

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



Efisiensi Daya Listrik Sel Surya Menggunakan Konverter DC-DC Pada Beban Listrik Terhadap Perubahan Cahaya Matahari

PELAKSANA

Nama Dosen : Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT

NIDN: 0315095902

Anggota Mahasiswa :

1. Lutfiansyah Ajar Fadillah

2. Rizky Firmansyah

Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

SERPONG, JULI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Efisiensi Daya Listrik Sel Surya Menggunakan Konverter DC-DC Pada Beban Listrik Terhadap Perubahan Cahaya Matahari.

Jenis Penelitian : Evaluasi

Bidang Fokus Penelitian : Renewable Energy

Tujuan Sosial Ekonomi : Kualitatif

TKT (Tingkat Kesiapterapan Teknologi) : Advance Technology

Peneliti

a. Nama Lengkap : Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT

b. NIDN : 0315095902

c. Jabatan Fungsional : Dosen Tetap

d. Program Studi : Teknik Elektro

e. Nomor HP : 08128212064

f. Alamat Surel (*e-mail*) : parlindungan.reni@gmail.com

Anggota Peneliti

a. Nama Lengkap : --

b. NIDN : --

Anggota Mahasiswa 1

a. Nama Lengkap : Lutfiansyah Ajar Fadillah

b. NIM : 1112100004

c. Jurusan : Teknik Elektro

Anggota Mahasiswa 2

a. Nama Lengkap : Rizky Firmansyah

b. NIM : 1112100013

c. Jurusan : Teknik Elektro



Institusi Sumber Dana : Mandiri

Biaya Penelitian : Rp 5.000.000 (Lima Juta Rupiah)

Mitra Penelitian : --

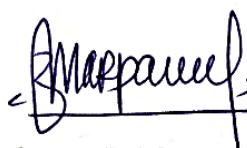
Tangerang Selatan, 24 Juli 2023

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



Ir. Saharudin, ST, M.EngSc.,IPM
NIDN : 0310107702

Ketua Tim



Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT.
NIDN : 0315095902

**Menyetujui,
Kepala**



Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
(Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T., IPM)
NIDN : 031007640



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id institutteknologiindonesia @kampusITI Institut Teknologi Indonesia

SURAT KETERANGAN

No: *026* /LPD-PSTK/F.3A/ VII /2023

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Telah diterima 1 (satu) eksemplar Laporan Penelitian Dosen (Mandiri) oleh **Perpustakaan Pusat ITI** pada hari **Senin, 24 Juli 2023** dengan keterangan sebagai berikut:

Judul Penelitian:

Efisiensi Daya Listrik Sel Surya menggunakan Konverter DC-DC Pada Beban Listrik Terhadap Perubahan Cahaya Matahari

TIM PENELITI :

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Nama : Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT | 2. Nama : Lutfiansyah Ajar Fadillah |
| NIDN/NIM : 0315095902 | NIDN/NIM : 1112100004 |
| Jabatan : Dosen Tetap ITI | Jabatan : Mahasiswa |
| Prodi : Teknik Elektro | Prodi : Teknik Elektro |
| 3. Nama : Rizky Firmansyah | |
| NIDN/NIM : 1112100013 | |
| Jabatan : Mahasiswa | |
| Prodi : Teknik Elektro | |

Laporan tersebut telah menjadi koleksi perpustakaan dengan No. Registrasi: **LPD 2023** *026*

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Tangerang Selatan, 24 Juli 2023

Kepala Perpustakaan Pusat ITI

Ahmad Jauzi, S.IP

NB: Surat ini berlaku, jika dibubuhi tanda tangan dan stempel perpustakaan ITI

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	iii
ABSTRAK	1
BAB I PENDAHULUAN	2
Latar Belakang	2
Perumusan Masalah	3
Tujuan	3
BAB II TEORI PENDUKUNG	4
II.1. Perangkat kontrol tegangan level tegangan listrik out put sel surya	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
III.1. Karakterisasi sel surya tanpa beban listrik eksterna	10
III.2. Tegangan ou put sel surya mensuplai beban resistor R	11
III.3. Tegangan sel surya dengan <i>buck</i> konverter dc-dc mensuplai beban R	15
III.4. Effisiensi daya out put sel surya menggunakan <i>buck</i> konverter dc-dc	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
BAB V KESIMPULAN	20
DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Fisik panel se surya tipe kapasitas 0,4 W (watt)	4
Gambar 2.2. Skematik tegangan out put V_{oc}	4
Gambar 2.3. Karakteristik parameter kelistrikan out put sel fotovoltaik	5
Gambar 2.4. Skematik perangkat kontrol pada out put	6
Gambar 2.5. Perangkat konverter dc-dc tipe <i>buck</i>	6
Gambar 2.6. Perangkat konverter dc-dc tipe <i>boost</i>	6
Gambar 2.7. Perangkat konverter dc-dc tipe <i>buck-boost</i>	6
Gambar 3.1. Skematik balok diagram metoda penelitian	7
Gambar 3.2. Fisik panel sel surya kapasitas daya 0,4 watt	8
Gambar 3.3. Rangkaian listrik pengganti arus listrik hubung singkat	8
Gambar 3.4. Penyinaran cahaya matahari pada luas permukaan sel surya	9
Gambar 3.5. Tegangan out put sel surya tanpa beban saat penyinaran sel surya	9
Gambar 3.6. Tegangan out put sel surya tanpa beban saat penyinaran sel surya	9
Gambar 3.7. Hasil perubahan tegangan out put sel surya tanpa beban	10
Gambar 3.8. Tegangan $V_{O(sel.)}$ mensuplai beban listrik resistor $R = 100$ ohm	10
Gambar 3.9. Rangkaian listrik pengganti $V_{O(sel.)}$ terbebani resistor R	11
Gambar 3.10. Hasil tegangan out put sel surya pada tegangan resistor $V_{b1(R)}$	11
Gambar 3.11. Hasil tegangan $V_{b2(R)}$ saat penyinaran cahaya matahari sore hari	11
Gambar 3.12. Bentuk fisik konverter dc-dc tipe FC-75	13
Gambar 3.13. Out put sel surya terhubung dengan konverter dc-dc tanpa beban	14
Gambar 3.14. Hasil tegangan $V_{i(konv.)}$ dan $V_{O(konv.)}$ tanpa beban	14
Gambar 3.15. Skematik input dan out put konveter dc-dc terbebani resistor R	15
Gambar 3.16. Hasil pengukuran tegangan $V_{i(konv.)}$ dan arus out put $I_{O(konv.)}$	16
Gambar 3.17. Hasil pengukuran arus $I_{i(konv.)}$ dan tegangan out put $V_{O(konv.)}$	16

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Spesifikasi data pabrikasi sel surya	8
Tabel 3.2. Tegangan out put sel surya tanpa beban eksternal	10
Tabel 3.3. Hasil tegangan $V_{b(R)}$ terhadap perubahan intensitas cahaya	12
Tabel 3.4. Daya sel surya diserap oleh daya beban resistor $P_{b(R)}$	12
Tabel 3.5. Daya out put sel surya mensuplai beban resistor R	12
Tabel 3.6. Hasil tegangan $V_{O(konv.)}$ terhadap tegangan $V_{i(konv.)}$	14
Tabel 3.7. Hasil tegangan $V_{sel(R)}$, $V_{sel(konv.)}$ dan $V_{O(konv.)}$	15
Tabel 3.8 Nilai daya input $P_{i(konv.)}$ dan daya out put <i>buck</i> konverter dc-dc	16
Tabel 3.9 Hasil nilai daya $P_{sel(konv.)}$ dan daya $P_{o[konv.(R)]}$	17
Tabel 3.10. Efisiensi daya sel surya menggunakan <i>buck</i> konverter dc-dc	17
Tabel 4.1. Tegangan out put sel surya rata-rata tanpa beban listrik	18
Tabel 4.2. Tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R	18
Tabel 4.3. Karakteristik input /out put <i>buck</i> konverter dc-dc tipe FC-75	19
Tabel 4.4. Efisiensi daya sel surya menggunakan <i>buck</i> konverter dc-dc	19

ABSTRAK

Sel surya memiliki spesifikasi parameter tegangan out put maksimum parameter tegangan $V_m = 5$ volt kapasitas daya maksimum $P_m = 0,4$ watt digunakan mensuplai beban listrik resistor $R = 100 \Omega$. Saat dilakukan penyinaran luas permukaan sel surya pada siang hari kondisi terang sampai dengan sore hari menggunakan intensitas cahaya matahari menghasilkan tegangan out put tanpa beban (*no-load*) dinyatakan parameter tegangan $V_{sel(no-load)}$. Hasil sumber tegangan out put sel surya tersebut digunakan langsung mensuplai beban listrik resistor $R = 100$ ohm dinyatakan parameter $V_{sel(R)}$. Tegangan $V_{sel(R)}$ mengalami perubahan terhadap perubahan intensitas cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya menghasilkan tegangan $V_{sel(R)rata-rata} = 3,0$ volt yang mengalirkan arus $I_{sel(R)} = 0,03$ amper dengan kapasitas daya sel surya pada beban resistor R sebesar $P_{sel(R)} = 0,09$ watt. Effisiensi daya sel surya terbebani resistor R dinyatakan parameter $eff_{sel(R)}$ diperoleh dari hasil perbandingan antara daya $P_{sel(R)}$ terhadap daya $P_m = 0,4$ watt yang menghasilkan $eff_{sel(R)} = 22,5$ %. Untuk mencapai efisiensi yang lebih efektif dari $eff_{sel(R)}$ tersebut, maka dilakukan menambahkan perangkat *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 pada bagian out put sel surya untuk mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ tersebut. Perolehan data parameter *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R menghasilkan daya input $P_{i(konv.)} = P_{sel(konv.)} = 0,178$ watt dan daya output $P_{o[konv.(R)]} = 0,078$ watt. Hasil efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc terbebani resistor R dinyatakan parameter $eff_{sel(konv.)}$ adalah hasil perbandingan daya $P_{o[konv.(R)]}$ terhadap daya $P_{sel(konv.)}$ yang menghasilkan $eff_{sel(konv.)} = 43,82\%$. Effisiensi daya sel surya dengan nilai parameter $eff_{sel(konv.)}$ sebesar 43,82% menggunakan *buck* konverter dc-dc pada out put sel surya yang terbebani resistor R menjadi lebih besar dan efisien dibandingkan dengan nilai parameter $eff_{sel(R)} = 22,5$ %.

B A B I PENDAHULUAN

Sumber tegangan listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik umumnya digunakan untuk mensuplai daya listrik pada beban listrik. Banyak jenis pembangkit listrik menghasilkan sumber tegangan listrik untuk digunakan mensuplai daya listrik pada beban listrik eksternal. Beberapa contoh pembangkit listrik memanfaatkan jenis sumber energi atau tenaga yang dapat menghasilkan sumber tegangan listrik antara lain; (1) pembangkit listrik sumber energi tenaga uap, (2) pembangkit listrik sumber tenaga angin, (3) pembangkit listrik sumber tenaga air dan (4) pembangkit listrik sumber energi tenaga surya/matahari. 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 pada perlakuan perubahan intensitas tenaga cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya memiliki sensor sel surya photovoltaik (PV) mengkonversikan tenaga cahaya surya/matahari yang menghasilkan perubahan tegangan listrik out put searah/dc. Telah dilakukan penelitian yang diterbitkan pada jurnal ilmiah berkaitan dengan optimalisasi intensitas cahaya pada luas permukaan solar sel,[1]. Kemudian telah diterbitkan pada jurnal ilmiah berkaitan dengan analisis simulasi pengaruh variasi intensitas cahaya terhadap daya out put sel surya,[2],[3]. Pada penelitian dilakukan peralatan sel surya membangkitkan tegangan listrik out put mensuplai diserap oleh daya listrik pada beban listrik eksternal. Hasil sumber tegangan listrik out put sel surya dari pembangkit listrik energi tenaga cahaya matahari berubah-ubah tersebut secara langsung digunakan mensuplai daya listrik pada beban resistor R dalam satuan ohm. Hasil efisiensi daya listrik out put sel surya secara langsung diserap oleh daya beban listrik resistor menentukan nilai efisiensi daya out put sel surya yang diserap oleh daya beban listrik resistor.[4]. Pada penelitian ini dilakukan efisiensi daya sel surya dengan menambahkan perangkat *buck* konverter dc-dc terhubung paralel dengan out put

sel surya digunakan mensuplai beban listrik eksternal resistor R tersebut. Hal ini tegangan listrik out put perangkat *buck* konverter dc-dc secara langsung mensuplai beban resistor R dalam satuan ohm. Dengan demikian efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc untuk mensuplai beban listrik resistor R tersebut. Hasil penelitian diperoleh nilai efisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban listrik resistor lebih besar dibandingkan dengan efisiensi daya sel surya langsung terbebani oleh resistor.[5].

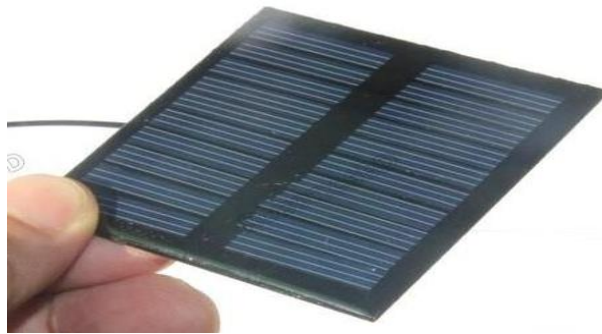
Perumusan masalahnya adalah sumber tegangan listrik out put sel surya yang dihasilkan berubah menjadi turun saat terjadi perubahan tenaga cahaya matahari dalam kondisi cahaya terang menjadi redup tertutup oleh awan menyinari luas permukaan sel surya. Sehingga hasil level tegangan listrik out put sel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

Tujuan penelitian membangkitkan sumber tegangan listrik out put sel surya saat perubahan intensitas tenaga cahaya matahari pada siang hari kondisi terang dan kondisi sore hari menyinari luas permukaan sel surya mensuplai beban resistor R dalam satuan ohm menghasilkan perbedaan hasil nilai efisiensi daya listrik sel surya yang secara langsung terbebani oleh resistor R terhadap hasil efisiensi daya sel surya menggunakan *buck converter dc-dc* mensuplai beban resistor R tersebut.

B A B II

TEORI PENDUKUNG

Pada panel sel surya terdapat sensor cahaya sel fotovoltaik berfungsi merubah energi foton radiasi cahaya matahari menjadi listrik. Salah satu tipe sel surya untuk kapasitas daya listrik maksimum sebesar 0,4 watt (W). Bentuk fisik perangkat sel surya yang digunakan pada penelitian ini pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Fisik panel sel surya tipe kapasitas 0,4 W

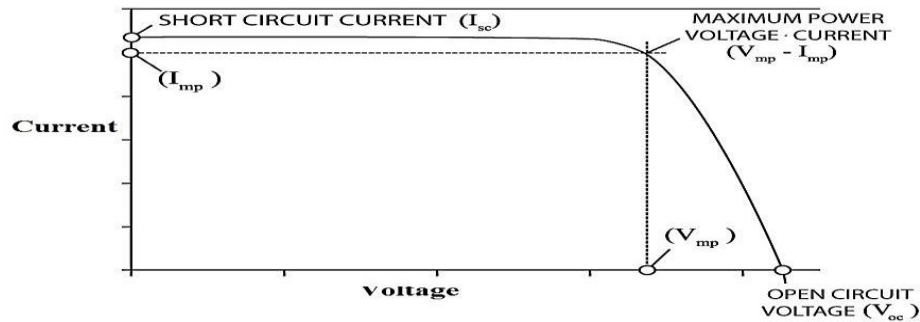
Penyinaran sinar cahaya berasal dari lampu LED ke permukaan sel surya terjadi proses konversi intensitas radiasi cahaya menghasilkan tegangan listrik searah/dc pada bagian output sel surya. Tegangan listrik searah/dc output sel surya tanpa beban (open circuit) yang dihasilkan dinyatakan parameter V_{oc} dalam satuan volt. Pada kondisi tanpa beban ini arus listrik output yang dihasilkan adalah arus listrik output hubung singkat dinyatakan parameter I_{sc} dalam satuan amper. Skematik diagram rangkaian tegangan listrik output searah/dc sel surya dinyatakan parameter V_{oc} pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skematik tegangan out put V_{oc}

Tegangan listrik out put sel surya tanpa beban listrik dinyatakan parameter $V_{O(sel)}$.

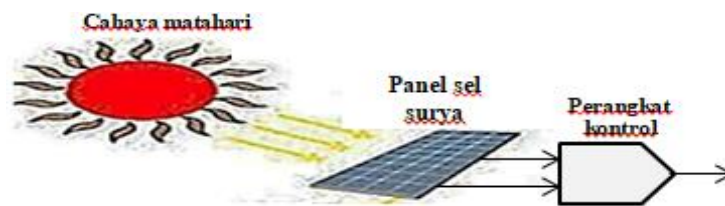
Kurva karakteristik parameter kelistrikan output dari setiap bagian material fotovoltaik sel surya seperti pada Gambar 2.3.[7].



Gambar 2.3. Karakteristik parameter kelistrikan output sel fotovoltaik

II.1. Perangkat kontrol level tegangan listrik out put sel surya

Perangkat kontrol berfungsi mengkonversikan secara otomatis jangkauan perubahan level tegangan pada bagian input konverter dc-dc hingga menghasilkan tegangan listrik pada bagian out put yang sesuai dengan spesifikasi level tegangan listrik out put. Skematik diagram penempatan perangkat kontrol pada bagian out put sel surya yang berubah-ubah menjadi level tegangan listrik input konverter dc-dc dikonversikan menjadi level tegangan listrik out put pada Gambar 2.4.



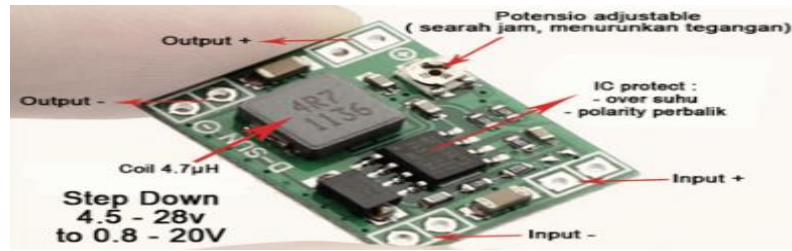
Gambar 2.4. Skematik perangkat kontrol pada out put sel surya

Perangkat kontrol mengkonversikan perubahan level tegangan listrik secara otomatis menghasilkan tegangan listrik searah/dc menjadi stabil menggunakan perangkat kontrol elektronik konverter dc-dc.[8].[9]. Adapun perangkat kontrol elektronik konverter dc-dc yang dapat mengkonversikan perubahan level tegangan listrik input menghasilkan tegangan listrik out put terbagi menjadi tiga (3) tipe, sbb.:

- (1) *Buck converter* dc-dc
- (2) *Boost converter* dc-dc
- (3) *Buck-boost converter* dc-dc

***Buck converter* dc-dc**

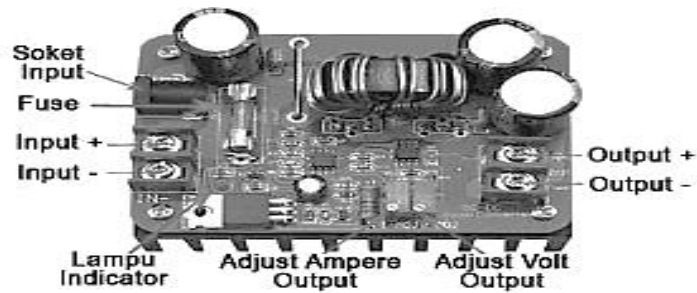
Perangkat *buck converter* dc-dc berfungsi mengkonversikan level tegangan listrik input untuk menghasilkan level tegangan listrik out put lebih kecil (*buck*) dari level tegangan listrik input. Salah satu jenis dan bentuk fisik konverter dc-dc tipe *buck* diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Perangkat konverter dc-dc tipe *Buck*

Boost converter dc-dc

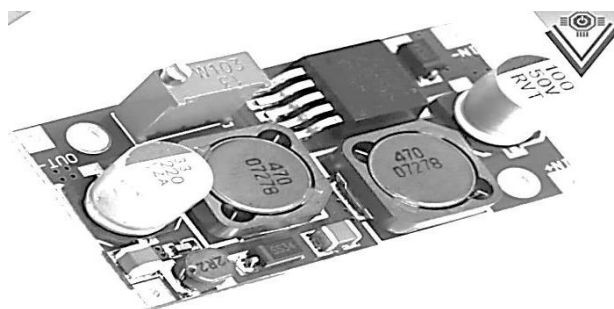
Perangkat *boost converter* dc-dc berfungsi mengkonversikan level tegangan listrik input untuk menghasilkan level tegangan listrik out put lebih besar/tinggi dari tegangan listrik input. Salah satu jenis dan bentuk fisik konverter dc-dc tipe *boost* pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Perangkat konverter dc-dc tipe *Boost*

Buck-boost converter dc-dc

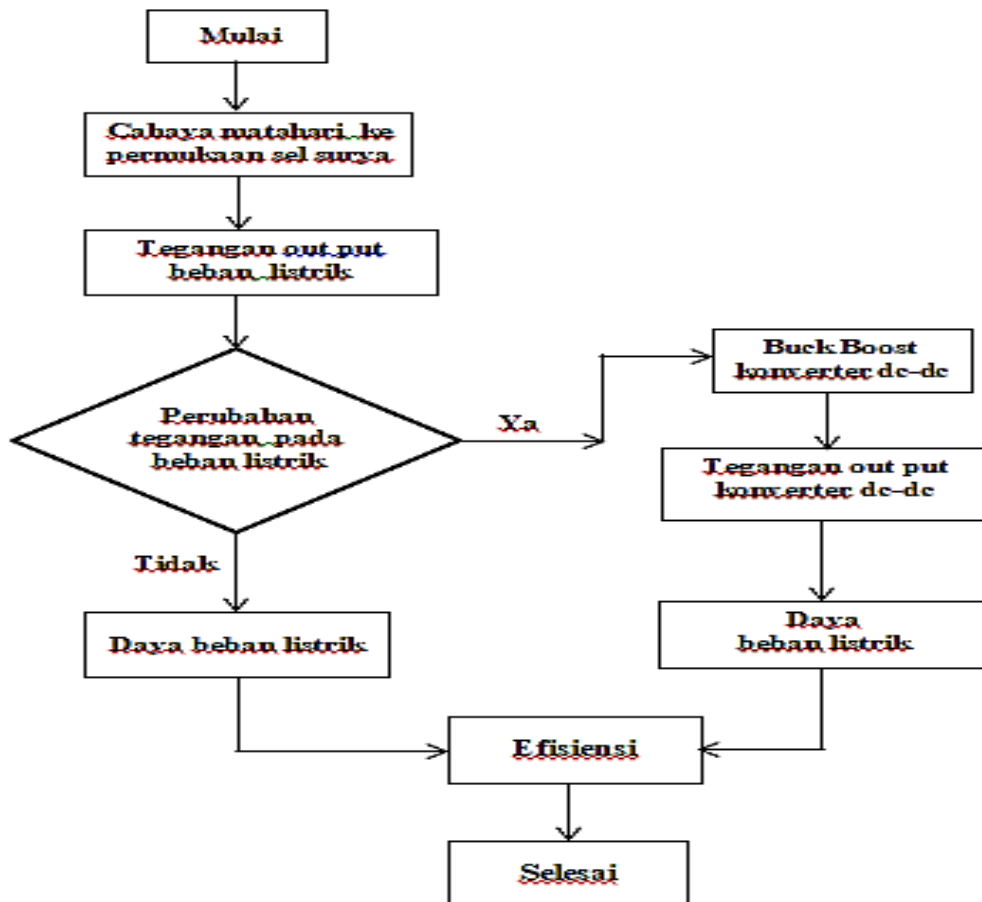
Jenis konverter dc-dc lainnya tipe *buck-boost* adalah berfungsi mengkonversi perubahan jangkauan sumber level tegangan listrik input searah (dc) yang lebih rendah (*buck*) dinaikkan atau lebih tinggi (*boost*) diturunkan yang menghasilkan level tegangan listrik output searah (dc) tertentu sesuai referensi yang lebih besar atau lebih kecil dari tegangan inputnya. Meskipun tegangan input telah merosot hingga kinerja ke level yang tidak efektif lagi masih menghasilkan level tegangan listrik out put tetap dinaikkan lebih besar dari tegangan inputnya. Salah satu spesifikasi bentuk fisik konverter dc-dc *buck-boost* diperlihatkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Perangkat konverter dc-dc tipe *Buck Boost*

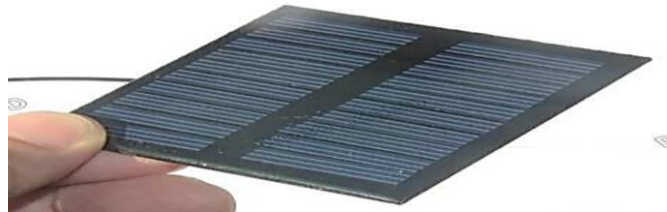
B A B III METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan rancangan peralatan pembangkit listrik tenaga cahaya matahari (PLTS) menggunakan perangkat panel sel surya menghasilkan tegangan listrik out put searah/dc. Hasil level tegangan listrik out put sel surya mengalami perubahan ketika intensitas sinar cahaya matahari berubah dari saat kondisi terang menjadi kurang terang yang tertutup awan menyinari luas permukaan sel surya. Intensitas cahaya matahari berubah-ubah menyinaran luas permukaan sel surya sel surya menyebabkan hasil level tegangan listrik pada bagian out put mengalami perubahan. Tegangan listrik out put sel surya berubah-ubah digunakan mensuplai beban listrik eksternal menimbulkan daya listrik out put sel surya menjadi tidak optimal atau tidak efisien. Pada penelitian ini dilakukan efisiensi daya listrik out put sel surya mensuplai beban listrik eksternal. Skematik diagram blok metoda penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skematik blok diagram metoda penelitian

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 diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Fisik panel sel surya kapasitas daya 0,4 W

Spesifikasi sel surya, sbb:

Reference RBD-0917

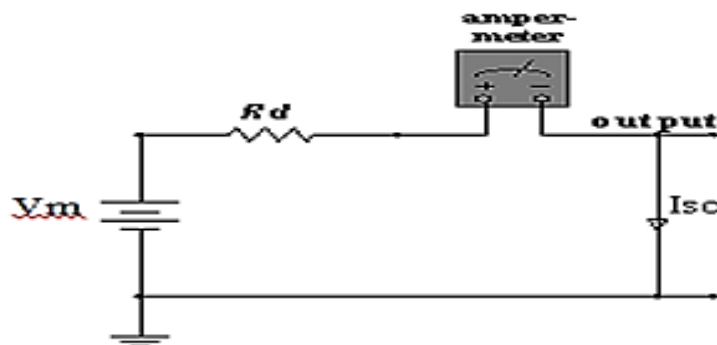
- ROHS approved Mini Solar panel
- The solar cells are encased and protected by a durable outer poly frame
- Polycrystalline silicon
- Max work voltage:5V
- Max work current: 80ma
- Dimension: 60mm×60mm×3mm

Spesifikasi data pabrikan parameter out put sel surya kondisi maksimum tanpa beban listrik eksternal (*open circuit*) yang digunakan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi data pabrikan sel surya

No	Tegangan maksimum	Arus <i>short circuit</i>	Daya listrik maksimum
	$V_{m(sel)}$	I_m	P_m
	5,0 volt	0,08 amper	0,4 watt

Analisis rangkaian listrik pengganti arus listrik hubung singkat (*short circuit*) dinyatakan parameter I_{sc} diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Rangkaian listrik pengganti arus listrik hubung singkat

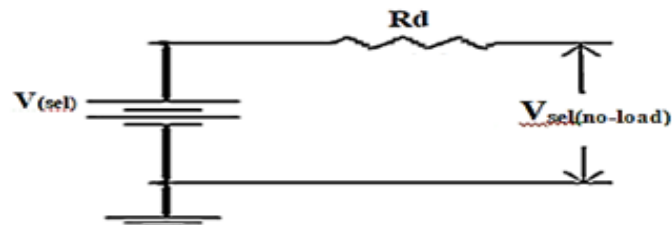
Parameter tahanan/resistansi dalam sel surya adalah parameter R_d satuan ohm diperoleh dalam kondisi out put sel surya hubung singkat (*short circuit*) memiliki parameter $I_{sc} = 51 \text{ mA} = 0,51 \text{ ampere (A)}$ terhubung seri dengan tegangan maksimum V_m . Analisis nilai tahanan dalam parameter R_d terhadap parameter V_m dan I_{sc} sel surya di hitung menggunakan persamaan $V_m = R_d \times I_{sc}$ diperoleh nilai $R_d = \frac{V_m}{I_{sc}} = \frac{5,0}{0,51} = 9,8 \text{ Ohm}$.

III.1. Karakterisasi sel surya tanpa beban listrik eksternal

Pada penelitian ini dilakukan pengujian karakterisasi sel surya menghasilkan tegangan out put tanpa beban (*no-load*) parameter $V_{O(\text{no-load})}$ dengan cara melakukan penyinaran luas permukaan sel surya dengan intensitas cahaya matahari. Skematik perlakuan penyinaran luas permukaan sel surya menghasilkan tegangan out put tanpa beban eksternal pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Penyinaran cahaya matahari pada luas permukaan sel surya Rangkaian listrik pengganti hasil tegangan out put sel surya tanpa beban atau rangkaian terbuka (*open circuit*) parameter $V_{sel(\text{no-load})}$ diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Skema rangkaian listrik pengganti sumber tegangan sel surya Penyinaran luas permukaan sel surya saat intensitas cahaya matahari siang hari kondisi terang menghasilkan pengukuran nilai hasil tegangan out put sel surya tanpa beban dinyatakan parameter $V_{sel(\text{no-load})} = 5,2 \text{ volt}$ pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Tegangan out put sel surya tanpa beban saat penyinaran sel surya

Dilanjutkan dengan penyinaran luas permukaan sel surya saat intensitas cahaya matahari pada sore hari menghasilkan perubahan tegangan out put sel surya tanpa beban menjadi parameter $V_{sel2(no-load)} = 3,22$ volt diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Hasil perubahan tegangan out put sel surya tanpa beban

Hasil tegangan rata-rata out put sel surya tanpa beban eksternal terhadap perubahan intensitas cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya adalah $V_{sel(no-load)rat-rata} = (5,20 \text{ volt} + 3,22 \text{ volt}) : 2 = 4,21$ volt. Rekapitulasi tegangan out put sel surya tanpa beban listrik eksternal pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Tegangan out put sel surya tanpa beban eksternal

Tegangan out put sel surya tanpa beban	Intensitas cahaya matahari	Tegangan out put rata-rata
$V_{sel(no-load)}$		$V_{sel(no-load)rat-rata}$
5,20 volt	Siang hari terang	4,21 volt
3,22 volt	Sore hari	

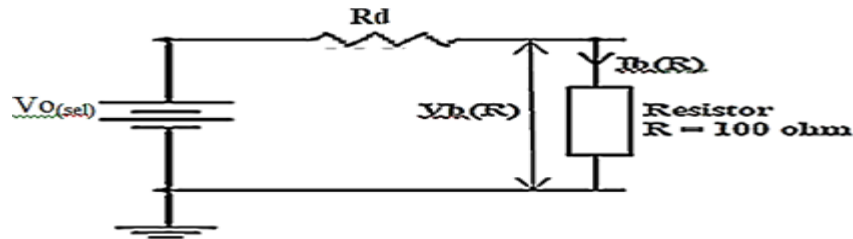
III.2. Tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R

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 3.8. 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 3.8. Tegangan $V_{O(sel)}$ mensuplai beban listrik resistor $R = 100 \Omega$

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



Gambar 3.9. Rangkaian listrik pengganti $V_{O(\text{sel})}$ 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 3.10.



Gambar 3.10. Hasil tegangan out put sel surya pada tegangan beban resistor $V_{b1(R)}$
 Dilanjutkan pengujian penyinaran luas permukaan sel surya pada sore hari saat terjadi perubahan intensitas cahaya matahari menghasilkan perubahan tegangan pada beban resistor R dinyatakan parameter $V_{b2(R)}$. Hasil pengukuran level tegangan $V_{b2(R)}$ menjadi $V_{b2(R)} = 2,85$ volt dc pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Hasil tegangan $V_{b2(R)}$ saat penyinaran cahaya matahari sore hari
 Analisis matematis besarnya nilai level tegangan rata-rata sel surya mensuplai beban resistor R saat intensitas cahaya matahari kondisi terang pada siang hari dan sore hari dinyatakan parameter $V_{b(R)\text{rata2}}$ di hitung menggunakan persamaan, sbb.:

$$V_{b(R)rata2} = [V_{b1(R)} + V_{b2(R)}] = (3,15 \text{ volt} + 2,85 \text{ volt}) : 2 = 3,0 \text{ volt}.$$

Rekapitulasi hasil pengukuran tegangan $V_{b(R)rata2}$ terhadap perubahan intensitas cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya hari pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil tegangan $V_{b(R)}$ terhadap perubahan intensitas cahaya

No.	Kondisi intensitas cahaya matahari	Tegangan pada beban resistor R	Tegangan pada beban resistor rata-rata
		$V_{b(R)}$	$V_{b(R)rata2}$
1	Siang hari terang	3,15 volt	3,0 volt
2	Sore hari.	2,85 volt	

Kemudian nilai arus listrik melalui beban resistor R dinyatakan parameter $I_{b(R)}$ di hitung dengan menggunakan persamaan $I_{b(R)} = \frac{V_{o(sel)rata2}}{R} = \frac{3,0}{100} = 0,03 \text{ ampere (A)}$. Daya listrik out put sel surya diserap oleh beban resistor R dinyatakan parameter $P_{b(R)}$ dihitung menggunakan persamaan $P_{b(R)} = V_{b(R)rata2} \times I_{b(R)} = 3,0 \text{ volt} \times 0,03 = 0,09 \text{ watt}$. Rekapitulasi daya sel surya diserap oleh daya pada beban resistor R pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Daya sel surya diserap oleh daya beban resistor $P_{b(R)}$.

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

Pada penelitian ini tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R dinyatakan parameter $V_{sel(R)}$ terhubung paralel dengan tegangan $V_{b(R)rata2}$, maka nilai $V_{sel(R)} = V_{b(R)rata2} = 3,0 \text{ volt}$. Kemudian daya sel surya yang diserap oleh daya beban resistor adalah parameter $P_{sel(R)} = P_{b(R)} = 0,09 \text{ watt}$. 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 3.5.

Tabel 3.5. Daya out put sel surya mensuplai 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 $P_{m(no-load)} = 0,4 \text{ watt}$ menghasilkan tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R yang menyerap daya sel surya sebesar $P_{sel(R)} = 0,09 \text{ watt}$. 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:

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

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

Hasil nilai efisiensi daya sel surya yang terbebani resistor $R = 100 \Omega$ tersebut termasuk kecil dinyatakan kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor parameter yang mempengaruhi sel surya sebagai sumber tegangan mensuplai beban resistor R antara lain pengaruh nilai resistansi dalamnya parameter resistansi R_d , dan faktor sensitifitas sel surya terhadap pengaruh perubahan intensitas cahaya matahari yang menyinari luas permukaan sel surya.

Pada penelitian ini tegangan out put sel surya untuk mensuplai beban listrik sebesar $R = 100 \Omega$ tersebut, maka dilakukan metoda menambahkan atau menggunakan perangkat konverter dc-dc FC-75 terhubung ke bagian out put sel surya untuk mensuplai beban listrik resistor R. Adapun spesifikasi konverter dc-dc tipe FC-75 yang digunakan pada penelitian ini adalah, sbb.:

- (1) Jangkauan tegangan input: 1,5 volt dc s/d 5,5 volt dc
- (2) Tegangan out put maksimum: 4,0 volt.

Bentuk fisik perangkat konverter dc-dc tipe FC-75 pada Gambar 3.12.



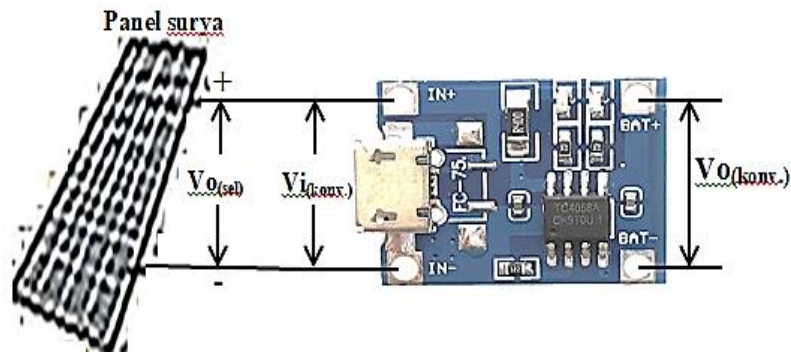
Gambar 3.12. Bentuk fisik konverter dc-dc tipe FC-75

Keterangan:

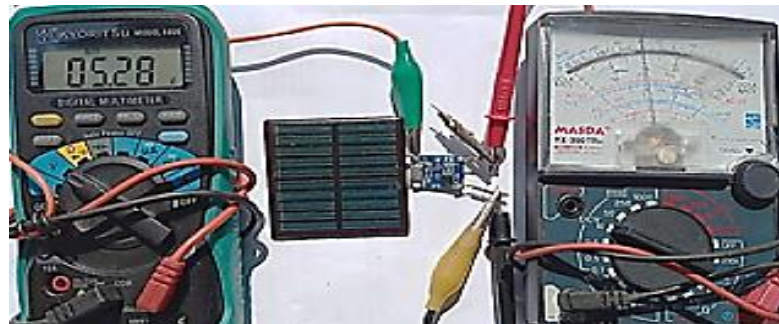
$V_{i(konv.)}$ = tegangan input converter dc-dc

$V_{o(konv.)}$ = tegangan out put konverter dc-dc

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 3.13.



Gambar 3.13. 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 3.14.



Gambar 3.14. 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 3.6.

Tabel 3.6. 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

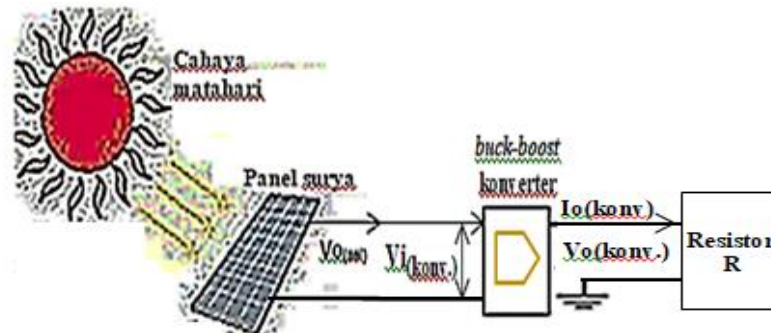
$V_{O(konv.)}$ terhadap $V_{i(konv.)}$ pada perangkat *buck converter dc-dc* sebesar $V_{O(konv.)} = 0,758 V_{i(konv.)}$, dimana tegangan $V_{O(konv.)}$ tanpa beban resistor R. Out put sel surya terhubung paralel dengan input *buck* konverter dc-dc, maka nilai tegangan $V_{sel(konv.)} = V_{i(konv.)} = 5,28$ 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 3.7.

Tabel 3.7. 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

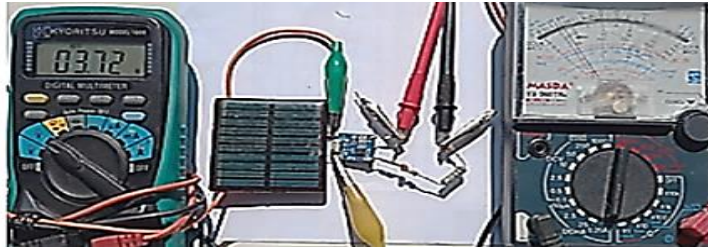
III.3. Tegangan sel surya dengan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban R

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 3.15.



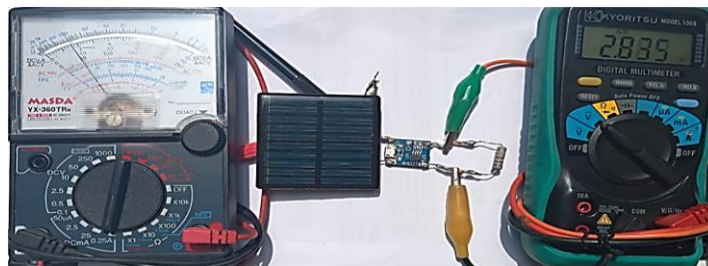
Gambar 3.15. Skematik input dan out put konverter dc-dc terbebani resistor R

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 3.16.



Gambar 3.16. Hasil pengukuran tegangan $V_{i(konv.)}$ dan arus out put $I_{o(konv)}$

Hasil pengukuran tegangan $V_{i(konv.)} = 3,702$ volt dan pengukuran arus $I_{o(konv)} = 0,0280$ ampere. Besarnya nilai tegangan out put parameter $V_{o(konv.)}$ di hitung menggunakan persamaan $V_{o(konv.)} = I_{o(konv)} \times R = 0,0280 \text{ ampere} \times 100 \text{ ohm} = 2,80 \text{ volt}$. Kemudian pengukuran arus input parameter $I_{i(konv)}$ saat intensitas sinar cahaya matahari pada siang hari kondisi terang menghasilkan $I_{i(konv)} = 0,048$ ampere pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. 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: $P_{i(konv.)} = V_{i(konv.)} \times I_{i(konv.)} = 3,702 \text{ volt} \times 0,048 \text{ ampere} = 0,178 \text{ watt}$. Kemudian hasil daya out put $P_{o(konv.)}$ pada *buck* konverter dc-dc di hitung menggunakan persamaan: $P_{o(konv.)} = V_{o(konv.)} \times I_{o(konv.)} = 2,80 \text{ volt} \times 0,0280 \text{ ampere} = 0,078 \text{ watt}$. 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 3.8.

Tabel 3.8. 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 $V_{sel(konv.)} = V_{i(konv.)} = 3,702 \text{ volt}$. Dengan demikian nilai daya out put sel surya beban input *buck* konverter dc-dc parameter $P_{sel(konv)} = P_{i(konv.)} = 0,178 \text{ watt}$. 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 3.9.

Tabel 3.9. 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

III.4. Effisiensi daya out put sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc

Daya out put sel surya 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 effisiensi daya sel surya. Effisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc terbebani resistor R = 100 Ω di hitung menggunakan persamaan, sbb.:

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

$$\text{Eff.sel}_{(konv.R)} = 43,82 \%$$

Rekapitulasi effisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc yang terbebani resistor R = 100 Ω pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Effisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc

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

Hasil nilai effisiensi daya sel surya parameter $\text{eff.sel}_{(konv.R)}$ menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R dinyatakan lebih efisien, jika dibandingkan dengan effisiensi daya sel surya parameter $\text{eff.sel}_{(R)}$ tanpa menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R tersebut.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber tegangan listrik out put perangkat sel surya dihasilkan dari pembangkit listrik energi tenaga cahaya matahari berubah-ubah atau tidak stabil terhadap perubahan intensitas tenaga sinar cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya. Pada penyinaran luas permukaan sel surya dengan intensitas cahaya matahari menghasilkan sumber level tegangan out put sel surya berubah-ubah terhadap perubahan intensitas cahaya matahari pada siang hari terang dan sore hari. Karakterisasi tegangan listrik out put sel surya rata-rata tanpa beban listrik eksternal berubah-ubah terhadap perubahan intensitas cahaya matahari yang menyinari luas permukaan sel surya pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Tegangan out put sel surya rata-rata tanpa beban listrik

Spesifikasi tegangan maksimum sel surya	Tegangan out put sel surya rata-rata tanpa beban	Kondisi intensitas cahaya matahari menyinari luas permukaan sel surya
$V_{m(sel)}$	$V_{sel(no-load)rata2}$	
5 volt	4,21 volt	Siang hari terang s/d sore hari.

Spesifikasi tegangan out put sel surya maksimum tanpa beban adalah $V_m = 5$ volt kapasitas daya sel surya maksimum tanpa beban $P_{m(sel)} = 0,4$ watt. Sumber tegangan out put sel surya parameter $V_{m(sel)} = 5$ volt mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ diperoleh daya sel surya yang diserap oleh daya beban resistor R sebesar $P_{sel(R)} = 0,09$ watt. Hasil nilai efisiensi daya sel surya yang diserap oleh beban resistor R dinyatakan parameter $eff_{sel(R)}$ dihitung berdasarkan hasil perbandingan antara nilai daya $P_{sel(R)}$ terhadap nilai daya $P_{m(sel)}$ pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Tegangan out put sel surya mensuplai beban resistor R

$P_{m(sel)}$	$P_{sel(R)}$	$Eff_{sel(R)}$
0,4 watt	0,09 watt	22,5 %

Pada penelitian ini hasil efisiensi daya sel surya diserap oleh daya beban resistor R sebesar 22,5 % dengan menghubungkan perangkat *buck converter dc-dc* pada bagian out put sel surya untuk mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$ tersebut. Hasil nilai

effisiensi daya sel surya diserap oleh daya beban resistor termasuk kecil dinyatakan kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh faktor parameter resistansi dalam R_d yang terhubung seri dengan tegangan out put sel surya sebagai sumber tegangan listrik searah/dc mensuplai beban resistor $R = 100 \Omega$.

Pada penelitian ini ditentukan nilai effisiensi daya sel surya menggunakan perangkat *buck converter dc-dc* yang dipasang pada bagian out put sel surya untuk mensuplai beban resistor R . Perolehan capaian hasil penelitian didukung menggunakan data hasil parameter, sbb.:

(1) karakterisasi daya input *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 parameter $V_{i(konv.)}$ terhadap daya out put tanpa beban parameter $P_{o(konv.)}$

(2) daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc mensuplai beban resistor R parameter $P_{sel[konv.(R)]}$.

Hasil karakterisasi nilai daya input *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 parameter $P_{i(konv.)}$ terhadap nilai daya out put tanpa beban resistor dinyatakan parameter $P_{o(konv.)}$ adalah $P_{o(konv.)} = P_{i(konv.)}$ diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Karakterisasi input/out put *buck* konverter dc-dc tipe FC-75

Daya input converter	Daya out put tanpa beban R	Keterangan
$P_{i(konv.)}$	$P_{o(konv.)}$	$P_{o(konv.)} = P_{i(konv.)}$
0,178 watt	0,078 watt	

Capaian hasil penelitian effisiensi daya sel surya menggunakan *buck converter dc-dc* mensuplai beban resistor R parameter $eff.sel[konv.(R)]$ pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Effisiensi daya sel surya menggunakan *buck* konverter dc-dc

Daya sel surya beban konverter dc-dc	Daya out put konverter beban R	Effisiensi daya sel surya
$P_{sel(konv.)} = P_{i(konv.)}$	$P_{o[konv.(R)]}$	$Eff.sel[konv.(R)]$
0,178 watt	0,078 watt	43,82 %

Hasil effisiensi daya sel surya menggunakan *buck converter dc-dc* terhubung ke beban resistor sebesar $eff.sel(konv.R) = 43,82 \%$ yang lebih efisien dibandingkan hasil effisiensi daya sel surya yang secara langsung tanpa menggunakan *buck converter dc-dc* mensuplai beban resistor R sebesar $eff.sel(R) = 22,5 \%$.

BAB V

KESIMPULAN

- (1) Sumber tegangan out put sel surya memiliki spesifikasi level tegangan maksimum $V_m = 5$ volt dengan kapasitas daya maksimum $P_m = 0,4$ watt mengalami perubahan nilai level tegangan out put terhadap perubahan intensitas cahaya matahari yang menyinari luas permukaan sel surya.
- (2) Perangkat sel surya menghasilkan sumber level tegangan listrik searah/dc terhubung rangkain seri dengan resistansi dalam (R_d) sel surya mempengaruhi penurunan nilai level tegangannya ketika mensuplai beban listrik eksternal resistor $R = 100$ ohm.
- (3) Perangkat sel surya menghasilkan level tegangan out put sel surya berubah-ubah ketika disinari oleh perubahan intensitas cahaya matahari pada siang hari kondisi terang dan kondisi sore hari mencapai nilai tegangan out put sel surya rata-rata parameter $V_{sel(R) \text{ rata-rata}}$ mensuplai beban listrik eksternal resistor R mengalirkan arus $I_{sel(R)}$ mencapai daya sel surya pada beban resistor R parameter daya $P_{sel(R)}$.
- (4) Tegangan out put sel surya langsung mensuplai beban listrik eksternal resistor sebesar $R = 100$ ohm menghasilkan nilai parameter daya $P_{sel(R)}$ terbebani oleh beban resistor R diperoleh efisiensi daya sel surya parameter $eff_{sel(R)} = 22,5 \%$.
- (5) Penambahan pada bagian out put sel surya dengan perangkat *buck* konverter dc-dc tipe FC-75 mensuplai beban listrik eksternal resistor R diperoleh efisiensi daya sel surya pada beban listrik resistor R mencapai sebesar $Eff_{sel[konv.(R)]} = 43,82\%$.
- (6) 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.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hilmansyah, Ramli Optimalisasi Intensitas Cahaya pada Luas Permukaan Solar Cell, Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 5 No. 1 April 2017, pp. 90-95.
- [2] Martawati, 2018, Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya, Jurnal ELTEK, Vol.16,ISSN.1693-4024.
- [3] I. Kholiq, “Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM,” Jurnal IPTEK, Vol. 19, No. 2, hal. 75-91, 2015.
- [4] Surya Hasyim Asy’ari, Jatmiko, dan Angga, 2012, Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya, Simposium Nasional RAPI XI FT UMS, 2012, ISSN 1412-9612. ISSN 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624.
- [5] R. Magrissa, Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono Crystalline Silikon Sel Solar, Juli, 2020.
- [6] Fifi Hesty Sholihah, dkk. [2021], Analisis Pemilihan Konverter Daya DC-DC pada Pembangkit Listrik EBT, Jurnal Suara Teknik, pp. 6 – 10.
- [7] <https://pendidikan.co.id/pengertian-sel-surya-jenis-struktur-rangkaian-dan-prinsip/>
- [8] <https://id.aliexpress.com/i/32887359893.html>
- [9] Suwitno, Yusnita, Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter, Journal of Electrical Technology, Vol. 2, No. 3, pp 61-66, 2017.

Rincian Biaya Penelitian

Parameter	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1. Pembelian dan Pembuatan peralatan			
Material/bahan peralatan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total harga (Rp)
-Panel peralatan penelitian.	1 unit	1.500.000	1.500.000
-Sel Surya tipe 0,4 W	1 unit	100.000	100.000
-Kabel penghubung dan soket	1 unit	180.000	180.000
-Timah	Paket	20.000	20.000
-Konverter dc-dc tipe FC-75	1 unit	250.000	200.000
Sub Total 1			2.050.000
2. Uji Coba peralatan			
- Pengoperasian peralatan	1 unit	600.000	600.000
- Uji coba dan pengukuran	1 unit	300.000	300.000
- Baterai alat ukur	1 unit	100.000	100.000
Sub Total 2			1.00.000
3. Perjalanan pembelian alat dan studi literatur			
-Serpong – Glodok PP	2	200.000	400.000
-Studi Literatur + Penulisan	Paket	800.000	800.000
Sub total 3			1.200.000
4. Operasional			
-Pulsa internet	4 bulan	paket	250.000
-Tinta printer 3 warna	4 warna	50.000	200.000
Sub Total 4			450.000
5. Belanja material non operasional			
-Kertas HVS	1 rim	50.000	50.000
-Foto copy literatur dan naskah.	1 paket	100.000	100.000
-Foto-copy laporan hasil akhir penelitian + Jilid soft cover.	3 exemplar	50.000	150.000
Sub Total 5			300.000
Biaya Total = Rp 2.050.000 + Rp 1.000.000 + Rp 1.200.000 + Rp 450.000 + Rp 300.000			
= <u>Rp 5.000.000</u>			