCD 16x2 sebagai *device display*. Berikut rangkaian monitoring yang digunakan dalam penelitian ini:

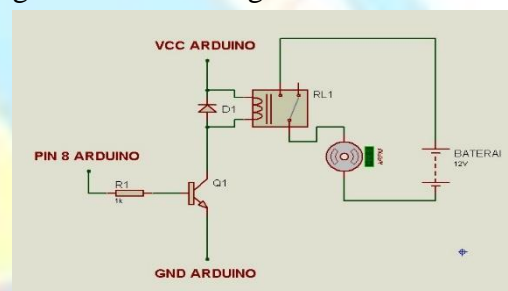


- *Perancangan Perangkat Fan*

Rangkaian regulator yang terdapat pada BCCU selalu menghasilkan panas ketika melakukan proses charging.

Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan merancang sebuah perangkat fan yang berfungsi sebagai perangkat pendingin. Cara kerja perangkat fan ini sangat sederhana yaitu men-setting program arduino agar fan aktif satu kali setiap lima menit. Fan akan aktif selama 1 menit dengan tujuan mendinginkan regulator yang terpasang heat sink dan non-aktif selama lima menit.

Perangkat fan di integrasi kan dengan perangkat driver relay yang dikendalikan oleh arduino uno. Berikut gambar skema rangkaian fan:



Pin 8 pada arduino uno merupakan pin *timer* yang telah di setting pada *coding* program. *Timer* di setting dengan cara mengatur *delay* pada arduino uno agar fan dapat aktif selama 1 menit dan non-aktif selama lima menit. kondisi ini akan terus berulang-ulang selama perangkat BCCU aktif. Apabila pin 8 telah mencapai waktu aktif (setelah non-aktif selama 5 menit) maka pin 8 akan memberikan tegangan pada basis transistor kemudian relay akan aktif. Saklar no menjadi nc dan fan akan menyala selama waktu 1 menit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

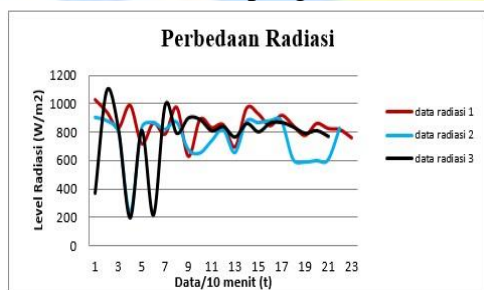
Hasil didapatkan setelah melakukan pengujian langsung. Pengujian ini memperlihatkan

kemampuan BCCU sebagai *charge* baterai otomatis dalam melindungi baterai dari *over charging* dan *over voltage* .

Pengukuran BCCU menggunakan solar panel 10 wp dan 18 wp sebagai sumber tegangan DC. *Voltage regulator* di *setting* pada tegangan 14 volt dengan tegangan referensi baterai penuh adalah 13.7 volt sampai 13.8 volt. Pengaturan tegangan *output* BCCU sebesar 14V bertujuan sebagai proteksi baterai dari terjadinya *over voltage*. Data yang diambil pada saat pengukuran adalah data tegangan, arus, dan radiasi pada saat pengukuran. Data diambil setiap 10 menit hingga baterai sampai pada kondisi *full*.

data yang didapatkan selama pengukuran akan dijelaskan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

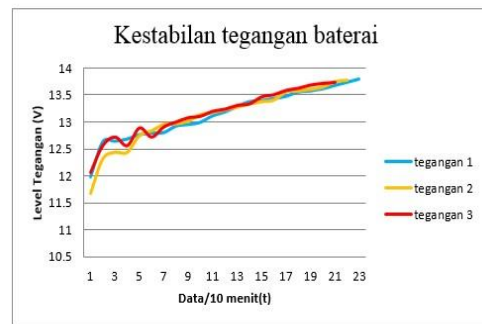
1. Radiasi selama pengukuran



Perbedaan radiasi diambil dari data radiasi yang didapatkan selama pengujian. Tujuannya adalah agar dapat melihat perbedaan radiasi yang terjadi selama melakukan pengukuran. Table 11 pada lampiran memperlihatkan perbedaan radiasi didapatkan selama pengujian dengan mengambil nilai rata-rata setiap radiasi. Ini membuktikan bahwa kondisi radiasi yang lebih tinggi dan lebih konstan terjadi pada saat pengujian pertama. Sedangkan pada

saat pengujian kedua dan ketiga memiliki rata-rata dengan selisih 18,50 W/m².

2. Level tegangan selama pengukuran



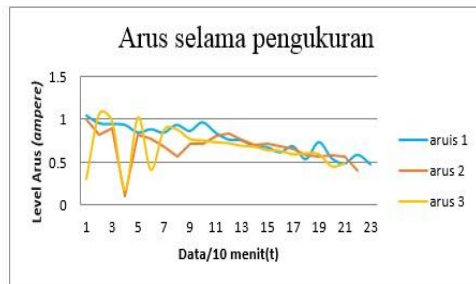
Tujuan mengambil data tegangan baterai ketika di-charge selama pengujian adalah untuk melihat kemampuan BCCU dalam menyetabilkan tegangan *output* terhadap radiasi yang berubah-ubah (tidak konstan). Data perbedaan tegangan didapatkan melalui pengujian pertama, kedua, dan ketiga.

Gambar diatas memperlihatkan kestabilan tegangan baterai ketika di-*charging*. Tegangan baterai terus mengalami peningkatan walaupun radiasi matahari tidak konstan. Peningkatan level tegangan baterai yang signifikan terjadi pada awal proses *charging*. Ini disebabkan oleh tegangan baterai ketika kosong menyerap dengan optimal daya output BCCU. Proses selanjutnya adalah proses normal pengisian hingga mencapai tegangan *full charge*.

3. Besar arus selama pengujian

Grafik arus menunjukkan besar arus yang mengalir dari BCCU ke baterai selama pengukuran. Arus yang mengalir dipengaruhi oleh radiasi

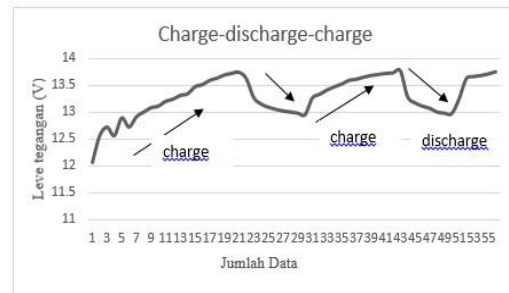
matahari. Penyebabnya adalah panel surya untuk dapat memberikan daya output bergantung pada jumlah radiasi yang diterimanya.



Gambar diatas menunjukkan arus pada awal proses *charging* tidak konstan. Ini disebabkan oleh radiasi matahari mengalami perubahan secara tiba-tiba ke titik terendah. Grafik arus membuktikan bahwa arus *output* BCCU bergantung dengan radiasi, semakin tinggi radiasi semakin tinggi arus yang output diperoleh. Proses selanjutnya merupakan proses pengisian baterai secara bertahap. Dapat dilihat arus terus mengalami penurunan hingga baterai mencapai kondisi *full charge*.

4. Proses *charge-discharge-charge*

Grafik proses *charge-discharge-charge* akan memperlihatkan kemampuan BCCU dalam melakukan protecting terhadap baterai dari *over charging*.



Pada gambar diatas, data proses *charge-discharge-charge* diambil dengan cara dua kali tahap pengosongan. Tujuan nya adalah untuk memastikan kemampuan BCCU dalam melindungi baterai setelah mencapai kondisi full charge berfungsi dengan baik atau sebaliknya. Menurut gambar diatas, ketika tegangan baterai telah mencapai kondisi full charge maka BCCU secara otomatis mengaktifkan relay dan memindahkan tegangan ke dummy load. ini membuktikan bahwa system proteksi pada BCCU yang dirancang berfungsi dengan baik.

V. PENUTUP

• Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan perancangan dan pengujian perangkat *Battery Charge Controller Unit* (BCCU) untuk aplikasi *solar home system* (SHS) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan BCCU dengan menggunakan IC LM 317 mampu melindungi baterai dari *over voltage*.
2. Proses charging akan dihentikan ketika level tegangan baterai telah mencapai 13.8V.

3. Perangkat *switcher* mampu melindungi baterai dari *over charging*
4. Berdasarkan hasil pengujian, perangkat BCCU mampu mengontrol pengisian daya baterai dengan baik walaupun kondisi radiasi matahari tidak konstan.

• **Saran**

Rancangan BCCU ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu apabila penelitian ini ingin dilanjutkan ada beberapa saran yang ingin peneliti berikan supaya nantinya rancangan ini dapat ditingkatkan lagi. Beberapa saran yang ingin peneliti berikan yaitu:

1. Daya *output* yang dihasilkan *voltage regulator* masih dipengaruhi oleh radiasi matahari apabila radiasi mengalami penurunan secara signifikan, oleh karena itu perlu ditambahkan lagi rangkaian penyetabil tegangan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Masih perlu dilakukan penelitian kembali dengan menggunakan baterai berkapasitas lebih besar.

Charge Controller Dengan Indikator Arus, Tegangan Dan Suhu Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* , Vol Xi No. 1.

Mahardika, I. G., & I Wayan Arta Wijaya, I. W. (2016). Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber Plts. *E-Journal Spektrum*, Vol. 3, No 1.

Mosey, H. I. (2016). Simulasi Dan Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol Pengisian Baterai Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 16 No. 1.

Purnomo, W. (2010). Pengisi Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Gunadarma*.

Triandini, A. (2013). Perancangan Battery Control Unit (Bcu) Dengan Menggunakan Topologi Cuk Converter Pada Instalasi Listrik Tenaga Surya. *Tekhnik Elektro Universitas Brawijaya*.

DAFTAR PUSTAKA

Anto, B. (2014). Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya. *Jurnal Rekayasa Elektrika* , Vol. 11 No, No 1.

Astra, I. M., & Sidopekso, S. (2011). Studi Rancang Bangun Solar