

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

Perancangan charger *auto cut on off* yang akan diimplementasikan pada PLTS skala mikro, akan melalui beberapa prosedur dan tahapan agar apabila rangkaian ini dapat digunakan sebagaimana mestinya dengan mempertimbangkan beberapa hal yang akan diterapkan seperti halnya pengujian setiap komponen yang akan digunakan pada rangkaian tersebut. Sebagaimana pada sub-sub bab akan dipaparkan hasil serta analisis dari pengujian dan perhitungan pada beberapa peralatan yang akan digunakan sebagai berikut ini :

4.1.1. Pengujian pada *Solar Cell*

Pengujian dilakukan berdasarkan pada praktek lapangan secara langsung pada alat-alat yang akan diujikan. Mencakup pada tegangan keluaran dengan arus yang dihasilkan oleh beberapa komponen dan kemudian pada rancangan charger *auto cut on off* diperlukan pengukuran pada setiap komponen yang digunakan sebagai acuan penghasil tegangan keluaran ke accumulator. Oleh karena itu pada sub bab ini akan sedikit dipaparkan berdasarkan table dan grafik pengujian-pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti di tempat tinggalnya yaitu di masjid al-ikhlas tamantirto, kasihan, Bantul, DIY.

Pengujian digunakan agar mengetahui jumlah tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan untuk melakukan pengisian baterai dengan menggunakan panel solar cell tipe monocrystalinesilicon. Untuk mengetahui besaran nilai radiasi matahari yang telah dihitung sebelumnya, maka solar cell yang akan digunakan

diuji terlebih dahulu besaran nilai tegangan yang akan diperoleh dari radiasi sinar matahari pada waktu-waktu tertentu. Oleh karena itu, kita perlu mengetahui nilai radiasi matahari pada saat solar cell digunakan sehingga kita dapat mengetahui nilai daya yang dihasilkan oleh solar cell berdasarkan perhitungan dan pengukuran dilapangan tersebut.

a. Spesifikasi Solar Cell

Solar cell yang digunakan adalah solar cell dengan spesifikasi sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Merek | : SINKOBE |
| 2. Maximum Power (Pmax) | : 20W |
| 3. Power Tolerance | : +- 3% |
| 4. Voltage at Pmax (Vmax) | : 17,4 V |
| 5. Current at Pmax (Imp) | : 1,15 A |
| 6. Open-circuit Voltage (Voc) | : 21,6 V |
| 7. Short-circuit Current (Isc) | : 1,27 A |
| 8. Maximum Fuse | : 10 A |
| 9. Cells | : 36pcs monocrystalinesilicon |
| 10. Irradiansi | : 1000 watt/m ² |

b. Perhitungan Vout solar cell

Modul sel surya yang digunakan mempunyai daya keluaran sebesar 20 watt untuk irradiansi 1000 watt/m². Modul sel surya yang digunakan berjumlah dua buah yang tersusun secara paralel, masing-masing modul sel surya memiliki spesifikasi Voc sebesar. 21,6 V dan Isc sebesar 1,27 A. Dengan menggunakan Persamaan tertentu, untuk menemukan nilai tegangan

keluaran sesuai dengan asumsi perhitungan yang telah ditentukan oleh rumus sebagai berikut :

$$N_{series} = V_{out}/0,9V_{soc}$$

$$V_{out} = N_{series}*0,9*V_{soc}$$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 1*0,9*21,6 \\ &= 19,44 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dimana:

N_{series} = Jumlah modul surya yang tersusun seri

V_{out} = Tegangan keluaran modul surya

V_{oc} = *Voltage open circuit* (tegangan hubung terbuka)

Sehingga dari perhitungan sederhana ini, perlu diketahui bahwasanya tegangan keluaran yang dihasilkan oleh modul surya adalah senilai 19,44 Volt.

c. Perhitungan Daya keluaran (P_{out}) solar cell

Sedangkan untuk mengetahui daya dari panel yang digunakan untuk mengisi aki tersebut, dapat diketahui melalui perhitungan dari tegangan keluaran yang telah diketahui pada perhitungan sebelumnya, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$N_{paralel} = P_{out}/V_{out}(0,9.Isc)$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= N_{paralel}*V_{out}*(0,9.Isc) \\ &= 1*19,44(0,9*1,27) \end{aligned}$$

$$= 22,19 \text{ Watt}$$

Dimana:

N_{paralel} = Jumlah modul surya yang tersusun paralel

V_{out} = Tegangan keluaran modul surya

I_{sc} = *Short Circuit Current*

P_{out} = Daya keluaran Panel Surya

d. Perhitungan efisiensi solar cell

Dari perhitungan kedua nilai yang telah dipaparkan pada pembahasan sebelumnya, maka kita perlu mengetahui nilai efisiensi dari Solar cell yang akan digunakan. Dengan melihat spesifikasi dari solar cell yang akan digunakan. Berdasarkan rumus perhitungan dalam mencari nilai efisiensi solar cell yang akan dihasilkan adalah sebagai berikut ini :

$$\eta = P_{\text{max}} / \text{Irradiansi} * A$$

Dimana :

η = Nilai Efisiensi solar cell (%)

P_{max} = Daya maksimal solar cell (Watt)

I_{rr} = Daya yang mampu diserap pada luas penampang (W/m^2)

A = Luas penampang Solar cell (m^2)

Maka telah diketahui nilai dari solar cell tersebut adalah :

$$P_{\text{mx}} = 20 \text{ Watt per } \textit{hours}$$

$$I_{\text{rr}} = 1000 \text{ Watt}/\text{m}^2$$

$$A : \text{ Panjang} = 0,62\text{m}, \text{ Lebar} = 0,29\text{m}$$

$$A = 0,62 * 0,29$$

$$= 0,18 \text{ m}^2$$

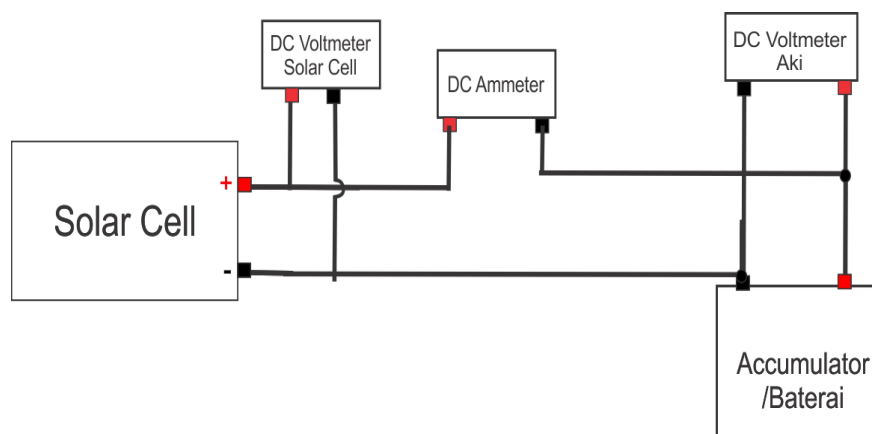
Maka efisiensi solar cell yang diberikan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\max}}{\text{Irradiansi} \times A} \\ &= \frac{20}{1000 \times 0,18} \\ &= 11,11\% \end{aligned}$$

Efisiensi dari solar cell yang akan diimplementasikan pada perancangan prototipe PLTS Skala mikro untuk pengisian aki motor sebesar 11.11%.

e. Hasil Pengujian Solar Cell

Pengukuran yang akan dilakukan berdasarkan pada skema rangkaian pada solar cell untuk mengetahui berapa besar daya yang akan dihasilkan oleh solar cell untuk melakukan pengisian baterai disaat solar cell langsung terhubung oleh charger. Sehingga dari data yang diperoleh akan dipertimbangkan berapa lama waktu dan energi yang diperlukan untuk dapat mengisi baterai secara berkala dan otomatis, pada skema dapat kita lihat sebagai berikut :



Gambar 4. 1 skema pengukuran modul surya

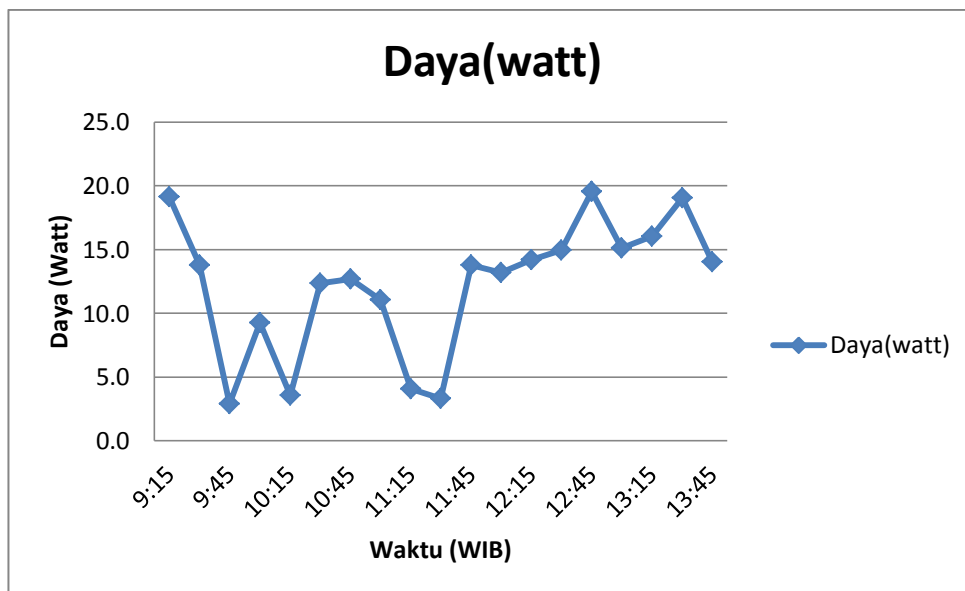
Daya yang dihasilkan oleh solar cell berdasarkan waktu pemasangan solar cell yang mana pemasangan solar cell dilakukan pada pukul 09:15 tanggal 29 maret 2018. Solar cell langsung dihubungkan oleh beban yaitu aki. Terhubung kepada aki untuk langsung dilakukan pengisian baterai. Pada table berikut ini merupakan data hasil dari pengukuran solar cell yang telah dilakukan berdasarkan tempat dan lokasi yang ada, nilai tegangan dan arus yang terukur adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data pengukuran Solar Cell

Waktu	Tegangan SC (Volt)	Tegangan Aki	Arus SC (ampere)	Daya(watt)
9:15	16.5	12.1	1.16	19.1
9:30	16.2	12.2	0.85	13.8
9:45	15.2	12.25	0.19	2.9
10:00	16	12.5	0.58	9.3
10:15	15.5	12.55	0.23	3.6
10:30	16.5	12.6	0.75	12.4
10:45	16.5	12.65	0.77	12.7
11:00	16.5	12.67	0.67	11.1
11:15	15.7	12.7	0.26	4.1
11:30	15.9	12.75	0.21	3.3
11:45	16.6	12.8	0.83	13.8
12:00	16.5	12.9	0.8	13.2
12:15	16.7	13	0.85	14.2
12:30	16.8	13.1	0.89	15.0
12:45	17	13.2	1.15	19.6
13:00	16.8	13.4	0.9	15.1
13:15	16.9	13.6	0.95	16.1
13:30	17	13.75	1.12	19.0
13:45	16.5	13.8	0.85	14.0
rata-rata	16.4	12.9	0.74	12.2

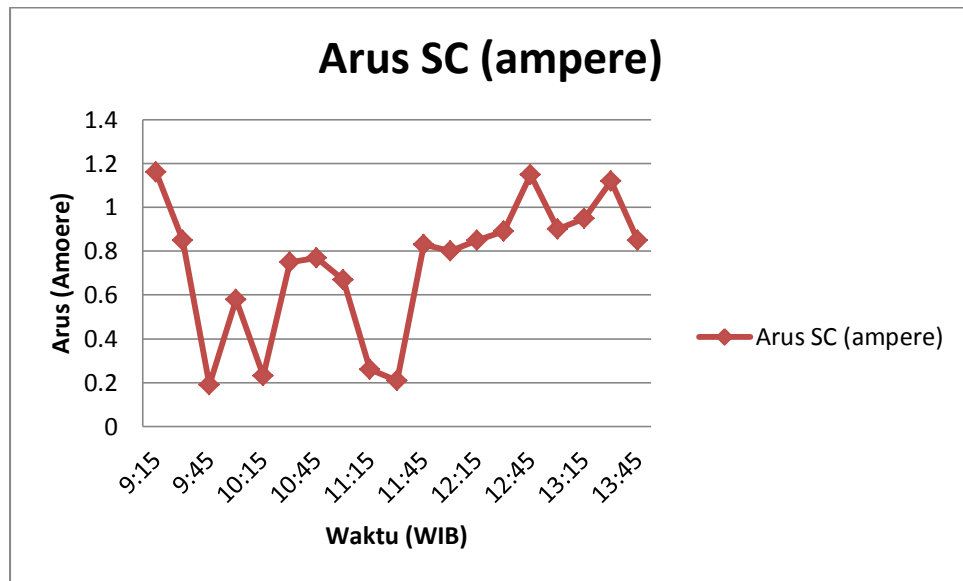
Pada data yang diperoleh terlihat tegangan dan arus yang diukur tidak stabil. Terlihat pada pukul 12:45 tegangan dan arus terbesar terukur pada waktu tersebut, sedangkan pada pukul 09:45 menghasilkan tegangan dan arus

terendah. Hal ini terjadi dikarenakan beberapa faktor yaitu nilai intensitas matahari, cuaca didaerah ujicoba, dan beberapa faktor lainnya. Sehingga berdasarkan grafik waktunya sebagaimana digambarkan pada grafik berikut telah diketahui nilai masing-masing indicator yaitu daya yang dihasilkan, tegangan pada solar cell, arus yang masuk dari solar cell ke baterai dan nilai tegangan baterai itu sendiri.



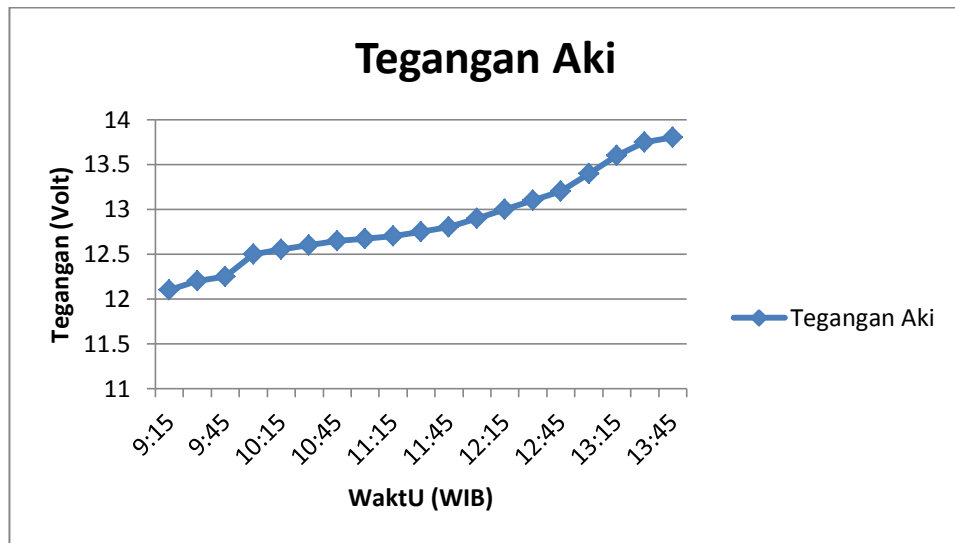
Gambar 4. 2 Grafik Daya keluaran solar cell

Nilai daya yang dihasilkan cenderung rendah sehingga perlu waktu yang cukup lama untuk mengisi baterai hingga pada batas tegangan maksimum. Nilai daya tertinggi terletak pada pukul 12:45 yaitu sebesar 19,6 Watt sehingga dari rata-rata pengukuran daya yang diperoleh adalah sebesar 12.9 Watt. Sehingga nilai daya yang dihasilkan dirasa kurang maksimal dengan menggunakan solar cell berkapasitas 20 Wp hal ini dikarenakan nilai intensitas matahari pada waktu itu cenderung rendah, dengan demikian mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan oleh solar cell tersebut.



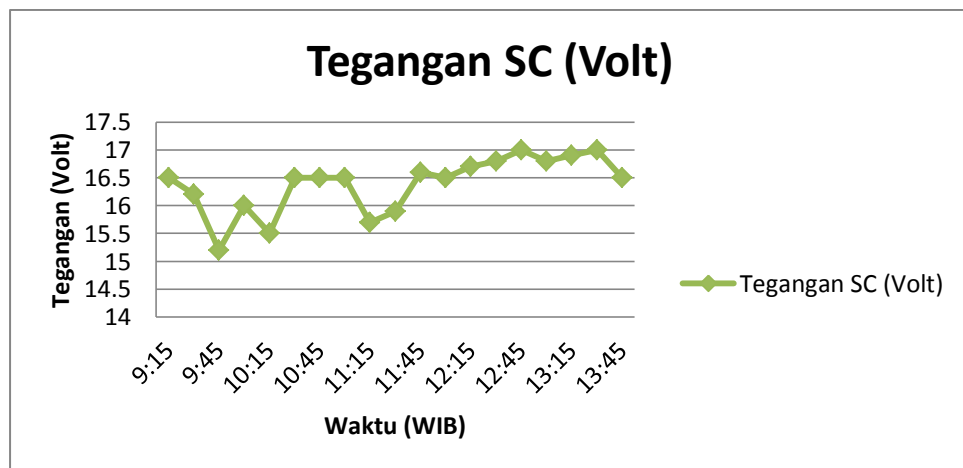
Gambar 4. 3 Grafik Arus Pengujian Solar Cell

Sedangkan pada grafik arus telah diketahui nilai arus maksimum yang diperoleh solar cell pada pukul 09:15 yaitu sebesar 1,16 Ampere dan nilai arus terendah terjadi pada pukul 09:45. Hal ini dipengaruhi radiasi matahari, faktor lingkungan dan cuaca yang terjadi pada waktu tersebut cenderung relatif rendah dibandingkan pada hari-hari lainnya.



Gambar 4. 4 Grafik Tegangan Aki Pengujian Solar Cell

Pada gambar grafik tegangan aki yang diperoleh dari pengukuran tersebut. Nilai yang terukur cenderung fluktuatif rendah. Hal ini dikarenakan nilai daya yang dihasilkan oleh solar cell cukup rendah dan tidak stabil. Oleh karena itu pengisian cenderung lama dikarenakan beberapa faktor demikian



Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Tegangan Solar Cell

Sedangkan pada grafik tegangan telah diketahui nilai tegangan maksimum yang diperoleh solar cell pada pukul 12:45 dan pukul 13:30 yaitu sebesar 17 volt dan nilai arus terendah terjadi pada pukul 09:45. Hal ini dipengaruhi radiasi

matahari, faktor lingkungan dan cuaca yang terjadi pada waktu tersebut cenderung relatif rendah dibandingkan pada hari-hari lainnya.

Telah diketahui nilai dari hasil pengujian solar cell yang digunakan untuk mengisi aki tanpa menggunakan charger *auto cut on off* yang dihubungkan ke aki. Dari data diatas perlu diketahui daya rata-rata yang diserap oleh baterai sebesar 12.2 Watt dengan menghasilkan arus solar cell rata-rata senilai 0,74 Ampere. Data diatas merupakan pemasangan solar cell yang dilakukan selama 4 jam 30 menit untuk melakukan proses pengisian baterai. Pengujian ini dilakukan agar nantinya kita mengetahui perbedaan dalam hal keamanan komponen baterai/aki dan efisiensi yang dihasilkan dalam melakukan pengisian baterai dari solar cell secara langsung atau dengan menggunakan charger *auto cut on off*.



Gambar 4. 6 Dokumentasi pengujian solar cell

Sehingga dari data tersebut perlu diketahui bahwasanya, besarnya energi yang diperoleh pada tanggal 29 maret 2018 dari pengisian solar cell selama 4 jam 30 menit per hari tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E &= P \cdot t \\
 &= 12,2 \cdot 6 \\
 &= 73,2 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Dimana :

E = Energi listrik yang dihasilkan (Wh)

P = Daya rata-rata yang dihasilkan (watt)

t = lama waktu percobaan (hour)

Nilai daya diatas merupakan rata-rata keluaran dari solar cell dalam satu harinya, sehingga apabila dikalkulasi selama 1 bulan, maka daya total yang dapat dihasilkan oleh solar panel sebesar 2,196 Wh atau sebesar 2,2 Kwh.

Sedangkan pada daya yang mampu diserap oleh solar cell adalah sebesar :

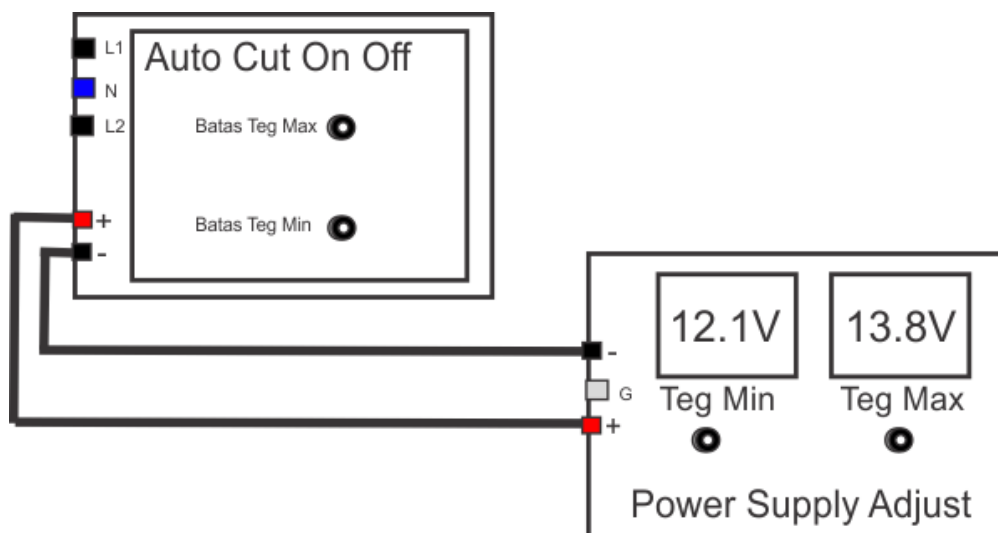
$$\begin{aligned}
 P &= \text{Irradiansi} \times \text{Luas penampang solar cell} \\
 &= 1000\text{W/m}^2 \times 0,18 \text{ m}^2 \\
 &= 180 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Akan tetapi nilai daya yang yang mampu dikeluarkan oleh solar cell merupakan nilai efisiensi dari solar cell yang digunakan yaitu sebesar 11,11%. oleh karena itu daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh solar cell sebesar 19,98 Watt jika pada kondisi yang sangat mendukung untuk melakukan penyerapan energi matahari.

4.1.2. Pengujian Charger *Auto cut on off*

Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell langsung dihubungkan dengan charger *auto cut on off* dengan skema yang telah ditentukan sebelumnya.

alat ini digunakan untuk melindungi baterai dari tegangan berlebih pada baterai yang telah diisi oleh solar cell, maka sebelum charger *auto cut on off* ini dihubungkan dengan solar cell. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan batas tegangan maksimal aki ketika telah terisi penuh dan di setting batas tegangan minimum ketika aki telah mengalami penurunan tegangan dengan nilai tertentu, maka charger akan mengisi secara otomatis sesuai dengan nilai batas tegangan minimum baterai yang telah diatur. Terlebih dahulu disetting dengan menggunakan power supply adjust yang dapat diperumpamakan sebagai aki.



Gambar 4. 7 Skema Pengujian Charger

Pada rangkaian *auto cut on off* ini memiliki beberapa komponen yang akan bekerja untuk menentukan batas nilai tegangan minimum dan maksimum dari proses pengisian baterai. Menggunakan dua trimpot yang masing-masing trimpot terhubung dengan IC358 digunakan sebagai penguat operasional pada rangkaian charger *auto cut on off*, IC358 ini dapat menjalankan penguat dengan fleksibilitas yang cukup tinggi dengan rentang tegangan minimal 3 V hingga 32 V. Sehingga

tegangan referensi yang akan digunakan untuk tegangan minimum sebesar 12,1 V dan tegangan maksimal sebagai batas pemutus arus dengan *auto cut on off* sebesar 13,8 V. Pengaturan tegangan ini dilakukan dengan menggunakan setiap trimpot, trimpot yang digunakan untuk menentukan tegangan batas minimum agar charger bekerja dapat aktif otomatis sedangkan penentuan tegangan batas maksimum digunakan agar charger dapat memutus arus secara otomatis ketika arus masuk ke aki.

Hubungkan probe positif power supply dengan terminal positif rangkaian charger dan probe negative dengan terminal negative pada rangkaian. Putar terlebih dahulu kedua trimpot pada rangkaian ke arah full kiri sehingga tegangan lampu led merah pada rangkaian dapat menyala. Untuk mengatur batas tegangan maksimum pada rangkaian, maka atur terlebih dahulu sumber tegangan power supply hingga nilai tegangan maksimum yang telah ditentukan semisal kita menentukan tegangan maksimum sebagai referensi sebesar 13.8 V, setelah itu, trimpot atas yang digunakan untuk menentukan tegangan maksimum dapat diputar ke arah kanan secara perlahan hingga lampu led hijau menyala. Ketika led hijau dapat menyala, maka batas tegangan maksimum yang ditentukan telah berhasil disetting.



Gambar 4. 8 Pengujian Rangkaian dengan Power Supply

Ketika batas tegangan maksimum telah diatur, maka diperlukan untuk menentukan batas tegangan minimum agar rangkaian charger dapat mengisi secara otomatis ketika tegangan aki dibawah batas tersebut. Pengaturan dilakukan menggunakan power supply adjust dengan menentukan nilai batas tegangan minimum pada power supply yang telah dihubungkan dengan rangkaian tersebut. Ketika tegangan telah ditentukan pada power supply maka trimpot pada rangkaian charger yang digunakan untuk mengatur batas tegangan minimum diputar kearah kanan hingga lampu led hijau yang menyala tadi kembali berubah menjadi merah kembali.

Maka ketika batas tegangan pada charger *auto cut on off* telah diatur, diperlukan pengujian secara langsung dengan menggunakan power supply kembali untuk mengetahui cara kerja dari rangkaian charger tersebut. Pengujian

ini dilakukan untuk memastikan bahwasanya alat telah bekerja dengan menggunakan perumpamaan power supply sebagai pengganti aki. Dari hasil pengujian ini, power supply yang difungsikan sebagai aki/baterai ini diatur secara perlahan hingga masuk ke tegangan maksimal yang telah ditentukan tadi, begitu pula ketika tegangan minimum. Ketika pengujian ini telah dilakukan terlihat bahwasanya charger telah otomatis memutus arus ketika tegangan pada power supply belum mencapai batas tegangan referensi yang telah ditentukan tadi dan ditandai dengan lampu led hijau yang menyala pada gambar tersebut, begitu pula ketika nilai tegangan minimum diatur, charger secara otomatis mengisi kembali ketika nilai tegangan pada power supply belum masuk pada tegangan referensi yang ditentukan tadi. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh komponen IC LM358 yang terlebih dahulu mengetahui batas tegangan tersebut.

4.1.3. Pengujian keseluruhan rangkaian

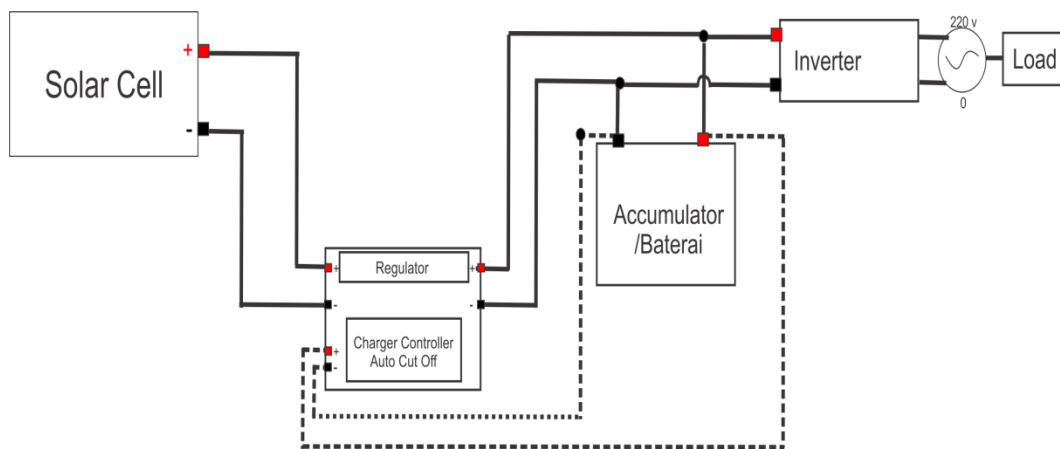
Setelah mengatur batas tegangan maksimum dan minimum pada charger, maka perlu diketahui spesifikasi baterai yang akan digunakan untuk di charge oleh solar cell dan charger *auto cut on off* ini. spesifikasi nya adalah sebagai berikut :

1. Merek : Accu GS Astra Honda
2. Tipe aki : lead-acid battery
3. Current time : 5 Ah
4. Voltage : 12V

Pengujian rangkaian secara keseluruhan merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui kerja dari rangkaian charger yang kemudian dapat diaplikasikan oleh solar cell secara langsung dan kemudian dihubungkan dengan

piranti lainnya seperti inverter dan beban listrik lainnya. Pengujian dilakukan selama 2 hari untuk diketahui nilai intensitas cahaya matahari yang diperoleh pada hari tersebut sehingga diketahui karakteristik dari rangkaian charger yang telah dirangkai tersebut.

Adapun skema yang digunakan dalam pengukuran rangkaian secara keseluruhan ini adalah dengan mengukur tegangan yang dihasilkan solar cell, kemudian diukur pula tegangan pada solar charger dan baterai yang dicharger. Untuk mengetahui keadaan *auto cut on off*, maka arus dari Solar charger juga akan diamati ketika tegangan pada baterai hampir didapati batas tegangan maksimum pada baterai tersebut.



Gambar 4. 9 Skema Pengukuran pada Rangkaian secara keseluruhan

Pengujian dilakukan bertempat di tempat tinggal penulis yaitu masjid al-ikhlas tamantirto, kasihan, Bantul, DIY. Dan diketahui beberapa nilai data yang tercatat berdasarkan waktu yang telah ditentukan, data yang akan dikemukakan adalah sebagai berikut :

- Pengujian dilakukan pada hari senin, tanggal 23 April 2018

Tabel 4. 2 Pengukuran rangkaian charger solar cell I

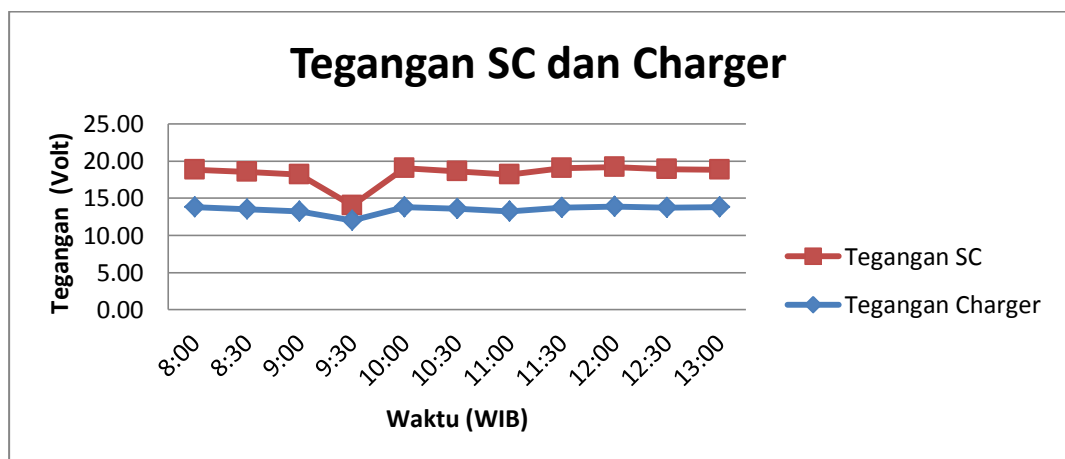
Waktu	Tegangan Output Solar Cell (Volt)	Tegangan Output Charger (Volt)	Arus Pengisian (Ampere)	Daya (Watt)	Tegangan Aki (Volt)
8:00	19.90	13.00	0.80	10.4	12.10
8:30	19.80	13.00	0.50	6.5	12.25
9:00	18.90	13.90	0.64	8.9	12.32
9:30	18.80	12.00	1.00	12.0	12.40
10:00	18.10	13.10	1.00	13.1	12.44
10:30	16.80	12.00	1.20	14.4	12.45
11:00	16.00	12.00	1.01	12.1	12.80
11:30	16.00	12.00	0.90	10.8	12.85
12:00	16.50	11.50	1.20	13.8	13.20
12:30	17.10	12.10	1.00	12.1	13.50
13:00	17.20	12.20	0.98	12.0	13.75
13:30	16.90	11.90	0.00	0.0	13.80
rata-rata	17.7	12.4	0.85	10.51	12.81

- Selasa, 24 April 2018

Tabel 4. 3 Pengukuran rangkaian charger solar cell II

Waktu	Tegangan Output Solar Cell (Volt)	Tegangan Output Charger (Volt)	Arus Pengisian (Ampere)	Daya (Watt)	Tegangan Aki (Volt)
8:00	18.80	13.80	0.74	10.2	11.90
8:30	18.50	13.50	0.73	9.9	12.00
9:00	18.20	13.20	0.80	10.6	12.10
9:30	14.00	12.00	0.70	8.4	12.30
10:00	19.00	14.00	0.80	11.2	12.35
10:30	18.60	13.60	1.20	16.3	12.50
11:00	18.20	13.20	1.00	13.2	12.80
11:30	19.00	14.00	1.10	15.4	13.00
12:00	19.70	14.50	1.00	14.5	13.30
12:30	18.90	13.70	1.00	13.7	13.60
13:00	18.80	13.80	0.00	0.0	13.80
rata-rata	18.3	13.6	0.82	11.21	12.70

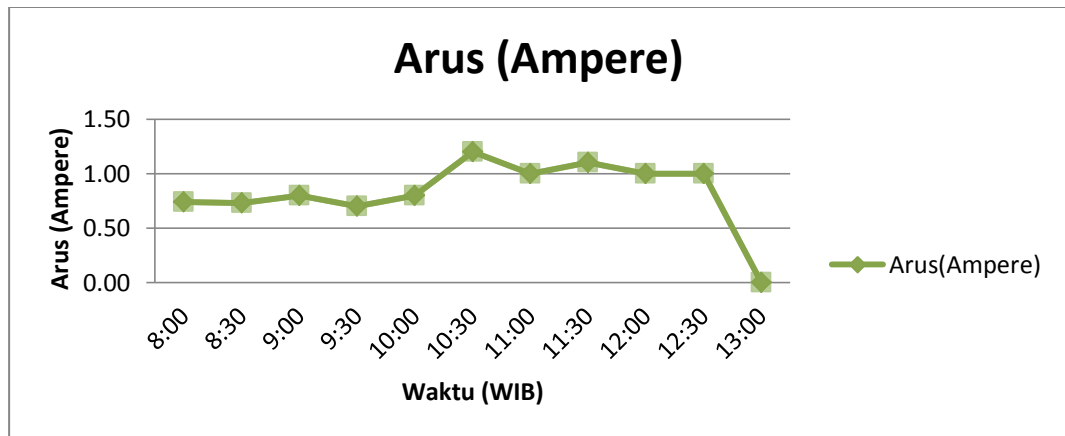
Dari data pengujian yang telah diamati, diketahui bahwasanya nilai daya terbesar adalah pada hari selasa tanggal 24 April 2018. Sehingga waktu pengisian aki lebih cepat dibandingkan pada hari sebelumnya. Hal ini dikarenakan pengaruh dari nilai intensitas cahaya matahari yang cukup baik pada waktu tersebut, sedangkan pada hari sebelumnya yaitu pada hari senin tanggal 23 april menghasilkan nilai tegangan yang masih belum maksimal dikarenakan cuaca sangat mendung sehingga nilai intensitas cahaya pada waktu tersebut sangat rendah. Pada data yang diperoleh, terlihat nilai daya tertinggi terjadi pada pukul 10:30 tanggal 24 April 2018 ketika matahari tepat diatas. Sehingga pada waktu tersebut nilai daya yang dihasilkan cukup tinggi. Oleh karena itu, pada gambar berikutnya akan dipaparkan masing-masing grafik indikator yang dihasilkan pada tanggal demikian



Gambar 4. 10 Grafik Tegangan SC dan Charger

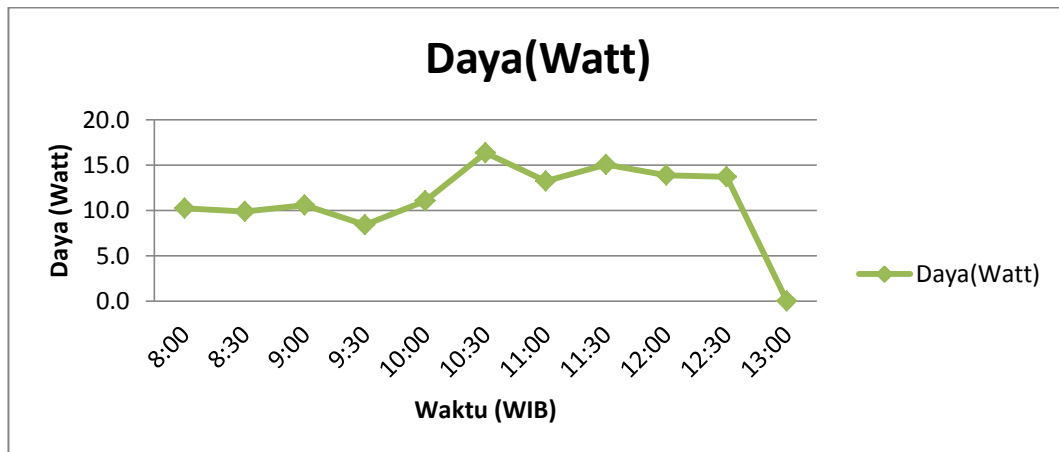
Nilai tegangan yang dihasilkan dipengaruhi waktu penjemuran solar cell ke matahari, dan didapati nilai tertinggi yaitu pada pukul 12:00 WIB yang mana nilai tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 19,20 Volt dan rata-rata dari tegangan

yang dihasilkan dari penjemuran solar cell adalah sebesar 18.3 Volt. Sedangkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh solar charger diwaktu yang sama sebesar 13,90 Volt dan rata-rata tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 13,5 Volt



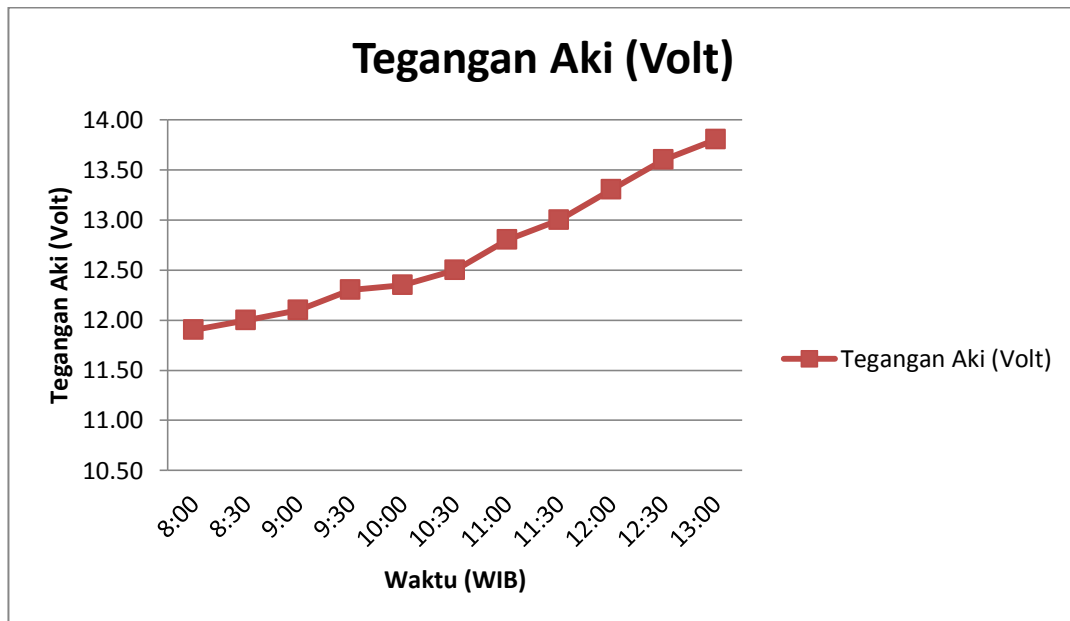
Gambar 4. 11 Grafik Arus Pengujian rangkaian keseluruhan

Pada pengamatan berikutnya diketahui nilai arus yang masuk dari charger ke aki/baterai. Dan didapati nilai arus tidak stabil, sedangkan nilai arus yang berada pada posisi puncak terletak pada pukul 10:30 yaitu sebesar 1.20 Ampere. Ketika aki pada posisi penuh, maka arus yang masuk ke dalam baterai otomatis terputus sehingga arus yang diketahui bernilai 0 ampere. Nilai arus tidak turun secara perlahan dikarenakan input dari solar cell tidak stabil disebabkan nilai intensitas cahaya yang diserap oleh solar cell bernilai relatif. Hal itu yang menyebabkan nilai arus langsung berada diposisi 0 ketika baterai telah penuh. Rata-rata arus yang dihasilkan selama pengisian baterai oleh solar cell dan charger adalah sebesar 0,82 Ampere



Gambar 4. 12 Grafik daya pengujian rangkaian keseluruhan

Sedangkan pada nilai daya yang dihasilkan diketahui puncak daya tertinggi yang dihasilkan oleh solar cell dan charger didapati pada pukul 10:30 yaitu menghasilkan daya sebesar 16,3 Watt sedangkan rata-rata yang dihasilkan oleh solar cell dan charger adalah sebesar 11,11 watt. Nilai daya yang dihasilkan pada rata-rata ini merupakan perkiraan untuk mengetahui lama pengisian baterai yang dilakukan oleh solar charger dari solar cell.



Gambar 4. 13 Grafik Tegangan Aki pengujian rangkaian keseluruhan

Nilai tegangan yang terukur oleh multimeter pada baterai didapati fluktuasi yang sangat perlahan akan tetapi nilai tegangan terus memuncak hingga pada batas akhir penuh baterai. Sehingga tegangan penuh yaitu sebesar 13,8 Volt pada baterai terjadi pada pukul 13:00 WIB.

Sehingga untuk melakukan pengisian baterai menggunakan solar cell 20 Wp atau 20 watt/jam yang dihubungkan menggunakan charger *auto cut on off* ini, membutuhkan waktu selama 5 jam pada aki sebesar 12 V 5Ah atau berkapasitas 60 Watt/Hour. Sedangkan apabila pada perhitungan sebenarnya, maka dibutuhkan hanya waktu 3 jam untuk melakukan pengisian aki dengan kapasitas tersebut, akan tetapi hal yang terjadi dilapangan perlu waktu selama 5 jam. Hal ini terjadi dikarenakan daya yang dihasilkan cenderung tidak stabil atau tidak konstan sehingga proses charging pada aki mengalami penurunan, Hal ini yang disebabkan

aki terisi penuh cukup lama jika dibandingkan berdasarkan perhitungan daya rata-rata yang dihasilkan oleh solar cell tersebut.



Gambar 4. 14 Dokumentasi Pengujian Keseluruhan rangkaian



Gambar 4. 15 Hasil Pengukuran

4.2. Keunggulan Hasil Perancangan

Dari hasil perancangan desain hingga hasil pengujian, keunggulan yang diperoleh dari rancangan tersebut adalah sebagai berikut :

- a.** Nilai ekonomis dari perancangan desain charger controller ini.
- b.** Rangkaian yang sederhana dapat digunakan dalam batas rentang tegangan yang cukup tinggi.
- c.** Memiliki pengaturan fleksibilitas yang baik dengan menyesuaikan batas tegangan minimum dan maksimum sesuai kemampuan baterai