

Konverter DC-DC Penstabil Tegangan Listrik Out Put Sel Surya Terhadap Perubahan Cahaya LED Ke Permukaan Sel Surya

***Parlindungan Pandapotan Marpaung**

***Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, Serpong Tangerang Selatan, Banten,
Indonesia**

E-mail: parlinpanda@gmail.com

ABSTRAK

Tegangan listrik searah/dc out put sel surya teregulasi akibat perubahan tenaga intensitas cahaya matahari menyinari permukaan sel surya, sehingga pada perlakuan penyimpanan tegangan listrik dc out put sel surya ke beban listrik eksternal penyimpanan energi (*energy saver*) menjadi tidak stabil. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun penambahan perangkat konverter dc-dc penstabil regulasi tegangan listrik dc out put sel surya terhubung ke beban listrik penyimpanan energi baterai hp. Pengujian terjadinya regulasi tegangan listrik dc out put sel surya dinyatakan parameter $V_{o(sel)}$ sebesar 5,79 volt s/d 5,15 volt dc dilakukan dengan cara merubah jarak penyinaran intensitas cahaya putih dari lampu LED ke permukaan sel surya. Metode penelitian penambahan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya menghasilkan parameter tegangan listrik dc out put dari perangkat konverter dc-dc stabil menjadi parameter $V_{o(konv.)} = 4,07$ volt. Hasil penelitian pengisian penyimpan energi pada baterai charge HP menggunakan (1) suplai sumber tegangan listrik out put tanpa konverter dc-dc parameter $V_{o(sel)}$ diperoleh hasil pengisian energi listrik beban baterai charge HP sebesar $W_{b1(bat.)} = 1,408$ watt.jam dan (2) Penggunaan suplai sumber tegangan listrik out put $V_{o(konv.)}$ dari konverter dc-dc menghasilkan pengisian energi listrik beban pengisian baterai charge hp mencapai sebesar $W_{b2(bat.)} = 1,426$ watt.jam. Terdapat perbedaan lama waktu hasil energi listrik mengisi baterai charge hp menggunakan suplai sumber tegangan listrik out put yang berasal dari regulator konverter dc-dc parameter $V_{o(konv.)}$ dibandingkan dengan sumber tegangan listrik out put tanpa menggunakan regulator konverter dc-dc.

Kata kunci: energi mekanik, rotor magnet, lilitan stator, fluks magnet

ABSTRACT

The DC output voltage of the solar cell is regulated due to changes in the intensity of sunlight shining on the surface of the solar cell, so that in the treatment of storing the DC output voltage of the solar cell to an external electrical load, energy storage (energy saver) becomes unstable. In this research, the design and construction of the addition of a dc-dc converter device to stabilize the voltage regulation of the dc power output of a solar cell is connected to an electric load for energy storage of a cellphone battery. Testing the occurrence of regulation of the dc output voltage of the solar cell stated that the $V_{o(cell)}$ parameter was 5.79 volts to 5.15 volts dc was carried out by changing the irradiation distance of the white light intensity from the LED lamp to the surface of the solar cell. The research method of adding a dc-dc converter device to the output part of the solar cell produces a stable dc-dc converter parameter $V_{o(conv.)} = 4.07$ volts. The results of the research on charging energy storage on HP charge batteries using (1) the supply of an output voltage source without a dc-dc converter parameter $V_{o(cell)}$ obtained the results of filling the electrical energy load of the HP charge battery at $W_{b1(bat.)} = 1.408$ watt.hours and (2) The use of a supply voltage source output $V_{o(conv.)}$ from the dc-dc converter results in charging the electric energy load for charging the battery charge hp reaching $W_{b2(bat.)} = 1.426$ watt.hours. There is a difference in the length of time the output of electrical energy fills the battery charge hp using an output voltage source supply originating from the dc-dc converter regulator parameter $V_{o(conv.)}$ compared to the output voltage source without using a dc-dc converter regulator.

Keywords: mechanical energy, magnetic rotor, stator winding, magnetic flux

PENDAHULUAN

Pembangkit Tistrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan tegangan listrik dc pada bagian out put sel surya saat intensitas tenaga cahaya matahari menyinari permukaan sel surya. Latar belakangnya adalah perubahan tenaga intensitas cahaya matahari menyinari permukaan sel surya menyebabkan terjadi regulasi tegangan listrik dc pada bagian out put sel surya menjadi tidak stabil atau berubah-ubah. Tegangan listrik dc out put sel surya yang teregulasi menjadi tidak stabil digunakan untuk mensuplai energi listrik ke penyimpanan energi (*energy saver*), antara lain penyimpanan energi akumulator atau aki dan penyimpanan energi baterai *hand phone* (HP). Selanjutnya hasil penyimpanan energi tersebut akan difungsikan untuk mensuplai tegangan listrik ke beban listrik eksternal lainnya. Hal ini tegangan out put sel surya berubah-ubah atau tidak stabil seiring dengan kondisi tenaga intensitas cahaya matahari yang menyinari permukaan sel surya. Apabila level tegangan listrik dc out put sel surya yang tidak stabil atau berubah-ubah tersebut digunakan mensuplai energi ke penyimpanan energi, maka dimungkinkan tegangan listriknya menjadi lebih kecil terhadap level tegangan listrik yang telah terisi atau tersimpan. Hal ini dapat menyebabkan arus listrik pengisian dari tegangan listrik dc out put sel surya yang berubah-ubah tersebut menjadi terhenti melalui menuju beban penyimpanan energi listrik tersebut. Pada penelitian ini dilakukan penambahan komponen regulator konverter dc-dc pada bagian out put sel surya untuk menghasilkan tegangan listrik dc out put menjadi stabil untuk digunakan mensuplai energi listrik ke penyimpanan energi baterai hp. Dengan demikian hasil level tegangan listrik dc berasal dari out put konverter dc-dc menjadi stabil atau tidak berubah terhadap tenaga intensitas cahaya yang menyinari permukaan sel surya menjadi lebih baik digunakan mensuplai energi listrik ke pengisian baterai hp.

Perumusan masalah penelitian ini dilakukan penetapan perubahan besarnya nilai tegangan listrik dc out put sel surya dengan cara menyinari permukaan sel surya menggunakan tenaga intensitas tenaga cahaya berasal dari lampu LED. Penetapan nilai variabel perubahan tegangan listrik dc out put sel surya menjadi data variabel tetap penelitian dilakukan dengan cara merubah jarak tertentu penyinaran tenaga cahaya lampu LED. Selanjutnya penambahan perangkat regulator konverter dc-dc pada bagian out put sel surya

menghasilkan tegangan listrik out put berasal dari konverter dc-dc menjadi stabil terhadap perubahan tenaga intensitas cahaya menyinari permukaan sel surya. Dengan demikian sumber tegangan listrik berasal dari out put regulator konverter dc-dc yang stabil dapat digunakan mensuplai energi listrik ke penyimpanan energi baterai hp. Hasil akhir penelitian diperoleh manfaat pengisian penyimpanan energi baterai hp yang menggunakan sumber tegangan listrik out put berasal dari konverter dc-dc yang stabil dibandingkan dengan sumber tegangan listrik berasal dari output sel surya yang tanpa menambahkan regulator konverter dc-dc.

Tujuan penelitian ini adalah penambahan perangkat regulator konverter dc-dc terhindar dari regulasi level tegangan listrik pada bagian out put sel surya digunakan mengisi energi listrik baterai charge hp yang terhindar dari pengaruh intensitas tenaga cahaya menyinari permukaan sel surya. Tegangan listrik out put dari konverter dc-dc menjadi stabil dan efektif digunakan mensuplai energi beban listrik pengisian baterai charge hp dibandingkan dengan penggunaan suplai tegangan listrik out put sel surya tanpa penambahan perangkat regulator konverter dc-dc.

TEORI PENDUKUNG

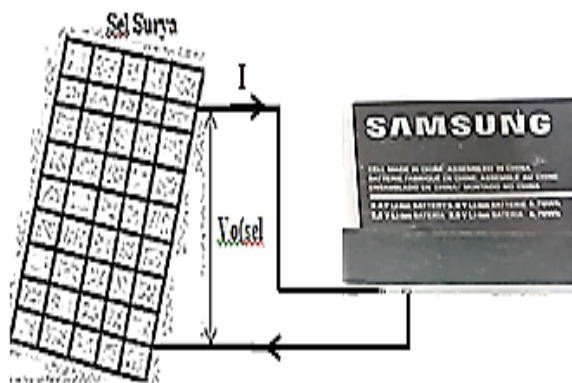
Pembangkit listrik adalah suatu sistem peralatan yang dapat mengkonversikan input suatu energi tenaga atau energi mekanik menjadi sumber energi listrik pada bagian outputnya. Pada pembangkit listrik tenaga sel surya (PLTS) intensitas tenaga cahaya matahari menyinari permukaan sel surya, maka energi foton cahaya dikonversikan oleh detektor fotovoltaiik material sel surya yang menghasilkan tegangan listrik searah/dc pada bagian outputnya. Pada sel surya terdapat sel fotovoltaiik berfungsi sebagai sensor untuk merubah intensitas energi foton radiasi sinar cahaya matahari menjadi tegangan listrik searah/dc listrik. Secara fisik panel sel surya tipe kapasitas 3 W (watt) diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fisik sel surya tipe 3 W (watt)
Spesifikasi parameter sel surya adalah sbb.:
Model : 3 watt
 P_m : 3 watt
 V_{mp} : 5,85 volt
 I_{mp} : 0,51 Ampere (A)
 I_{sc} : 610 mA = 0,61 A.

Baterai hp sebagai penyimpan energi listrik

Baterai penyimpan energi (*enrgy saver*) listrik searah/dc dalam kondisi baik, tetapi mengalami kekurangan energi listrik dapat dilakukan pengisian ulang atau *charging* muatan listrik dengan cara mengalirkan arus listrik pengisian. Skema rangkaian pembangkit listrik tenaga sel surya sebagai sumber tegangan listrik digunakan pengisi baterai charge pada Gambar 2.



Gambar 2. Tegangan listrik output sel surya pengisi baterai hp

Pada pengisian baterai hp dibutuhkan daya listrik listrik mensuplai tegangan listrik yang mengalirkan arus listrik pengisian baterai. Daya listrik sumber pengisi baterai charge berbanding lurus terhadap suplai tegangan listrik yang mengalirkan arus listrik pengisian ke beban listrik pengisian baterai.

Sumber cahaya lampu LED

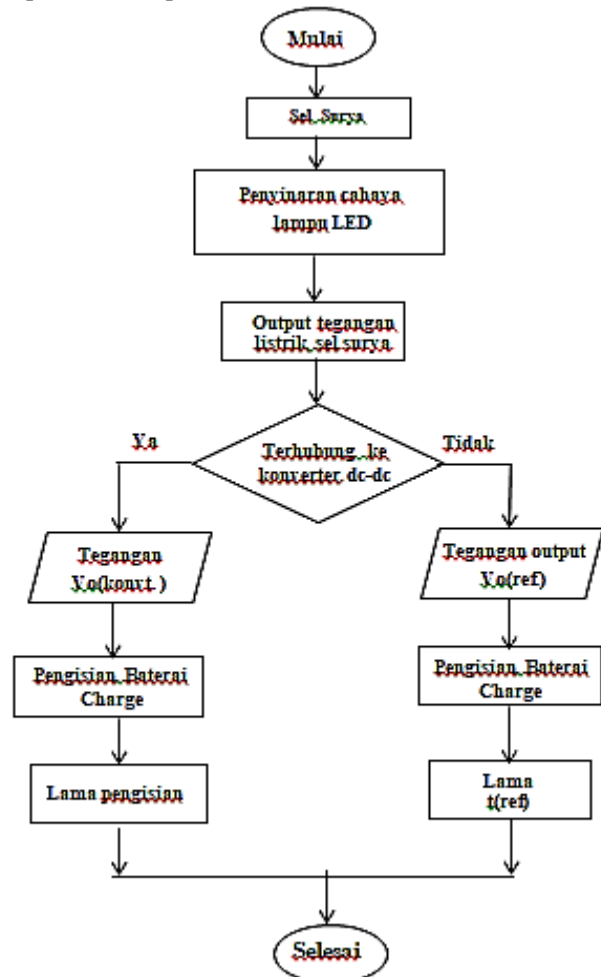
Salah satu sumber cahaya berasal dari lampu LED yang disuplai dengan sumber tegangan listrik 220 volt ac PLN. Adapun bentuk fisik lampu LED cahaya putih dengan kapasitas daya listrik 20 watt (W) diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Lampu LED cahaya putih daya listrik 20 watt

METODE PENELITIAN

Skematik diagram metode penelitian diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skematik diagram metodologi penelitian

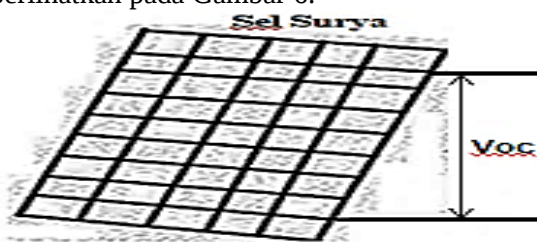
Data variable tetap penelitian adalah tegangan listrik output sel surya akibat perubahan penyinaran sinar cahaya ke permukaan sel surya dinyatakan parameter $V_{o(sel)}$ satuan volt dc. Besarnya nilai variabel tegangan $V_{o(sel)}$ diperoleh dengan cara merubah jarak tertentu menyinari permukaan sel surya menggunakan cahaya lampu LED yang menggantikan sumber tenaga cahaya matahari. Penyinaran permukaan sel surya berjarak $r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ meter}$ dari sumber cahaya LED diperlihatkan pada Gambar 5. Pengukuran tegangan listrik output sel surya tanpa beban menggunakan alat ukur voltmeter digital diperoleh hasil pengukuran $V_{oc(sel)} = 5,79 \text{ volt}$. Pengukuran arus listrik tanpa beban adalah arus listrik hubung singkat parameter I_{sc} menggunakan amper meter digital $I_{sc} = 5,2 \text{ (mA)} = 0,0052 \text{ A}$. Daya

listrik out put Poc dihitung menggunakan persamaan $Poc = Voc \times Isc = 5,79 \text{ volt} \times 0,0052 = 0,0301 \text{ watt}$.



Gambar 5. Penyinaran cahaya lampu LED berjarak $r = 0,10$ meter

Perubahan jarak cahaya lampu LED menyinari permukaan sel surya mencapai sebesar $r = 25 \text{ cm} = 0,25$ meter terjadi perubahan tegangan listrik out put sel surya menjadi sebesar $Voc_{(sel)} = 5,15 \text{ volt}$. Skematik diagram rangkaian tegangan listrik output searah/dc sel surya dinyatakan parameter Voc diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Skematik tegangan out put Voc

Perubahan jarak r penyinaran cahaya lampu LED ke permukaan sel surya pada Tabel 1. Hasil tegangan listrik out put $Voc_{(sel)}$ tidak stabil terhadap perubahan tenaga intensitas cahaya ke permukaan sel surya.

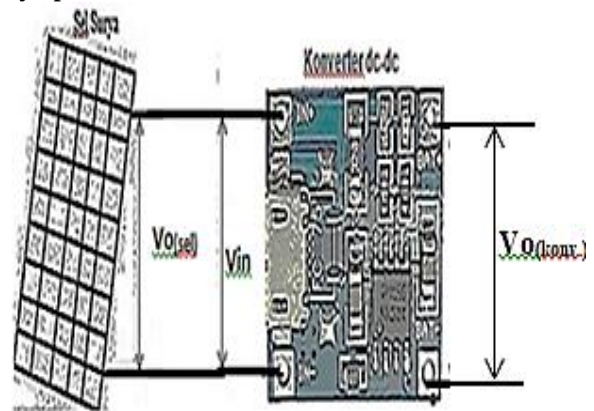
Tabel 1. Hasil tegangan Voc dan arus Isc

Jarak penyinaran	Tegangan out put	Arus listrik
r	$Voc_{(sel)}$	Isc
0,10 m	5,79 volt	0,0052 A
0,25 m	5,15 volt	0,0027 A

Penambahan regulator konverter dc-dc

Pengujian besarnya nilai parameter input konverter dc-dc dinyatakan parameter Vin berasal dari kondisi perubahan $Voc_{(sel)1} = 5,79 \text{ volt}$ menjadi $Voc_{(sel)2} = 5,15 \text{ volt}$. Pengukuran tegangan listrik output konverter dc-dc dinyatakan parameter $Vo_{(konv.)}$ tidak mengalami perubahan atau stabil

sebesar $Vo_{(konv.)} = 4,08 \text{ volt}$. Skematik diagram rangkaian listrik pengganti penambahan perangkat regulator konverter dc-dc pada bagian out put sel surya pada Gambar 7.



Gambar 7. Skematik tegangan out put $Vo_{(konv.)}$

Rekapitulasi hasil pengukuran tegangan $Vo_{(konv.)}$ kondisi stabil untuk perubahan tegangan out put sel surya, yaitu $Voc_{(sel)}$ tersebut pada Tabel 2.

Tabel 2. Tegangan $Vo_{(konv.)}$ dalam kondisi stabil pada perubahan Voc

Jarak penyinaran	Tegangan out put sel surya	Tegangan out put konverter
R	Voc	$Vo_{(konv.)}$
0,10 m	5,79 volt	4,07 volt
0,25 m	5,15 volt	4,08 volt

Tegangan $Voc_{(sel)}$ pengisi baterai charge HP

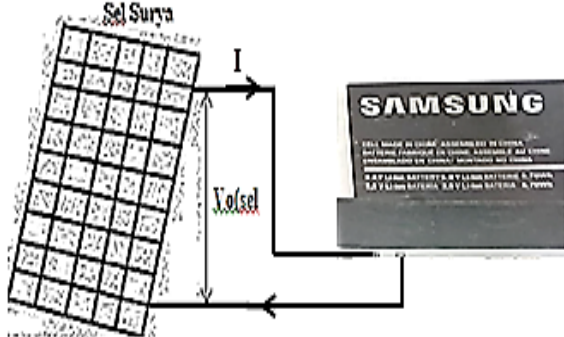
Spesifikasi level tegangan baterai HP dalam kondisi normal adalah tegangan baterai maksimum dinyatakan parameter $V_{(max.bat.)} = 3,6 \text{ volt}$ dan kapasitas lama arus maksimum adalah $C_{(A.h)} = 500 \text{ mA.jam}$ dengan lama kapasitas energi listrik baterai, sbb.: $W_{max.(bat.)} = V_{(max.bat.)} \times C_{(A.h)} = 3,6 \text{ (volt)} \times 500 \text{ (mA.jam)} = (1800 \text{ milli-watt.jam)} = 1,8 \text{ watt.jam} = 1,8 \text{ W.h}$. Rekapitulasi lama kapasitas energi listrik pengisian baterai HP mencapai kondisi maksimum atau penuh pada Tabel 3.

Tabel 3. Lama kapasitas energi listrik baterai kondisi maksimum

Level tegangan baterai maksimum	Lama kapasitas arus	Lama kapasitas energi maksimum
$V_{(max.bat.)}$	$C_{(A.h)}$	$W_{max.(bat.)}$

3,6 volt	0,5 A.h	1,8 watt.jam
----------	---------	--------------

Skematik diagram tegangan out put sel surya terhubung ke beban pengisian baterai HP diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Skematik tegangan $V_{oc(sel)}$ terhubung ke baterai charge HP

Lama kapasitas energi listrik pengisian baterai charge HP adalah

$W_{01(bat.)} = V_{1(bat.)} \times C_{(A.h)} = 2,816 \text{ volt} \times 0,5 \text{ A.h} = 1,408 \text{ W.h} = 1,408 \text{ watt.jam}$. Rekapitulasi data parameter $V_{1(bat.)}$ dan $W_{01(bat.)}$ pada Tabel 4.

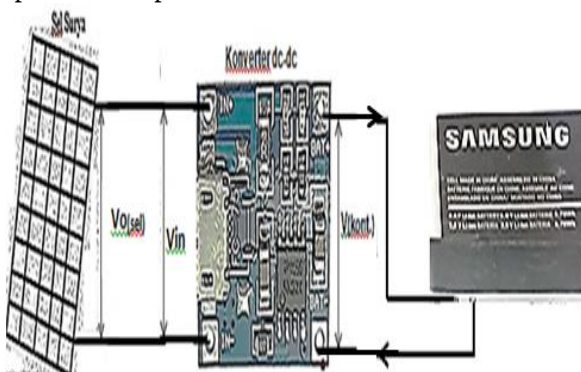
Tabel 4. Rekapitulasi nilai $V_{1(bat.)}$ dan $W_{1(bat.)}$

Tegangan pengisian baterai	Tegangan baterai terisi	Kapasitas arus pengisian baterai	Energi baterai terisi
$V_{oc(sel)}$	$V_{1(bat.)}$	$C_{(A.h)bat}$	$W_{01(bat.)}$
5,79 volt	2,816 volt	0,5 A.h	1,408 watt.jam

$$\% \text{ Pengisian baterai} = \frac{W_{01(bat.)}}{W_{\max(bat.)}} \times 100 \% = \frac{1,408}{1,8} \times 100 \% = 78,2 \%$$

Tegangan $V_{o(konv.)}$ pengisi baterai charge HP

Skematik diagram penambahan perangkat konverter dc-dc ke bagian out put sel surya diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skematik tegangan $V_{o(konv.)}$ terhubung ke baterai charge HP

Tegangan listrik out put konverter dc-dc $V_{o(konv.)} = 4,07 \text{ volt}$ mengalirkan arus listrik menuju ke baterai charge HP sebesar $I_{o(konv.)} = 5,2 \text{ mA}$ yang mencapai tegangan baterai charge HP sebesar $V_{2(bat.)} = 2,852 \text{ volt}$. Lama kapasitas energi listrik pengisian baterai charge HP adalah, sbb.:

$W_{02(bat.)} = V_{2(bat.)} \times C_{(A.h)} = 2,852 \text{ volt} \times 0,5 \text{ A.h} = 1,426 \text{ W.h} = 1,426 \text{ watt.jam (W.h)}$. Rekapitulasi data parameter $V_{2(bat.)}$ dan $W_{02(bat.)}$ pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi nilai $V_{2(bat.)}$ dan $W_{2(bat.)}$

Tegangan pengisian baterai	Tegangan baterai terisi	Kapasitas arus pengisian baterai	Energi baterai terisi
$V_{o(konv.)}$	$V_{2(bat.)}$	$C_{(A.h)bat}$	$W_{02(bat.)}$
4,07 volt	2,852 volt	0,5 A.h	1,426 watt.jam

$$\% \text{ Pengisian baterai} = \frac{W_{02(bat.)}}{W_{\max(bat.)}} \times 100 \% = \frac{1,426}{1,8} \times 100 \% = 79,2 \%$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perbedaan hasil tegangan out put $V_{o(konv.)}$ perangkat konverter dc-dc terhadap hasil tegangan $V_{oc(sel)}$ pada perubahan tenaga sinar cahaya lampu LED menyinari permukaan sel surya diperlihatkan pada Tabel 6. Level tegangan $V_{o(konv.)}$ mengalami penurunan tetapi stabil atau konstan sebesar $V_{o(konv.)} = 4,07 \text{ volt}$ s/d $4,08 \text{ volt}$ yang tidak mengalami perubahan dan masih lebih besar digunakan mensuplai beban listrik pengisian baterai charge HP kondisi normal $V_{(bat.)} = 3,6 \text{ volt}$.

Tabel 6. Perbedaan hasil tegangan out put $V_{o(konv.)}$ terhadap $V_{oc(sel)}$

Jarak penyinaran	Tegangan listrik out put sel surya	Tegangan listrik out put konverter
r	$V_{oc(sel)}$	$V_{o(konv.)}$
0,10 m	5,79 volt	4,07 s/d
0,25 m	5,15 volt	4,08 volt

Pengisian baterai charge HP di suplai tegangan $V_{o(sel)}$ sel surya tanpa konverter dc-dc diperoleh hasil tegangan baterai terisi $V_{1(bat.)} = 2,816 \text{ volt}$ dengan energi listrik sebesar $W_{01(bat.)} = 1,408 \text{ watt.jam}$, sedangkan di suplai menggunakan tegangan $V_{o(konv.)}$

diperoleh hasil tegangan baterai terisi $V_{2(bat)} = 2,852$ volt dengan energi listrik mencapai sebesar $W_{02(bat)} = 1,426$ watt.jam. Rekapitulasi hasil tegangan baterai terisi $V_{(bat)}$ dan energi listrik baterai terisi $W_{(bat)}$ yang di suplai dengan masing-masing suplai tegangan $V_{o(sel)}$ sel surya dengan suplai tegangan $V_{o(konv.)}$ konverter dc-dc diperlihatkan pada data Tabel 7.

Tabel 7. Energi listrik baterai telah terisi di suplai tegangan $V_{o(sel)}$ dan $V_{o(konv.)}$

Hasil pengisian baterai		Kapasitas arus pengisian baterai	Energi baterai terisi
Suplai pengisi baterai	Tegangan baterai terisi	$C_{(A.h)bat}$	$W_{0(bat)}$
$V_{o(sel)}$	2,816 volt	0,5 A.h	1,408 watt.jam
$V_{o(konv.)}$	2,852 volt		1,426 watt.jam

Besarnya nilai hasil % pengisian baterai charge HP telah terisi menggunakan masing-masing suplai tegangan pengisi baterai charge HP parameter $V_{o(sel)}$ sel surya dengan $V_{o(konv.)}$ konverter dc-dc diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai persen (%) energi baterai yang telah terisi

Parameter suplai pengisi baterai	Tegangan baterai terisi	Energi baterai terisi	Persen (%) energi baterai terisi
$V_{o(sel)}$	2,816 volt	1,408 watt.jam	78,2 %
$V_{o(konv.)}$	2,852 volt	1,426 watt.jam	79,2 %

Besarnya nilai persen (%) energi listrik hasil pengisian baterai charge HP menggunakan perangkat konverter dc-dc lebih efisien terhadap energi listrik menggunakan out put sel surya yang tanpa penambahan konverter dc-dc.

KESIMPULAN

Tegangan out put sel surya berubah dari kondisi $V_{oc(sel)} = 5,15$ volt menjadi sebesar $V_{oc(sel)} = 5,79$ volt terhadap perubahan intensitas tenaga cahaya menyinari permukaan sel surya. Penambahan perangkat konverter dc-dc pada

perubahan $V_{oc(sel)}$ secara bergantian terhubung ke perangkat konverter dc-dc menghasilkan tegangan listrik out put konverter dc-dc tetap stabil sebesar $V_{o(konv.)} = 4,07$ volt. Dengan demikian tegangan listrik out put menjadi stabil atau konstan sebesar $V_{o(konv.)} = 4,07$ volt terhadap regulasi tegangan out sel surya. Tegangan listrik out put konverter dc-dc yang stabil, konstan dan terhindar dari regulasi tegangan menjadi lebih efektif digunakan mensuplai pengisian baterai HP. Hasil tegangan listrik $V_{o(konv.)}$ stabil digunakan mengisi energi listrik baterai HP mencapai $W_{01(bat.)} = 1,408$ watt.jam menjadi lebih efektif dibandingkan menggunakan tegangan $V_{o(konv.)}$ mencapai $W_{02(bat.)} = 1,426$ watt.jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Martawati, 2018, Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya, Jurnal ELTEK, Vol.16,ISSN.1693-4024.
- Hilmansyah, dkk, 2017, Optimalisasi Intensitas Cahaya pada Luas Permukaan Solar Cell, JURNAL TEKNOLOGI TERPADU Vol. 5 No.1, pp. 90-95.
- Ullin D.,dkk, HUBUNGAN ANTARA TEGANGAN DAN INTENSITAS CAHAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI FLUORESCENT JENIS SL DAN LED, Teknik Elektro, Universitas Brawijaya.
- Parlindungan P. Marpaung, dkk, 2015, Effectiveness of Photovoltaic Solar Cells against Light Wavelength by Irradiating Method of R-G-B Lamp, Jurnal IPTEK, Vol. 9 No. 1.
- R..Magrissa 2020, Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono Crystalline Silikon Sel Solar.
- Haris R., Budiyanto, Pemanfaatan Intensitas Radiasi Cahaya Lampu dengan Reflektor Panel Surya sebagai Energi Harvesting, Jurnal RESISTOR, Vol. 3 No. 2, pp.45-56.
- <https://pendidikan.co.id/pengertian-sel-surya-jenis-struktur-rangkaian-dan-prinsip/>
- Haris R., dkk, Pemanfaatan Intensitas Radiasi Cahaya Lampu dengan Reflektor Panel Surya sebagai Energi Harvesting, Jurnal RESISTOR, Vol.3, pp.45-56.