



Efisiensi Daya Sel Surya Menggunakan Konverter DC-DC Mensuplai Beban Listrik

Parlindungan Pandapotan Marpaung

Prodi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: parlinpanda1959@gmail.com

Abstract

The maximum solar cell power capacity without load parameter $P_{m(no-load)} = 0.4$ watts is used to supply an external electrical load with a resistor R in ohms. Irradiation of the solar cell surface area during the day in bright sunlight supplies an electrical load with a resistor $R = 100 \Omega$ which absorbs solar cell power with parameters $P_{sel(R)} = 0.09$ watts. The power efficiency of a solar cell loaded with a resistor R is expressed as the parameter $eff_{sel(R)}$ which is the result of a comparison between the power $P_{sel(R)} = 0.09$ watts and the power $P_{m(no-load)}$ resulting in a value of $eff_{sel(R)} = 22.5\%$. Achieving solar cell to more effectively supply a resistor load of $R = 100 \Omega$ is efficiency done by adding a parallel FC-75 type dc-dc buck converter device to the solar cell output. Test results: The input power of the FC-75 dc-dc buck converter is $P_{i(conv.)} = 0.178$ watts. The resistor load R absorbs the output power $P_{o(conv.(R))} = 0.078$ watts. The power efficiency of solar cells using a dc-dc buck converter is expressed as the $eff_{sel(conv.)}$ parameter. The results of the comparison between the power $P_{o(conv.(R))}$ and the power $P_{i(conv.)}$ reach 43.82%. The achieved power efficiency results for solar cells supplying resistor load R using a dc-dc buck converter are $eff_{sel(conv.)} = 43.82\%$, which is greater than $eff_{sel(R)} = 22.5\%$.

Keywords: DC-DC Converter, Electrical Load, Buck Converter, Efficiency

Abstrak

Kapasitas daya sel surya maksimum tanpa beban parameter $P_{m(no-load)} = 0,4$ watt digunakan mensuplai beban listrik eksternal resistor R satuan ohm. Penyinaran luas permukaan sel surya siang hari kondisi sinar cahaya matahari terang mensuplai beban listrik resistor $R = 100 \Omega$ yang menyerap daya sel surya parameter $P_{sel(R)} = 0,09$ watt. Efisiensi daya sel surya terbebani resistor R dinyatakan parameter $eff_{sel(R)}$ adalah hasil perbandingan antara daya $P_{sel(R)} = 0,09$ watt terhadap daya $P_{m(no-load)}$ menghasilkan nilai $eff_{sel(R)} = 22,5\%$. Capaian efisiensi sel surya lebih efektif mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ dilakukan menambahkan perangkat *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 paralel pada out put sel surya. Hasil pengujian daya input *buck* konverter dc-dc FC-75 sebesar $P_{i(konv.)} = 0,178$ watt beban resistor R menyerap daya out put $P_{o(konv.(R))} = 0,078$ watt. Efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc dinyatakan parameter $eff_{sel(konv.)}$ diperoleh hasil perbandingan antara daya $P_{o(konv.(R))}$ terhadap daya $P_{i(konv.)}$ mencapai 43,82%. Capaian hasil efisiensi daya sel surya mensuplai beban resistor R dengan menggunakan *buck* konverter dc-dc sebesar $eff_{sel(konv.)} = 43,82\%$ menjadi lebih besar dari pada $eff_{sel(R)} = 22,5\%$.

Kata Kunci: Konverter DC-DC, Beban Listrik, *Buck* Konverter, Efisiensi

1. PENDAHULUAN

Sumber tegangan listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik umumnya digunakan mensuplai daya pada beban listrik. Banyak jenis pembangkit listrik menghasilkan sumber tegangan listrik digunakan mensuplai daya listrik pada beban listrik eksternal. Adapun pembangkit listrik memanfaatkan sumber energi tenaga matahari sangat cocok digunakan pada daerah tropis yang banyak yang banyak tersedia daerah tropis seperti negara Indonesia. Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan sel surya untuk

mengkonversikan energi tenaga cahaya matahari menjadi energi listrik. Salah satu jenis pembangkit listrik menghasilkan tegangan listrik out put adalah pembangkit listrik tenaga surya/matahari yang memanfaatkan intensitas tenaga cahaya matahari sebagai energi alternatif dikonversikan menjadi energi listrik. Latar belakang penelitian perubahan intensitas tenaga cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya menyebabkan terjadinya tegangan out put sel surya seiring perubahan daya sel surya. [2],[3]. Pada penelitian dilakukan pengujian hasil tegangan listrik out put sel surya secara langsung digunakan mensuplai daya listrik pada beban resistor R dalam satuan ohm dan nilai efisiensi daya sel surya yang diserap oleh beban listrik resistor.[4]. Berikutnya dilakukan pengujian efisiensi daya sel surya dengan cara menambahkan perangkat *buck* konverter dc-dc terhubung paralel out put sel surya untuk mensuplai beban listrik resistor R tersebut. Hal ini beban resistor R menyerap daya sel surya melalui perantara dari out put perangkat *buck* konverter dc-dc untuk menghasilkan efisiensi daya sel surya mensuplai beban listrik resistor R tersebut. Capaian hasil penelitian diperoleh perbandingan nilai efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter terhadap efisiensi daya sel surya tanpa menggunakan *buck* konverter untuk mensuplai beban resistor R.

Perumusan masalahnya adalah sumber tegangan listrik out put sel surya yang dihasilkan berubah menjadi turun saat terjadi perubahan tenaga cahaya matahari dalam kondisi cahaya terang menjadi redup tertutup oleh awan menyinari luas permukaan sel surya. Sehingga hasil level tegangan listrik out put sel surya kondisi tidak stabil atau berubah-ubah menyebabkan daya sel surya mensuplai beban listrik eksternal kurang efisien.[6]. Tahapan penelitian dilakukan pengujian parameter tegangan out put sel surya yang berubah-ubah terhadap perubahan tenaga cahaya matahari yang menyinari luas permukaan sel surya untuk mensuplai beban listrik eksternal. Pada penelitian ini dilakukan pengujian hasil tegangan out put secara langsung mensuplai beban listrik resistor R dalam satuan ohm dan menentukan efisiensi daya sel surya. Kemudian dilakukan pengujian menambahkan perangkat *buck converter dc-dc* pada bagian out put sel surya mensuplai ke beban listrik resistor R menentukan apakah terjadi perubahan hasil efisiensi daya sel surya. Capaian hasil daya sel surya lebih efisien mensuplai beban resistor R diperoleh dengan membandingkan perbedaan hasil efisiensi daya out put sel surya menggunakan *buck converter dc-dc* mensuplai resistor R terhadap hasil efisiensi daya out put sel surya tanpa menggunakan *buck converter dc-dc*.

Tujuan penelitian membangkitkan tegangan out put sel surya mensuplai beban listrik eksternal resistor R yang menghasilkan efisiensi daya sel surya dengan dua (2) cara, yaitu hasil efisiensi daya sel surya diperoleh dari tegangan out put sel surya secara langsung mensuplai beban resistor R dan hasil efisiensi daya sel surya menggunakan tegangan out put berasal dari *buck converter dc-dc* yang terhubung pada bagian out put sel surya untuk mensuplai beban resistor R tersebut.

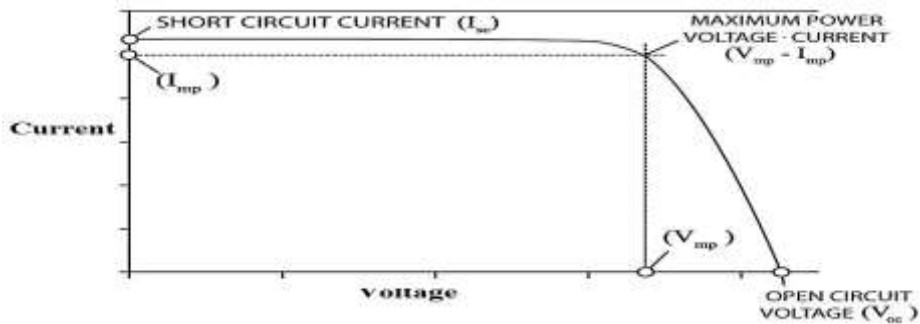
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada panel sel surya terdapat sensor cahaya sel fotovoltaik berfungsi merubah energi foton radiasi cahaya matahari menjadi listrik. Pada penelitian ini digunakan pembangkit listrik tenaga surya/matahari menggunakan perangkat sel surya menghasilkan tegangan listrik out put saat dilakukan penyinaran intensitas cahaya matahari pada luas permukaan sel surya. Bentuk fisik perangkat sel surya yang digunakan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fisik panel sel surya kapasitas daya 0,4 W

Kurva karakteristik parameter kelistrikan output dari setiap bagian material fotovoltaik sel surya seperti pada Gambar 2.[7].



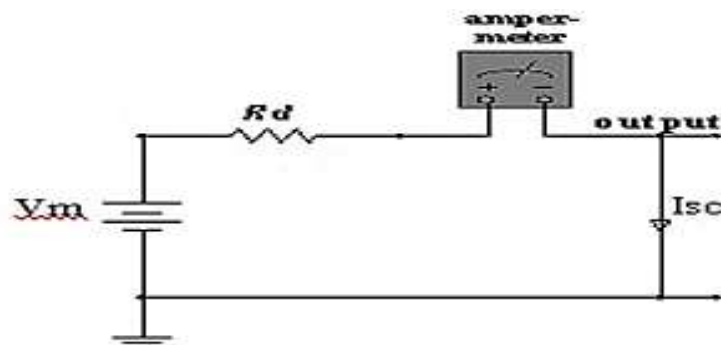
Gambar 2. Karakteristik parameter kelistrikan output sel fotovoltaik

Spesifikasi data pabrikan parameter output sel surya kondisi maksimum tanpa beban listrik eksternal atau rangkaian terbuka (*open circuit*) parameter P_m pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Spesifikasi data pabrikan sel surya

Tegangan maksimum	Arus <i>short circuit</i>	Daya listrik maksimum
$V_{m(sel)}$	I_m	$P_{m(sel)}$
5,0 volt	0,08 amper	0,4 watt

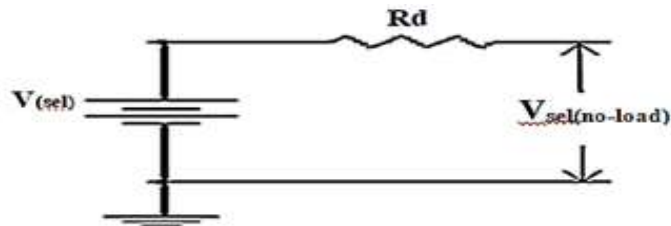
Analisis rangkaian listrik pengganti arus listrik hubung singkat (*short circuit*) pada bagian output sel surya yang menghasilkan tegangan output dinyatakan parameter I_{sc} pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian listrik pengganti arus listrik hubung singkat

Parameter resistansi dalam sel surya adalah parameter R_d satuan ohm kondisi output sel surya hubung singkat (*short circuit*) memiliki parameter $I_{sc} = 51 \text{ mA} = 0,51 \text{ amper (A)}$ terhubung seri dengan tegangan maksimum V_m . Nilai tahanan dalam parameter R_d terhadap parameter V_m dan I_{sc} sel surya di hitung menggunakan persamaan $R_d = \frac{V_m}{I_{sc}} =$

$\frac{5,0}{0,51} = 9,8 \text{ Ohm}$. Rangkaian listrik pengganti hasil tegangan out put sel surya tanpa beban atau rangkaian terbuka (*open circuit*) parameter $V_{sel(no-load)}$ pada Gambar 4.



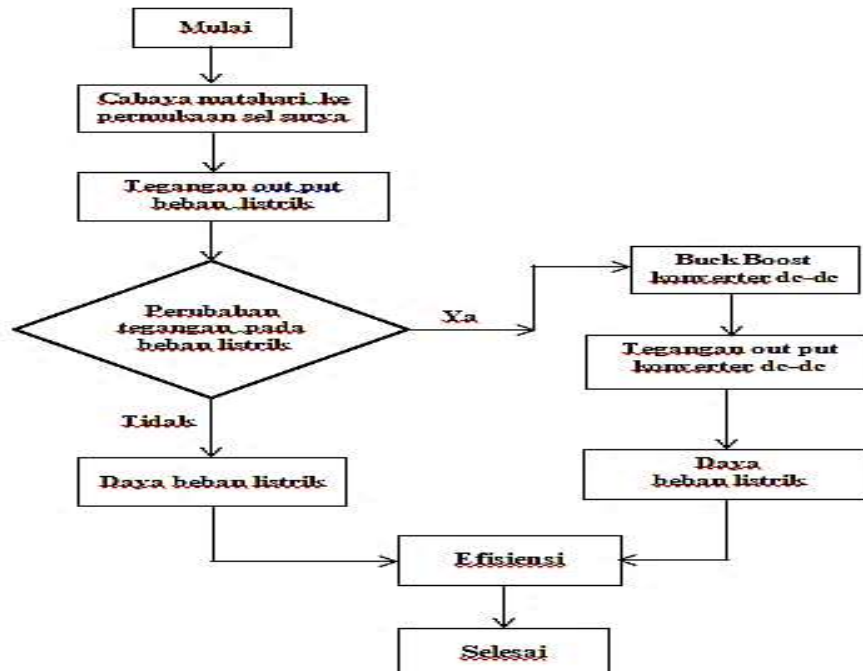
Gambar 4. Skema rangkaian listrik pengganti sumber tegangan sel surya

Karakterisasi sel surya menghasilkan tegangan out put tanpa beban (*no-load*) parameter $V_{O(no-load)}$ dengan cara melakukan penyinaran luas permukaan sel surya dengan intensitas cahaya matahari. Pada Gambar 3.4 skematik penyinaran luas permukaan sel surya menghasilkan tegangan out put tanpa beban eksternal pada Gambar 5.



Gambar 5. Penyinaran cahaya matahari pada luas permukaan sel surya

Skematik diagram balok metode penelitian pada Gambar 6.



Gambar 6. Skematik blok diagram metoda penelitian

Hasil tegangan out put sel surya parameter $V_{O(sel)}$ sebagai sumber tegangan searah/dc digunakan mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ dengan cara sbb.: (1) Secara langsung mensuplai beban resistor R tanpa menggunakan konverter dc-dc dan (2) Menambahkan perangkat konverter dc-dc berfungsi sebagai perantara mensuplai daya beban resistor.

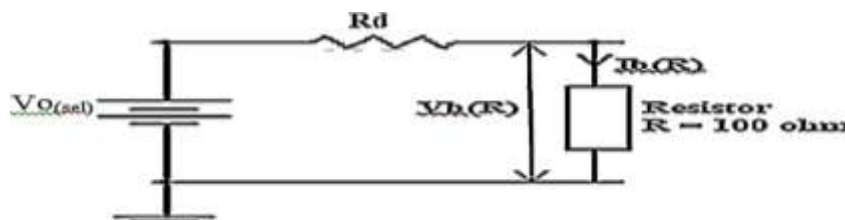
2.1 Tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R

Perolehan parameter variabel tetap penelitian melakukan pengujian menyinari luas permukaan sel surya dengan intensitas cahaya matahari yang menghasilkan sumber tegangan out put sel surya. Hasil tegangan out put sel surya parameter $V_{O(sel)}$ digunakan mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ dinyatakan parameter $V_{sel(R)}$ pada Gambar 7. Kemudian hasil tegangan pada beban resistor R dinyatakan parameter $V_{b(R)}$ dan arus listrik mengalir melalui resistor R dinyatakan parameter $I_{b(R)}$.



Gambar 7. Tegangan $V_{O(sel)}$ mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$

Skematik rangkaian listrik parameter $V_{O(sel)}$, $V_{b(R)}$ dan arus $I_{b(R)}$ pada Gambar 3.9.



Gambar 8. Rangkaian listrik pengganti $V_{O(sel)}$ terbebani resistor R

Keterangan:

$V_{b(R)}$ = tegangan pada beban resistor (R), satuan volt (V)

$I_{b(R)}$ = arus listrik melalui beban resistor, satuan ampere (A)

Pengujian intensitas sinar cahaya matahari pada siang hari kondisi terang menyinari luas permukaan sel surya yang menghasilkan tegangan out put sel surya pada tegangan beban resistor R dinyatakan parameter $V_{b1(R)} = 3,149$ volt pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil tegangan out put sel surya pada tegangan beban resistor $V_{b1(R)}$

Kemudian nilai arus listrik melalui beban resistor R dinyatakan parameter $I_{b(R)}$ di hitung dengan menggunakan persamaan $I_{b(R)} = \frac{V_{O(sel)rata2}}{R} = \frac{3,0}{100} = 0,03$ ampere (A). Daya listrik out put sel surya diserap oleh beban resistor R dinyatakan parameter $P_{b(R)}$ dihitung menggunakan persamaan $P_{b(R)} = V_{b(R)rata2} \times I_{b(R)} = 3,0 \text{ volt} \times 0,03 = 0,09$ watt. Rekapitulasi daya sel surya diserap oleh daya pada beban resistor R pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya sel surya diserap oleh daya beban resistor $P_{b(R)}$

Resistor R	$V_{b(R)rata2}$	$I_{b(R)}$	$P_{b(R)}$
100 ohm	3,0 volt	0,03 amper	0,09 watt

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R dinyatakan parameter $V_{sel(R)}$ terhubung paralel $V_{b(R)rata2}$, maka nilai $V_{sel(R)} = V_{b(R)rata2} = 3,0$ volt. Daya sel surya diserap oleh daya beban resistor adalah parameter $P_{sel(R)} = P_{b(R)} = 0,09$ watt. Rekapitulasi tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ terdiri dari parameter tegangan $V_{sel(R)}$, arus $I_{sel(R)}$ dan daya $P_{sel(R)}$ diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya out put sel surya mensulai beban resistor R

$V_{sel(R)}$	$I_{sel(R)}$	$P_{sel(R)}$
3,0 volt	0,03 amper	0,09 watt

Pada penelitian ini perangkat sel surya memiliki daya sel surya maksimum tanpa beban parameter $P_{m(no-load)} = 0,4$ watt menghasilkan tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R yang menyerap daya sel surya sebesar $P_{sel(R)} = 0,09$ watt. Hasil perbandingan nilai $P_{sel(R)}$ terhadap nilai daya maksimum $P_{m(no-load)}$ menghasilkan efisiensi daya sel surya terbebani oleh resistor R di hitung menggunakan persamaan:

$$Eff_{sel(R)} = \frac{P_{sel(R)}}{P_{m(no-load)}} \times 100 \% = \frac{0,09 \text{ watt}}{0,4 \text{ watt}} \times 100 \% = 22,5 \%$$

$$Eff_{sel(R)} = 22,5 \%$$

Rekapitulasi efisiensi daya sel surya beban resistor R parameter $eff_{sel(R)}$ pada Tabel 4.

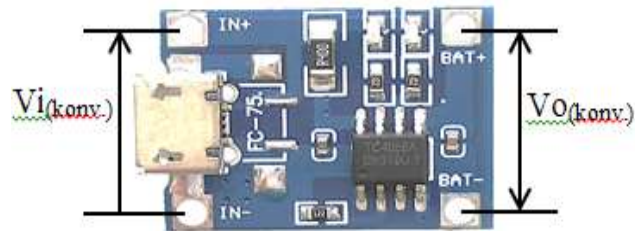
Tabel 4. Efisiensi daya sel surya terbebani resistor $R = 100 \Omega$

Daya sel surya tanpa beban	Daya out put sel surya beban R	Efisiensi daya sel surya
$P_{m(no-load)}$	$P_{sel(R)}$	$Eff_{sel(R)}$
0,4 watt	0,09 watt	22,5%

Hasil nilai efisiensi daya sel surya parameter $eff_{sel(R)} = 22,5\%$ tersebut terkait dengan nilai tegangan dan daya diserap pada resistansi R_d dan faktor sensitifitas sel surya terhadap pengaruh perubahan intensitas cahaya matahari yang menyinari luas permukaan sel surya.

3.1 Tegangan sel surya dengan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban R

Untuk itu pada penelitian ini dilakukan menambahkan perangkat konverter dc-dc FC-75 terhubung ke bagian out put sel surya untuk mensuplai beban listrik resistor R. Bentuk fisik perangkat konverter dc-dc tipe FC-75 pada Gambar 10.



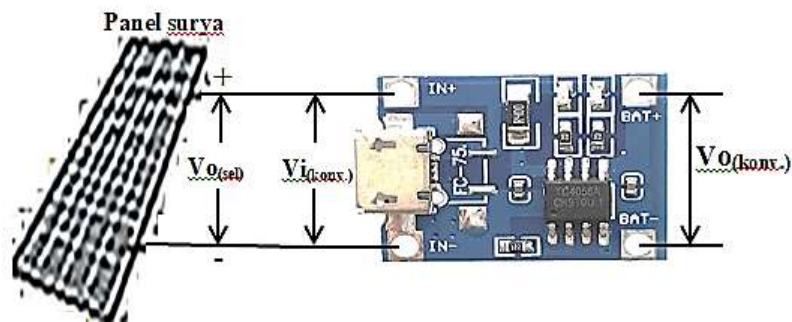
Gambar 10. Bentuk fisik konverter dc-dc tipe FC-75

Keterangan:

$V_{i(konv.)}$ = tegangan input konverter dc-dc = 1,5 volt dc s/d 5,5 volt dc

$V_{O(konv.)}$ = tegangan out put konverter dc-dc maksimum = 4,0 volt

Perbandingan nilai tegangan $V_{O(konv.)}$ terhadap nilai tegangan $V_{i(konv.)}$ dinyatakan parameter A_v di hitung menggunakan persamaan $V_{O(konv.)} = A_v \cdot V_{i(konv.)}$. Pada penelitian ini dilakukan pengujian karakterisasi tegangan input $V_{i(konv.)}$ konverter dc-dc tipe FC-75 yang menghasilkan tegangan out put $V_{O(konv.)}$ tanpa beban. Skematik diagram penambahan konverter dc-dc FC-75 terhubung pada bagian out put sel surya untuk digunakan mensuplai beban resistor R diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Out put sel surya terhubung dengan konverter dc-dc tanpa beban

Hasil parameter tegangan $V_{i(konv.)}$ dan tegangan $V_{O(konv.)}$ tanpa beban eksternal dilakukan saat penyinaran intensitas cahaya matahari pada siang hari kondisi terang ke luas permukaan sel surya diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil tegangan $V_{i(konv.)}$ dan $V_{O(konv.)}$ tanpa beban

Hasil pengukuran tegangan input $V_{i(konv.)} = 5,28$ volt dan tegangan out put $V_{O(konv.)} = 4,0$ volt. Nilai tegangan out put $V_{O(konv.)}$ lebih kecil (*buck*) terhadap tegangan input $V_{i(konv.)}$, karena tegangan maksimum konverter dc-dc tipe FC-75 sebesar $V_{m(konv.)} = 4,0$ volt membatasi tegangan $V_{O(konv.)} = V_{m(konv.)} = 4,0$ volt. Hasil tegangan $V_{O(konv.)}$ lebih kecil (*buck*) dari tegangan input $V_{i(konv.)}$ dinyatakan konverter dc-dc tipe FC-75 berfungsi sebagai *buck converter dc-dc*, karena tegangan $V_{O(konv.)} < V_{i(konv.)}$. Rekapitulasi hasil

pengujian tegangan input $V_{i(konv.)}$ terhadap hasil tegangan out put $V_{o(konv.)}$ *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 tanpa beban pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil tegangan $V_{o(konv.)}$ terhadap tegangan $V_{i(konv.)}$

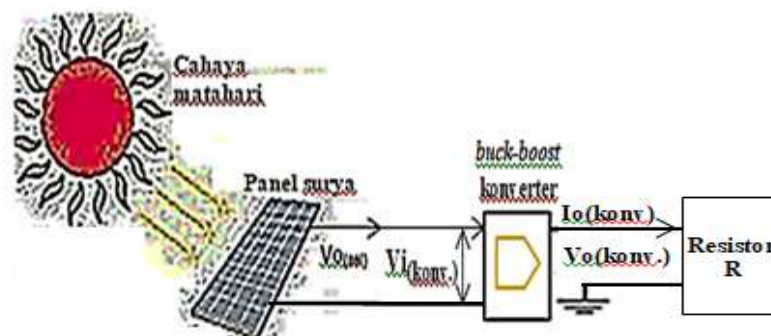
$V_{i(konv.)}$	$V_{o(konv.)}$	Keterangan
5,28 volt	4,0 volt	Tegangan out put konverter tanpa beban R

Karakterisasi perbandingan nilai tegangan $V_{o(konv.)}$ terhadap nilai tegangan $V_{i(konv.)}$ menghasilkan perbedaan nilai $V_{o(konv.)} = 0,758 V_{i(konv.)}$. Hasil perbedaan nilai tegangan $V_{o(konv.)}$ terhadap $V_{i(konv.)}$ pada perangkat *buck converter dc-dc* sebesar $V_{o(konv.)} = 0,758 V_{i(konv.)}$, dimana tegangan $V_{o(konv.)}$ tanpa beban resistor R. Out put sel surya terhubung paralel dengan input *buck* konverter dc-dc, maka nilai tegangan $V_{sel(konv.)} = V_{i(konv.)} = 5,28$ volt. Hal ini sumber tegangan out put sel surya mensuplai input *buck* konverter dc-dc adalah tegangan out put sel surya beban *buck* konverter dc-dc dinyatakan parameter $V_{sel(konv.)}$. Hasil tegangan $V_{sel(konv.)} = 5,28$ volt yang terbebani *buck* konverter dc-dc dinyatakan lebih efektif dibandingkan tegangan out put sel surya terbebani resistor R, yaitu tegangan $V_{sel(R)} = 3,0$ volt. Rekapitulasi hasil nilai parameter tegangan $V_{sel(R)}$, $V_{sel(konv.)}$ dan $V_{o(konv.)}$ tanpa beban resistor R pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil tegangan $V_{sel(R)}$, $V_{sel(konv.)}$ dan $V_{o(konv.)}$

$V_{sel(R)}$	$V_{sel(konv.)}$	$V_{o(konv.)}$	Keterangan
3,0 volt	5,28 volt	4,0 volt	Tegangan $V_{o(konv.)}$ tanpa beban R

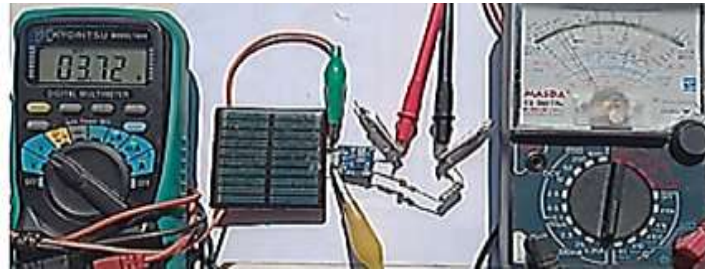
Tegangan out put sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc menghasilkan tegangan out put mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$. Skematik rangkaian listrik tegangan out put sel surya terhubung tegangan input *buck* konverter dc-dc menghasilkan tegangan out put terbebani resistor R pada Gambar 13.



Gambar 13. Skematik input dan out put konverter dc-dc terbebani resistor R

Tegangan out put sel surya $V_{o(sel)}$ terhubung paralel tegangan input konverter dc-dc parameter $V_{i(konv.)}$ menghasilkan tegangan out put $V_{o(konv.)}$ terbebani resistor R. Karakterisasi tegangan $V_{i(konv.)}$ dan tegangan out put parameter $V_{o(konv.)}$ konverter dc-dc dilakukan saat luas permukaan sel surya disinari oleh intensitas cahaya matahari pada siang hari kondisi terang. Perlakuan penyinaran luas permukaan sel surya saat intensitas sinar cahaya matahari pada siang hari kondisi terang menghasilkan pengukuran tegangan input $V_{i(konv.)}$ dan arus out put $I_{o(konv.)}$ melalui resistor R pada Gambar 14. Hasil pengukuran tegangan $V_{i(konv.)} = 3,702$ volt dan pengukuran arus $I_{o(konv.)} = 0,0280$ amper. Besarnya nilai tegangan out put parameter $V_{o(konv.)}$ di hitung menggunakan persamaan

$$V_{O(konv.)} = I_{O(konv.)} \times R = 0,0280 \text{ ampere} \times 100 \text{ ohm} = 2,80 \text{ volt.}$$



Gambar 14. Hasil pengukuran tegangan $V_{i(konv.)}$ dan arus out put $I_{O(konv.)}$

Selanjutnya pengukuran arus input parameter $I_{i(konv.)}$ saat intensitas sinar cahaya matahari pada siang hari kondisi terang menyinari luas permukaan sel surya menghasilkan pengukuran arus $I_{i(konv.)} = 0,048$ ampere pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil pengukuran arus $I_{i(konv.)}$ dan tegangan out put $V_{O(konv.)}$

Hasil daya input parameter $P_{i(konv.)}$ pada *buck* konverter dc-dc di hitung menggunakan persamaan: $P_{i(konv.)} = V_{i(konv.)} \times I_{i(konv.)} = 3,702 \text{ volt} \times 0,048 \text{ ampere} = 0,178$ watt. Kemudian hasil daya out put $P_{O(konv.)}$ pada *buck* konverter dc-dc di hitung menggunakan persamaan: $P_{O(konv.)} = V_{O(konv.)} \times I_{O(konv.)} = 2,80 \text{ volt} \times 0,0280 \text{ ampere} = 0,078$ watt. Rekapitulasi nilai parameter tegangan $V_{i(konv.)}$ dan $V_{O(konv.)}$ serta arus input $I_{i(konv.)}$ dan arus out put $I_{O(konv.)}$ pada *buck* konverter dc-dc saat intensitas cahaya matahari pada siang hari kondisi terang menyinari luas permukaan sel surya pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai daya input $P_{i(konv.)}$ dan daya out put *buck* konverter dc-dc

$V_{i(konv.)}$	$P_{i(konv.)}$	$V_{O(konv.)}$	$P_{O(konv.)}$
3,702 volt	0,178 watt	2,80 volt	0,078 watt

Pada penelitian ini tegangan out put sel surya parameter $V_{sel(konv.)}$ terhubung paralel dengan tegangan input *buck* konverter dc-dc $V_{i(konv.)}$, maka tegangan $V_{sel(konv.)} = V_{i(konv.)} = 3,702$ volt. Dengan demikian nilai daya out put sel surya beban input *buck* konverter dc-dc parameter $P_{sel(konv.)} = P_{i(konv.)} = 0,178$ watt. Kemudian nilai daya out put *buck* konverter dc-dc terbebani resistor R dinyatakan parameter $P_{O[konv.(R)]} = P_{O(konv.)} = 0,078$ watt. Rekapitulasi nilai daya $P_{sel(konv.)}$ dan nilai daya $P_{O[konv.(R)]}$ pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil nilai daya $P_{sel(konv.)}$ dan daya $P_{O[konv.(R)]}$

$P_{sel(konv.)} = P_{i(konv.)}$	$P_{O[konv.(R)]}$	Beban resistor R
0,178 watt	0,078 watt	100 ohm

3.2. Efisiensi daya out put sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc

Capaian hasil penelitian efisiensi daya out put sel surya pada beban resistor R menggunakan perangkat *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R adalah parameter $P_{sel(konv.)} = 0,178$ watt. Hasil daya out put *buck* konverter dc-dc terbebani resistor R adalah parameter $P_{o[konv.(R)]} = 0,078$ watt. Perbandingan daya out put $P_{o[konv.(R)]}$ terhadap daya $P_{sel(konv.)}$ menghasilkan efisiensi daya sel surya. Efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc terbebani resistor R = 100 Ω di hitung menggunakan persamaan, sbb.:

$$Eff.sel_{[konv.(R)]} = \frac{P_{o(konv.R)}}{P_{sel(konv.)}} \times 100 \% = \frac{0,078}{0,178} = 43,82 \%$$

$$Eff.sel_{[konv.(R)]} = 43,82 \%$$

Rekapitulasi efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc yang terbebani resistor R = 100 Ω pada Tabel 9.

Tabel 9. Efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc

Daya input sel surya beban konverter	Daya out put konverter beban R	Efisiensi daya sel surya
$P_{sel(konv.)}$	$P_{o[konv.(R)]}$	$Eff.sel_{[konv.(R)]}$
0,178 watt	0,078 watt	43,82 %

Capaian penelitian efisiensi daya sel surya parameter $eff.sel_{[konv.(R)]}$ dinyatakan lebih efisien dibandingkan dengan efisiensi daya sel surya parameter $eff.sel_{(R)}$ yang tanpa menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R tersebut. Rekapitulasi efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc parameter $eff.sel_{[konv.(R)]}$ terhadap efisiensi daya sel surya parameter $eff.sel_{(R)}$ pada Tabel 10.

Tabel 10. Efisiensi daya sel surya parameter $eff.sel_{(R)}$ dan $eff.sel_{[konv.(R)]}$

Efisiensi daya sel surya beban resistor R	Efisiensi daya sel terhubung konverter
$Eff.sel_{(R)}$	$Eff.sel_{[konv.(R)]}$
22,5%	43,82%

4. KESIMPULAN

Tegangan out put sel surya secara langsung digunakan mensuplai beban listrik eksternal resistor R = 100 ohm nilai efisiensi daya sel surya sebesar 22,5 %. Penambahan perangkat *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 pada bagian out put sel surya untuk mensuplai beban listrik eksternal resistor R tersebut diperoleh perubahan efisiensi daya sel surya mencapai sebesar 43,82%. Hasil efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R menjadi lebih besar dibandingkan dengan tanpa menggunakan *buck* konverter dc-dc tersebut. Efisiensi daya sel surya sebesar 22,5% menjadi lebih kecil disebabkan out put sel surya terhubung seri dengan resistansi dalam (Rd) menyebabkan tegangan dan daya sel surya terbagi pada beban resistor Rd.

5. REFERENSI

Hilmansyah, Ramli Optimalisasi Intensitas Cahaya pada Luas Permukaan Solar Cell, April 2017, Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 5 No. 1, pp. 90-95.

- Martawati, Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya, 2018, Jurnal ELTEK, Vol.16,ISSN.1693-4024.
- I.Kholiq, Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM, 2015, Jurnal IPTEK, Vol. 19, No. 2, hal. 75-91.
- Surya Hasyim Asy'ari, Jatmiko, dan Angga, Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya, 2012, Simposium Nasional RAPI XI FT UMS, 2012, ISSN 1412-9612. ISSN 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624.
- R. Magrissa, Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono Crystalline Silikon Sel Solar, Juli 2020.
- Fifi Hesty Sholihah, dkk., Analisis Pemilihan Konverter Daya DC-DC pada Pembangkit Listrik EBT, 2021, Jurnal Suara Teknik, pp. 6 – 10.
- <https://pendidikan.co.id/pengertian-sel-surya-jenis-struktur-rangkaian-dan-prinsip/>
- <https://id.aliexpress.com/i/32887359893.html>
- Suwitno, Yusnita, Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter, 2017, Journal of Electrical Technology, Vol. 2, No. 3, pp 61-66.