

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MANDIRI

Pengaruh Pemasangan Konverter DC-DC Pada Output Sel Surya Pengisi Baterai Charge Menggunakan Penyinaran Cahaya Lampu LED



PELAKSANA

Nama Dosen : Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT

NIDN: 0315095902

Anggota Mahasiswa : Hilal Fauzan

NIM: 1111900018

Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
SERPONG JANUARI 2023**



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

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

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

SURAT TUGAS

No. : 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/XI/2022

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian bagi Dosen Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

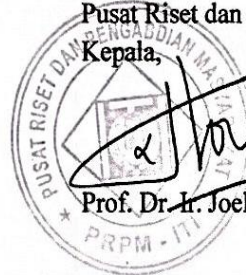
Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Elektro;
2. Surat Permohonan Tanggal 08 November 2022;
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

DITUGASKAN

Kepada : Dosen Program Studi Teknik Elektro-ITI (Terlampir)

Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM-ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 08 November 2022
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T.

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi Teknik Elektro
4. Arsip

Lampiran Surat Tugas

No. 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/XI/2022

Tanggal 08 November 2022

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO SEMESTER GANJIL THN AKADADEMIK: 2022/2023

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	SUSUNAN TMT	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Simulasi Pengujian Turbin Angin Savonius: Studi Kasus di Serang, Banten	Engineering and Technology	Ketua: Ir. Edwin kamal, S.T., M.Eng.Sc., IPM Anggota: 1. Dra.Ir. Sri Yatmani, M.SI 2. Ir. Adi Setiawan, S.T., M.Eng.Sc., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Muh Izza Mahendro
2	Pengaruh Pemasangan Konverter DC-DC pada Output Sel Surya Pengisi Baterai Charge Menggunakan Penyalinan Cahaya Lampu LED	Energi Terbarukan	Ir. Parliindungan Pandapotan Marpaung, M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Hilal Fauzan (NRP: 11111900018)
3	Peningkatan Kehandalan Inkubator Fermentasi Tempe Skala Produksi UMKM	Engineering and Technology	Ketua: Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc Anggota: 1. Ir. Tita Aisyah, M.T 2. Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM	Hibah PTUPT	150.800.000	UMKM Tempe H. Sahlan	1. Melin Carmelinda 2. M. Yusrillah Surya 3. M. Harris
4	Rancang Bangun Sistem Pembaca Gerak Tungkal Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Perangkat Lunak Matlab	Engineering and Technology	Ketua: Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T Anggota: 1. Ir. Ulfah Khairiyah Luthfiyani, S.T., M.Eng 2. Dra. Ir. Ratnawati, M.SI	Mandiri	15.000.000	Tidak ada	1. Aff Rizfalah 2. Airlangga Buana Pati 3. Raul Andikamas



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	iii
ABSTRAK	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
BAB II TEORI PENDUKUNG	4
2.1. Panel Sel surya	4
2.2. Baterai charge sebagai penyimpan energi listrik	6
2.3. Sumber cahaya lampu LED	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1. Tegangan listrik out put sel surya	10
3.2. Tegangan listrik ou put konverter dc-dc	11
3.3. Pengujian pengisian baterai charge HP	13
3.4. Tegangan listrik Voc sel surya pengisi baterai charge HP	14
3.5. Sumber tegangan $V_{oc(konv.)}$ pengisi baterai charge HP	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
BAB V KESIMPULAN	19
DAFTAR PUSTAKA	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fisik panel se surya tipe kapasitas 3 W (watt)	5
Gambar 2.2. Rangkaian listrik ekivalen fotovoltaiik sel surya	5
Gambar 2.3. Karakteristik parameter kelistrikan out put sel fotovoltaiik	5
Gambar 2.4. Bentuk fisik baterai charge	6
Gambar 2.5. Suplai tegangan listrik out put sel surya pengisi baterai charge	6
Gambar 2.6. Lampu LED cahaya putih kapasitas daya listrik	8
Gambar 3.1. Skematik diagram metodologi penelitian	9
Gambar 3.2. Skematik tegangan out put sel surya V_{oc}	10
Gambar 3.3. Penyinaran cahaya lampu LED berjarak $r = 0,1$ meter	10
Gambar 3.4. Penyinaran cahaya lampu LED berjarak $r = 0,25$	11
Gambar 3.5 Tegangan $V_{O(konv.)} = 4,07$ pada kondisi $V_{oc} = 5,79$ volt	12
Gambar 3.6. Skematik perangkat konverter dc-dc terhubung ke out put sel surya	12
Gambar 3.7. Hasil $V_{O(konv.)} = 4,08$ volt pada kondisi $V_{oc} = 5,15$ volt	13
Gambar 3.8. Tegangan V_{oc} mengisi baterai charge sebesar $V_{1(bat.)} = 2,816$ volt ...	14
Gambar 3.9. Skematik tegangan $V_{oc(sel)}$ terhubung ke baterai charge HP	15
Gambar 3.10. Tegangan $V_{O(konv.)}$ mengisi baterai charge sebesar $V_{2(bat.)} = 2,852$ V ...	16
Gambar 3.11. Skematik tegangan $V_{O(konv.)}$ terhubung ke baterai charge HP	16

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data parameter lampu LED tipe I65	8
Tabel 3.1. Hasil pengukuran tegangan Voc dan arus Isc	11
Tabel 3.2. Tegangan $V_{O(konv.)}$ dalam kondisi stabil pada perubahan Voc	13
Tabel 3.3. Kapasitas energy listrik baterai kondisi maksimum	14
Tabel 3.4. Rekapitulasi nilai $V_{1(bat.)}$ dan $W_{1(bat.)}$	15
Tabel 3.5. Rekapitulasi nilai $V_{2(bat.)}$ dan $W_{2(bat.)}$	16
Tabel 4.1. Perbedaan hasil tegangan out put $V_{O(konv.)}$ terhadap $V_{oc(sel)}$	17
Tabel 4.2 Energi listrik baterai telah terisi di suplai tegangan $V_{O(sel)}$ dan $V_{O(konv.)}$	18
Tabel 4.3 Nilai persen (%) energi baterai yang telah terisi	18

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh Pemasangan Konverter DC-DC Pada Output Sel Surya Pengisi Baterai Charge Menggunakan Penyinaran Cahaya Lampu LED

Jenis Penelitian : Penelitian Evaluasi

Bidang Penelitian : Teknik Elektro

Tujuan Sosial Ekonomi : Kualitatif

Ketua Peneliti

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

b. NIDN : 0315095902

c. Jabatan Fungsional : Dosen Tetap

d. Program Studi : Teknik Elektro

e. No.Hp. : 08128212064

f. Alamat Email : parlindungan.reni@gmail.com

Anggota Mahasiswa/ Nim : Hilal Fauzan / 1111900018

Institusi : ITI – Serpong

Institusi Sumber Dana : Mandiri

Biaya Penelitian : Rp 10.000.000

Serpong, 25 Januari 2023

Mengetahui;

Ka.Prodi Teknik Elektro



Saharudin, ST.,M.Eng.Sc.,IPM

NIDN: 0310107702

Ketua Peneliti;

Ir. Parlindungan P.M., MT

NIDN: 0315095902

Menyetujui;

Kepala Pusat Riset Dan Pengabdian Masyarakat



Prof. DR. Ir. Joelianingsih, MT

NIDN: 0310076406



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

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

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

SURAT KETERANGAN

No: 001/LPD-PSTK/F.2A/1/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Telah diterima 1 (satu) eksemplar Laporan Penelitian Dosen (Mandiri) oleh Perpustakaan Pusat ITI pada hari Kamis, 26 Januari 2023 dengan keterangan sebagai berikut:

Judul Penelitian:

Pengaruh Pemasangan Konverter DC-DC Pada Output Sel Surya Pengisi Baterai Charge Menggunakan Penyinaran Cahaya Lampu LED

TIM PENELITI :

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Nama : Ir. Parlindungan P. Marpaung, MT | 2. Nama : Hilal Fauzan |
| NIDN/NIM : 0315095902 | NIDN/NIM : 1111900018 |
| Jabatan : Dosen Tetap ITI | Jabatan : Mahasiswa |
| Prodi : Teknik Elektro | Prodi : Teknik Elektro |

Laporan tersebut telah menjadi koleksi perpustakaan dengan No. Registrasi: LPD 2023 001

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Tangerang Selatan, 26 Januari 2023

Kepala Perpustakaan Pusat ITI



Ahmad Jauzi, S.IP

Abstrak

Tegangan listrik out put sel surya berubah-ubah menjadi tidak stabil seiring perubahan tenaga sinar cahaya matahari menyinari permukaan sel yang menyebabkan terjadinya regulasi perubahan tegangan out put nya. Pengujian regulasi perubahan tegangan listrik out put dari sel surya dilakukan dengan cara tenaga sinar cahaya berasal dari lampu LED ke permukaan sel surya. Penambahan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya dilakukan menghindari regulasi atau perubahan tegangan listrik out put sel surya. Hasil pengujian tegangan listrik out put dari konverter dc-dc stabil terhindar dari regulasi perubahan tegangan out put sel surya digunakan mensuplai tegangan listrik pada beban eksternal atau beban listrik pengisian baterai charge HP. Hasil penelitian regulasi perubahan tegangan out put sel surya sebesar $V_{O(\text{sel})} = 5,79$ s/d $5,15$ volt terhadap perubahan tenaga sinar cahaya melalui perubahan jarak penyinaran tenaga sinar cahaya dari lampu LED ke permukaan sel surya. Sedangkan penambahan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya menghasilkan parameter tegangan listrik out put konverter stabil atau konstan sebesar $V_{O(\text{konv.})} = 4,07$ volt. Kemudian dilakukan pengujian beban pengisian baterai charge HP terdapat perbedaan, yaitu (1) Sumber tegangan pengisi $V_{O(\text{sel})}$ sel surya tanpa konverter dc-dc diperoleh energi listrik baterai charge HP sebesar $W_{O1(\text{bat.})} = 1,408$ watt.jam dan (2) Sumber tegangan pengisi $V_{O(\text{konv.})}$ konverter dc-dc diperoleh energi listrik baterai mencapai sebesar $W_{O2(\text{bat.})} = 1,426$ watt.jam. Terdapat perbedaan nilai persen (%) energi listrik parameter $W_{O(\text{bat.})}$ pada hasil pengisian baterai charge menggunakan out put perangkat konverter dc-dc menjadi lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan out put sel surya tanpa menambahkan konverter dc-dc.

BAB I PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi terbarukan diantaranya dengan memanfaatkan tenaga intensitas radiasi cahaya matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik menjadi output parameter tegangan listrik searah/dc disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada perlakuan penyinaran intensitas energi radiasi cahaya menyinari permukaan sel surya menghasilkan tegangan listrik dc pada bagian output dapat digunakan mensuplai ke tegangan pada beban listrik pengisian baterai *charge* atau penyimpanan energi listrik. Telah dilakukan penelitian tegangan keluaran sel surya berubah-ubah sesuai dengan kondisi sinar cahaya matahari menyinari permukaan yang menyebabkan hasil tegangan listrik output menjadi tidak stabil sesuai dengan kebutuhan tegangan pengisian akumulator. Kemudian tegangan listrik dc out put sel surya disuplai ke beban listrik terlebih dahulu dilakukan penyimpanan energi, antara lain penyimpanan energi daya listrik pada beban listrik baterai charge atau akumulator/aki untuk menyimpan energi (*energy saver*) listrik menjadi tidak stabil.[1],[3]. Selanjutnya telah dilakukan penelitian perancangan konverter dc-dc untuk menstabilkan regulasi tegangan keluaran sel surya menggunakan teknologi *boost* konverter melalui tegangan keluaran dari panel fotovoltaik *solar cell* [3]. Hal ini level tegangan listrik out put sel surya sebagai pengisi berubah-ubah mengisi baterai *charge*, sehingga dimungkinkan level tegangan listrik yang telah terisi atau tersimpan akan menjadi lebih besar dibandingkan level tegangan pengisian, sehingga pengisian baterai charge menjadi turut berubah-ubah. Pada penelitian ini dilakukan penyinaran permukaan sel surya dengan energi intensitas cahaya yang tidak berubah untuk menghasilkan variabel tetap tegangan out put sel surya. Pada penelitian ini digunakan 2 (dua) jenis sumber pembangkit listrik tenaga sel surya menghasilkan suplai sumber tegangan listrik out put, yaitu pertama suplai tegangan listrik out put sel surya tanpa penambahan konverter dc-dc dan kedua suplai tegangan listrik out put berasal dari penambahan perangkat elektronik konverter dc-dc pada out put sel surya.

Perumusan masalah penelitian ini dilakukan penyinaran permukaan sel surya intensitas radiasi cahaya tetap atau tidak berubah menggunakan sumber intensitas radiasi cahaya berasal dari lampu LED.[1],[4]. Pada penyinaran permukaan sel surya

menggunakan intensitas sinar cahaya tetap atau tidak berubah berasal dari lampu LED bertujuan mendapatkan hasil nilai tegangan listrik out put sel surya menjadi data variabel tetap penelitian. Penyinaran sel surya menggunakan cahaya lampu LED menghasilkan tegangan out put sel surya yang stabil atau konstan. Data variabel tetap regulasi tegangan out put sel surya ini dilakukan dengan cara merubah jarak penyinaran cahaya lampu LED ke permukaan sel surya. Masalahnya terjadinya regulasi tegangan out put sel surya ini untuk dimanfaatkan mensuplai beban listrik pengisian baterai charge menyebabkan menjadi tidak stabil. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan penambahan perangkat elektronika digital konverter dc-dc pada bagian output sel surya untuk menghasilkan tegangan out put berasal dari konverter dc-dc menjadi stabil yang terhindar dari regulasi tegangan listrik out put sel surya. Hasil tegangan listrik out ptu konverter dc-dc sumber tegangan listrik output sel surya yang teregulasi tersebut menghasilkan tegangan listrik out put konverter yang stabil dan konstan. Tegangan listrik out put sel surya terhubung paralel dengan tegangan baterai charge selama pengisian baterai charge. Hasil akhir penelitian diperoleh manfaat pengisian baterai charge menggunakan sumber tegangan berasal dari out put perangkat konverter dc-dc dibandingkan sumber tegangan pengisian berasal dari output sel surya tanpa penambahan perangkat konverter dc-dc.

Tujuan penelitian adalah penambahan konverter dc-dc pada bagian ouput sel surya untuk pengisian baterai *charge*, sehingga terhindar dari regulasi tegangan pada out put sel surya ketika tenaga intensitas cahaya menyinari permukaan sel surya mengalami perubahan. Hasil tegangan listrik out put konverter dc-dc yang stabil, konstan dan terhindar dari regulasi tegangan menjadi lebih efektif digunakan mensuplai ke beban listrik pengisian baterai charge dibandingkan dengan penggunaan suplai tegangan listrik out put sel surya tanpa penambahan perangkat konverter dc-dc.

BAB II 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 radiasi cahaya matahari menyinari permukaan sel surya, maka energi foton cahaya dikonversikan oleh detektor fotovoltaik material sel surya yang menghasilkan tegangan listrik searah/dc pada bagian outputnya. Menurut peneliti ilmuawan Planck dan Einstein, bahwa cahaya memancarkan radiasi sinar cahaya dengan 1 (satu) energi yang mencakup energi foton fungsi spektrum panjang gelombang masing-masing warna cahaya. Perumusan matematis energi foton parameter E terhadap panjang gelombang cahaya (λ) memiliki hubungan berbanding terbalik di rumuskan seperti pada persamaan (2.1).[2].

$$E = h.c. \lambda \quad (2.1)$$

h = konstanta Planck = 6.626×10^{-34} joule.s

c = kecepatan cahaya = 2.998×10^8 m/s.

Partikel seperti foton dan elektron, satuan yang biasa digunakan adalah elektron-volt (eV) bukan joule (J). Satu elektron-volt adalah energi yang dibutuhkan untuk menaikan satu elektron melalui satu volt, sehingga energi dari sebuah foton yang memiliki energi 1 eV = 1.602×10^{-19} joule. Dengan demikian besar nilai konstanta $h.c$ pada persamaan (1) di atas dapat ditulis nilai $h.c = 1.24 \times 10^{-6}$ eV/ μm . Hasil persamaan matematis hubungan energi foton parameter E dinyatakan dalam satuan eV (elektron volt) dan panjang gelombang dalam satuan μm (mikro meter) pada persamaan (2.1).

$$E = 1,24. \lambda \quad (2.1)$$

E = energi foton, satuan eV

λ = panjang gelombang cahaya, satuan μm .

2.1. Panel sel surya

Pada panel sel surya terdapat sensor cahaya sel fotovoltaik berfungsi merubah energi foton radiasi cahaya matahari menjadi listrik. Secara fisik panel sel surya tipe kapasitas 3 W (watt) pada Gambar 2.1. Material sel surya terintegrasi dengan beberapa sel *photovoltaic* (PV) atau detektor fotovoltaik yang setiap sel fotovotaik berfungsi mengkonversikan energi intensitas radiasi sinar cahaya menjadi tegangan listrik searah/dc.



Gambar 2.1 Fisik panel sel surya tipe kapasitas 3 W (watt)

Spesifikasi parameter sel surya yang digunakan, sbb.:

Model : 3 watt

P_m : 3 watt

V_{mp} : 5,85 volt

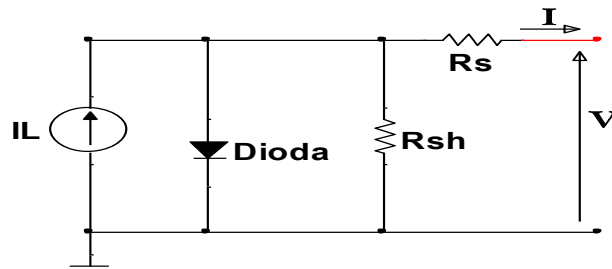
I_{mp} : 0,51 Ampere (A)

V_{oc} : 7,32 volt

I_{sc} : 610 mA = 0,61 A

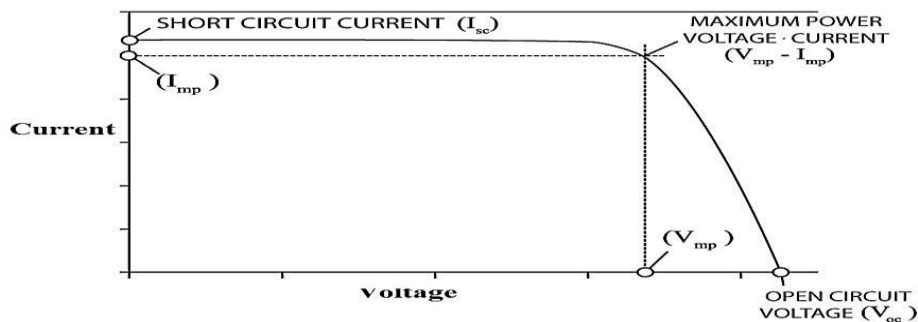
Luas : $A_{(sel)} = (19,5 \text{ cm}) \times (10,5 \text{ cm}) = 204,75 \text{ cm}^2 = 0,0205 \text{ m}^2$.

Rangkaian ekivalen kelistrikan salah satu dari beberapa sel fotovoltaik panel sel surya diperlihatkan pada Gambar 2.2.[2],[3].



Gambar 2.2. Rangkaian listrik ekivalen fotovoltaik sel surya

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



Gambar 2.3. Karakteristik parameter kelistrikan output sel fotovoltaik

Keterangan gambar kurva:

V_{oc} = tegangan output open circuit satuan volt

V_{mp} = tegangan listrik maksimum

I_{sc} = arus listrik *short circuit* (hubung singkat), satuan amper

I_{mp} = arus maksimum

P_{mp} = daya listrik maksimum, satuan watt.

2.2. Baterai charge sebagai penyimpanan 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. Arus listrik mengisi baterai charge berlangsung, apabila suplai sumber tegangan listrik pengisi baterai charge lebih besar dari tegangan baterai charge yang di isikan, sehingga arus listrik kembali mengalir menuju ke baterai charge. Baterai *charge* sebagai penyimpanan energi listrik antara lain secara fisik diperlihatkan pada Gambar 2.4.



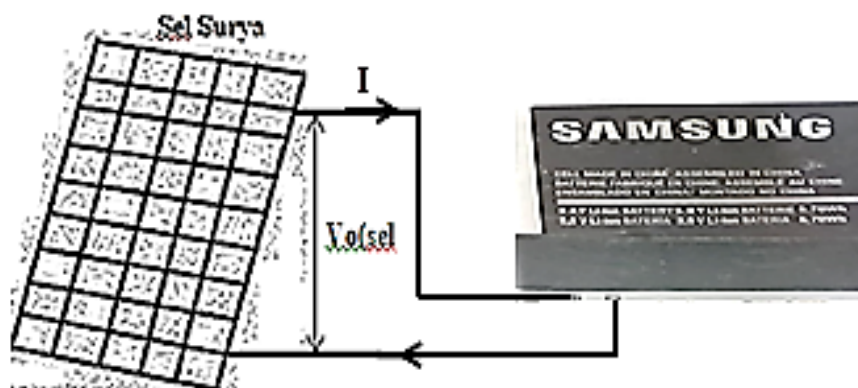
Gbr. 2.4 (a) Baterai charge



Gbr. 2.4 (b) Baterai charge HP

Gambar 2.4 Baterai charge

Baterai *charge* sebagai penyimpanan energi listrik searah/dc dapat disuplai dengan pembangkit tegangan listrik dc/searah sebagai pengisi yang terkait dengan level tegangan listrik pengisian baterai. Skema rangkaian pembangkit listrik tenaga sel surya sebagai sumber tegangan listrik digunakan untuk pengisi baterai charge pada Gambar 2.5.[4].



Gambar 2.5. Suplai tegangan listrik output sel surya pengisi baterai charge

Pada pengisian baterai charge 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 di rumuskan pada persamaan (2.2). [5]

$$P = V \cdot I \quad (2.2)$$

Keterangan:

P = Daya listrik, watt

V = Tegangan, volt

I = Arus, amper.

Kapasitas energi listrik dihasilkan oleh suplai tegangan listrik mengalirkan arus listrik selama waktu t detik pada persamaan (2.3).

$$W = V \cdot I \cdot t \quad (2.3)$$

Dimana:

W = Energi listrik, watt.jam (W.h)

V = Tegangan, volt.

I = Arus, amper.

t = Waktu, jam atau hours (h).

Lama pemakaian arus listrik di suplai ke beban listrik adalah hasil perbandingan kapasitas lama energi listrik terhadap daya listrik yang tersedia menggunakan persamaan (2.2) dan persamaan (2.3) di rumuskan seperti persamaan (2.4).

$$t = \frac{W}{P} \quad (2.4)$$

Dimana:

t = Lama waktu, (jam)

W = Kapasitas lama energi listrik, watt.jam (W.h)

P = Daya listrik, watt (W).

2.3. 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 2.6.[6], [7].



Gambar 2.6. Lampu LED cahaya putih daya listrik 20 watt

Data parameter sumber cahaya putih dari lampu LED tipe I65 seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data parameter lampu LED tipe I65

Daya input listrik LED	Kuat cahaya penerangan	Efikasi (Ef)	Luas area permukaan
P_{LED} (watt)	F (lumen)	(lumen/watt)	A (m^2)
20	900	45	0,014

Parameter sumber cahaya lampu LED perlu dipahami antara lain kuat cahaya penerangan, intensitas radiasi cahaya, iluminasi cahaya dan efikasi cahaya.

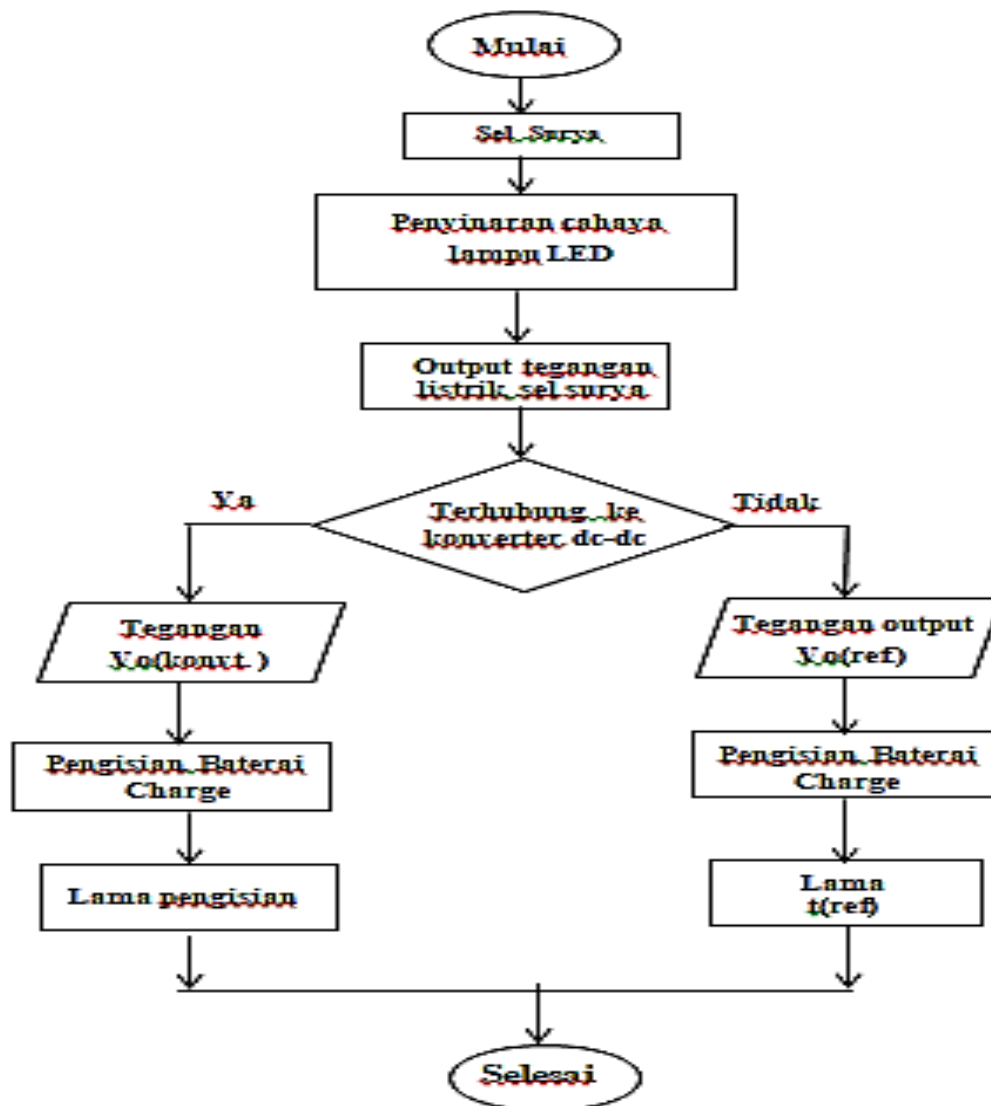
- (1) Kuat cahaya penerangan: cahaya yang dipancarkan sumber cahaya satuan lumen.
- (2) Intensitas radiasi cahaya: kuat cahaya yang dipancarkan ke suatu arah tertentu per kuadrat jarak dari sumber cahaya ke obyek cahaya.
- (3) Steredian: sudut ruang pada titik tengah bola antara jari-jari luar permukaan bola sebesar kuadrat jari-jarinya.
- (4) Efikasi: perbandingan kuat cahaya penerangan dengan daya listrik sumber cahaya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan utama metoda penelitian ini terdiri adalah sebagai-berikut;

- (1) Baterai charge penyimpan energi listrik
- (2) Sel surya tipe 3 W (watt)
- (3) Lampu LED cahaya putih kapasitas daya listrik 20 watt
- (4) Panel rancangan perakitan alat
- (5) Konverter dc-dc
- (6) Peralatan alat ukur kelistrikan

Skematik diagram metodologi penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skematik diagram metodologi penelitian

3.1. Tegangan listrik output sel surya

Skematik tegangan listrik output searah/dc sel surya dinyatakan parameter V_{oc} diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skematik tegangan out put sel surya V_{oc}

Spesifikasi parameter sel surya yang digunakan adalah, sbb.:

P_m : 3 watt

V_{mp} : 5,85 volt

I_{mp} : 0,51 Ampere (A)

V_{oc} : 7,32 volt

I_{sc} : 610 mA = 0,61 A

Luas : $A_{(sel)} = (19,5 \text{ cm}) \times (10,5 \text{ cm}) = 204,75 \text{ cm}^2 = 0,0205 \text{ m}^2$.

Perakitan peralatan penyinaran cahaya putih lampu LED menyinari permukaan sel surya menggantikan sumber cahaya matahari. Hasil tegangan listrik output searah/dc sel surya dinyatakan parameter V_{oc} dijadikan sebagai data variabel tetap penelitian. Parameter data variabel tetap penelitian melakukan perubahan jarak penyinaran radiasi intensitas cahaya lampu LED menghasilkan perubahan tegangan V_{oc} sel surya. Pada penelitian ini tegangan listrik searah/dc berasal dari penyinaran permukaan sel surya menggunakan sumber cahaya putih dari lampu LED. Penyinaran cahaya putih lampu LED berjarak $r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ ke permukaan sel surya diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Penyinaran cahaya lampu LED berjarak $r = 0,10 \text{ meter}$

Intensitas cahaya lampu LED yang jatuh atau terpapar berjarak $r = 0,10$ meter ke permukaan sel surya di konversikan oleh fotovoltaik sel surya menjadi listrik pada bagian out put panel sel surya. Pengukuran tegangan listrik output dan arus listrik searah/dc tanpa beban pada bagian output sel surya open circuit/tanpa beban dinyatakan parameter V_{oc3} menggunakan alat ukur voltmeter digital diperoleh hasil pengukuran $V_{oc} = 5,79$ volt. Pengukuran arus listrik tanpa beban adalah arus listrik hubung singkat parameter I_{sc} menggunakan amper meter digital $I_{sc} = 5,2$ (mA) = 0,0052 A. Daya listrik out put P_{oc} dihitung menggunakan persamaan $V_{oc} = V_{oc} \times I_{sc} = 5,79$ volt \times 0,0052 = 0,0301 watt.

Perubahan jarak lampu LED mencapai sebesar $r = 25$ cm = 0,25 meter menyinari permukaan sel surya menimbulkan perubahan hasil tegangan listrik out put menjadi V_{oc} diperlihatkan pada Gambar 3.4. Hasil pengukuran besarnya nilai perubahan parameter V_{oc} pada jarak penyinaran ke permukaan sel surya sebesar $r = 0,25$ m adalah $V_{oc} = 5,15$ volt.



Gambar 3.4. Penyinaran cahaya lampu LED berjarak $r = 0,25$ meter

Rekapitulasi hasil pengukuran parameter tegangan V_{oc} dan arus I_{sc} pada penyinaran cahaya lampu LED ke bidang permukaan sel surya berjarak r pada Tabel 3.1.

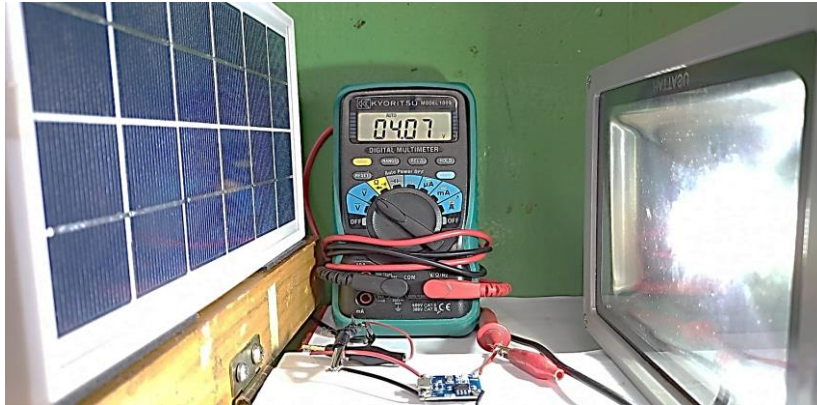
Tabel 3.1. Hasil pengukuran tegangan V_{oc} dan arus I_{sc}

Jarak penyinaran	Tegangan listrik out put	Arus listrik out put
r	V_{oc}	I_{sc}
0,10 m	5,79 volt	0,0052 A
0,25 m	5,15 volt	0,0027 A

3.2. Tegangan listrik out put konverter dc-dc

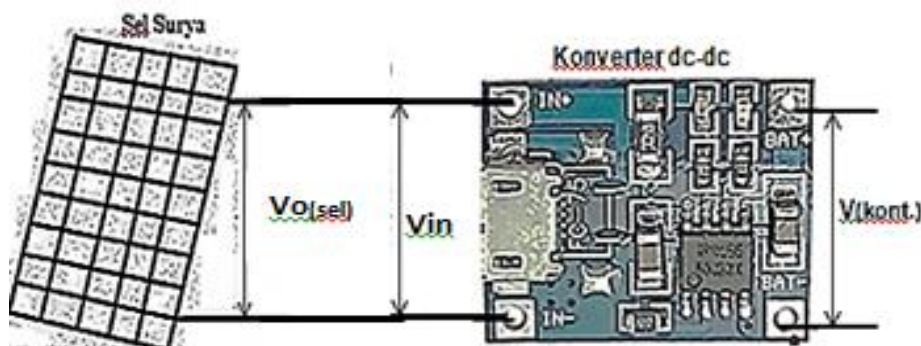
Sumber tegangan listrik output dari konverter dc-dc diperoleh dengan cara menambahkan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya. Konverter dc-dc

menghasilkan tegangan out put dinyatakan parameter $V_{O(konv.)}$ berfungsi menesetabilan tegangan listrik out put sel surya terhubung ke beban listrik luar/eksternal. Pengujian perangkat konverter dc-dc terhubung ke bagian out put sel surya pada kondisi tegangan $V_{oc} = 5,79$ volt menghasilkan tegangan listrik output konverter dc-dc, yaitu $V_{O(konv.)}$ sebesar $V_{O(konv.)} = 4,07$ volt diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tegangan $V_{O(konv.)} = 4,07$ volt pada kondisi $V_{oc} = 5,79$ volt

Skematik diagram penambahan perangkat konverter dc-dc ke bagian out put sel surya diperlihatkan pada Gambar 3.6. Tegangan input konverter dc-dc parameter $V_{in(konv.)}$ terhubung ke bagian out put sel surya.



Gambar 3.6. Skematik perangkat konverter dc-dc terhubung ke bagian out put sel surya

Spesifikasi parameter konverter dc-dc tipe FC-75, sbb.:

Voltage Regulator Module	: (1 volt – 5 volt) to 5 volt
Input Voltage	: 1 volt - 5 volt dc
Output Voltage	: 5 volt dc
Output Current	: 500 mA

Pada perubahan jarak penyinaran permukaan sel surya menjadi sebesar $r = 0,25$ meter tegangan V_{oc} berubah menjadi sebesar 5,15 volt terhubung ke perangkat konverter dc-dc menghasilkan tegangan listrik output konverter dc-dc, yaitu $V_{O(konv.)}$ stabil sebesar

$V_{O(konv.)} = 4,08$ volt diperlihatkan pada Gambar 3.7. Hal ini perubahan tegangan out put sel surya dari kondisi $V_{oc} = 5,79$ volt menjadi $V_{oc} = 5,15$ volt terhubung ke perangkat konverter dc-dc, maka hasil nilai tegangan out put konverter $V_{O(konv.)}$ tidak mengalami perubahan atau kondisi stabil, yaitu $V_{O(konv.)} = 4,07$ volt $\approx 4,08$ volt. Rekapitulasi hasil pengukuran tegangan $V_{O(konv.)}$ dinyatakan dalam kondisi stabil untuk perubahan tegangan out put sel surya, yaitu V_{oc} tersebut pada Tabel 3.2.



Gambar 3.7. Hasil $V_{O(konv.)} = 4,08$ volt pada kondisi $V_{oc} = 5,15$ volt

Tabel 3.2. Tegangan $V_{O(konv.)}$ dalam kondisi stabil pada perubahan V_{oc}

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

3.3. Pengujian pengisian baterai charge HP

Pada penelitian ini baterai charge HP mengalami kondisi kekurangan energi listrik dilakukan pengisian ulang level tegangannya. Pengisian ulang level tegangan baterai dilakukan menggunakan pembangkit listrik sumber tenaga sel surya, yaitu $V_{O(sel)}$. Suplai tegangan listrik output sel surya sebesar $V_{oc} = 5,79$ volt digunakan mensuplai tegangan listrik baterai charge yang mengalami kekurangan energi listrik agar mencapai level tegangan baterai kondisi normal kembali. Suplai tegangan listrik output sel surya parameter $V_{O(sel)}$ terhubung ke baterai mengalirkan arus listrik pengisian dinyatakan

parameter $I_{0(\text{sel})}$ satuan ampere mengisi baterai charge. Kekurangan level tegangan baterai dan energi listrik baterai dilakukan pengisian baterai hingga mencapai normal kembali. Spesifikasi level tegangan baterai charge dalam kondisi normal adalah tegangan baterai maksimum dinyatakan parameter $V_{(\text{max.bat.})} = 3,6$ volt dan kapasitas lama arus maksimum adalah $C_{(\text{A.h})} = 500$ mA.jam dengan lama kapasitas energi listrik baterai, sbb.: $W_{\text{max.}(bat.)} = V_{(\text{max.bat.})} \times C_{(\text{A.h})} = 3,6$ (volt) \times 500 (mA.jam) = (1800 milli-watt.jam) = 1,8 (watt.jam). $W_{\text{max.}(bat.)} = 1,8$ W.h. Lama kapasitas energi listrik mengisi baterai mencapai kondisi maksimum atau normal kembali diperlihatkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kapasitas energi listrik baterai kondisi maksimum

Level tegangan baterai maksimum	Lama kapasitas arus baterai maksimum	Lama kapasitas energi baterai maksimum
$V_{(\text{max.bat.})}$	$C_{(\text{A.h})}$	$W_{\text{max.}(bat.)}$
3,6 volt	0,5 A.h	1,8 watt.jam

Pada penelitian ini dilakukan pengisian baterai charge HP melalui dua (2) cara, yaitu sumber tegangan listrik berasal dari output $V_{0(\text{sel})}$ sel surya dan sumber tegangan listrik dari output konverter dc-dc, yaitu $V_{0(\text{konv.})}$.

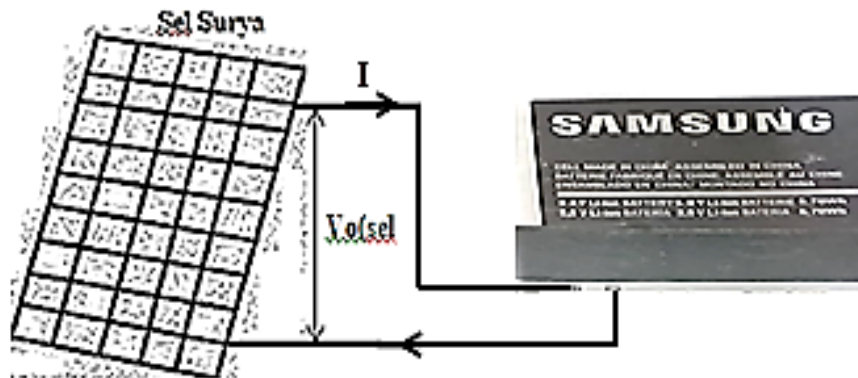
3.4. Tegangan listrik V_{oc} sel surya pengisi baterai charge HP

Tegangan listrik out put sel surya pengisi baterai charge HP adalah $V_{oc} = 5,79$ volt mengalirkan arus listrik menuju baterai charge HP sebesar $I_{0(\text{sel})} = 5,6$ mA yang mencapai tegangan baterai charge HP sebesar $V_{1(\text{bat.})} = 2,816$ volt diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.8. Tegangan V_{oc} mengisi baterai charge sebesar $V_{1(\text{bat.})} = 2,816$ volt

Skematik diagram tegangan out put sel surya terhubung ke beban pengisian baterai charge HP diperlihatkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.9. Skematik tegangan $V_{oc(sel)}$ terhubung ke baterai charge HP

Lama kapasitas energi listrik pengisian baterai charge HP adalah

$$W_{01(bat.)} = V_{1(bat.)} \times C_{(A.h)} = 2,816 \text{ volt} \times 0,5 \text{ A.h} = 1,408 \text{ W.h}$$

$$W_{01(bat.)} = 1,408 \text{ watt.jam.}$$

Hal ini besarnya nilai persen energi listrik pengisian baterai charge HP adalah, sbb.:

Rekapitulasi data parameter $V_{1(bat)}$ dan $W_{01(bat.)}$ diperlihatkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.4. Rekapitulasi nilai $V_{1(bat)}$ dan $W_{1(bat)}$

Tegangan pengisia 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

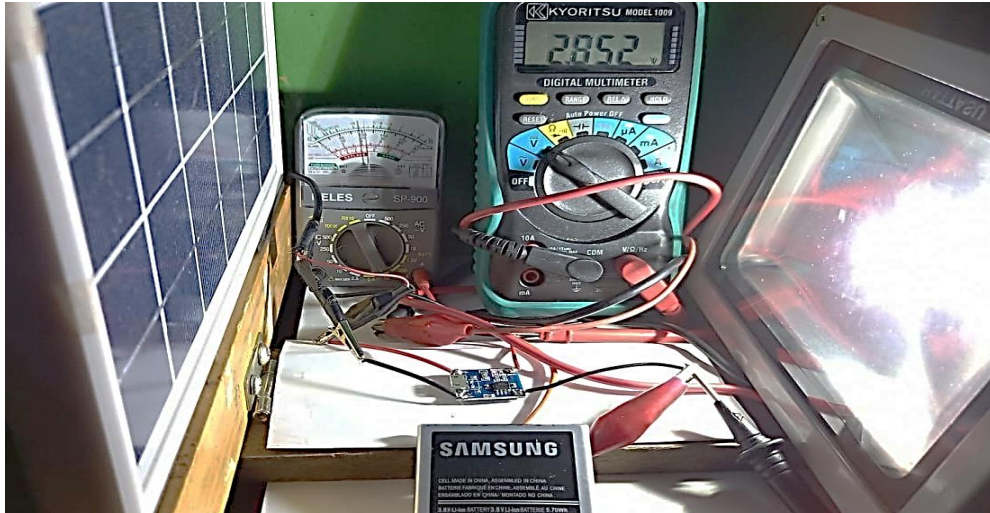
$$\% \text{ Pengisian baterai} = \frac{W_{01(bat.)}}{W_{max(bat.)}} \times 100 \% = \frac{1,408}{1,8} \times 100 \% = 78,2 \%$$

3.5. Sumber tegangan $V_{o(konv.)}$ pengisi baterai charge HP

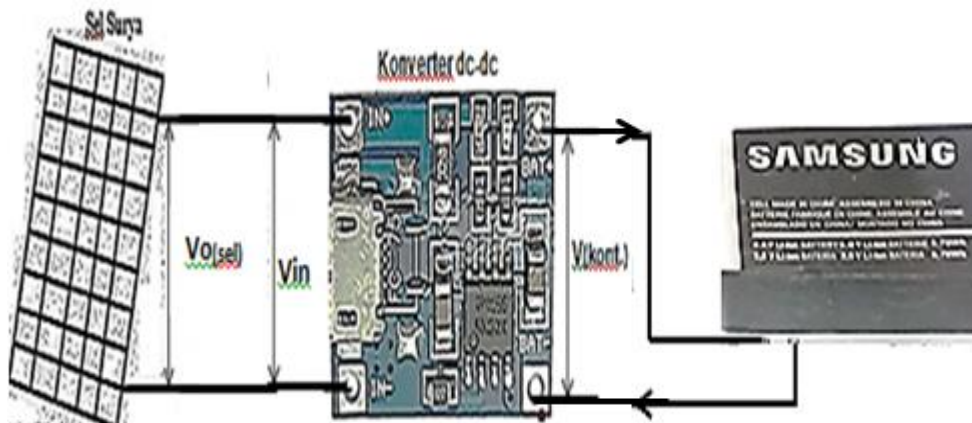
Penambahan konverter dc-dc pada out put sel surya menghasilkan suplai tegangan listrik out put konverter dc-dc. Suplai tegangan listrik output konverter dc-dc dinyatakan parameter $V_{o(konv.)}$ digunakan pengisian tegangan baterai charge HP. Tegangan listrik out put $V_{o(konv.)}$ konverter dc-dc pengisi baterai charge HP adalah $V_{o(konv.)} = 4,07$ volt mengalirkan arus listrik menuju ke baterai charge HP sebesar $I_{o(konv.)} = 5,2$ mA yang mencapai tegangan baterai charge HP sebesar $V_{2(bat.)} = 2,852$ volt diperlihatkan pada Gambar 3.10. Skematik diagram penambahan perangkat konverter dc-dc ke bagian out put sel surya diperlihatkan pada Gambar 3.11. Lama kapasitas energi listrik pengisian baterai charge HP adalah, sbb.:

$$W_{O2(bat.)} = V_{2(bat.2)} \times C_{(A.h)} = 2,852 \text{ volt} \times 0,5 \text{ A.h} = 1,426 \text{ W.h}$$

$$W_{O2(bat.)} = 1,426 \text{ watt.jam.}$$



Gambar 3.10. Tegangan $V_{O(konv.)}$ mengisi baterai charge sebesar $V_{2(bat.)} = 2,852$ volt



Gambar 3.11. Skematik tegangan $V_{O(konv.)}$ terhubung ke baterai charge HP

Rekapitulasi data parameter $V_{2(bat)}$ dan $W_{O2(bat.)}$ diperlihatkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Rekapitulasi nilai $V_{2(bat)}$ dan $W_{2(bat)}$

Tegangan pengisi baterai	Tegangan baterai terisi	Kapasitas arus pengisian baterai	Energi baterai terisi
$V_{O(konv.)}$	$V_{2(bat)}$	$C_{(A.h)bat}$	$W_{O2(bat.)}$
4,07 volt	2,852 volt	0,5 A.h	1,426 watt.jam

$$\% \text{ Pengisian baterai} = \frac{W_{O2(bat.)}}{W_{max.(bat.)}} \times 100 \% = \frac{1,426}{1,8} \times 100 \% = 79,2 \%$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan penambahan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya untuk mengantisipasi terjadinya perubahan regulasi hasil tegangan out put V_{oc} sel surya yang tidak stabil terhadap perubahan jarak penyinaran intensitas cahaya ke permukaan sel surya. Untuk mengoptimalkan tegangan listrik $V_{oc(s\text{el})}$ yang berubah-ubah sesuai dengan kondisi pencahayaan sinar matahari, maka dalam penelitian ini dirancang penambahan perangkat konverter mampu menstabilkan tegangan listrik out put mensuplai beban listrik atau beban listrik pengisian baterai charge HP. Penambahan konverter dc-dc pada bagian output sel surya mengkonversikan tegangan listrik out put sel surya, yaitu $V_{0(s\text{el})}$ menjadi tegangan listrik parameter $V_{0(konv.)}$. Perubahan parameter tegangan V_{oc} sel surya menjadi stabil dihasilkan pada tegangan output $V_{0(konv.)}$ konverter dc-dc. Sedangkan penambahan konverter dc-dc pada bagian out put sel surya diperoleh hasil tegangan out put konverter dc-dc parameter $V_{0(konv.)}$ menjadi stabil atau konstan yang tidak mengalami perubahan terhadap perlakuan perubahan jarak r penyinaran cahaya ke permukaan sel surya. Hasil pengujian pada penambahan perangkat konverter dc-dc diperoleh hasil tegangan listrik out put konverter kondisi stabil saat terjadi kondisi regulasi tegangan out put $V_{oc(s\text{el})}$ sel surya. Hal ini perubahan tegangan out put sel surya dari kondisi $V_{oc(s\text{el})} = 5,79$ volt terhubung ke perangkat konverter dc-dc menghasilkan nilai tegangan out put konverter $V_{0(konv.)} = 4,07$ volt. Kemudian tegangan berubah menjadi $V_{oc(s\text{el})} = 5,15$ volt menghasilkan tegangan out put $V_{0(konv.)}$ kondisi stabil, yaitu $V_{0(konv.)} = 4,07$ volt $\approx 4,08$ volt. Perbedaan hasil tegangan out put $V_{0(konv.)}$ perangkat konverter dc-dc terhadap hasil tegangan $V_{oc(s\text{el})}$ pada perubahan tenaga sinar cahaya lampu LED menyinari permukaan sel surya diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbedaan hasil tegangan out put $V_{0(konv.)}$ terhadap $V_{oc(s\text{el})}$

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

Level tegangan $V_{O(konv.)}$ mengalami penurunan tetapi stabil atau konstan sebesar $V_{O(konv.)} = 4,07$ volt s/d $4,08$ volt yang tidak mengalami perubahan dan masih lebih besar digunakan mensuplai beban listrik pengisian baterai charge HP kondisi normal $V_{(bat)} = 3,6$ volt.

Hasil pengisian level tegangan baterai charge HP

Pada penelitian ini dilakukan pengisian baterai charge HP melalui dua (2) cara, yaitu sumber tegangan listrik berasal dari output $V_{O(sel)}$ sel surya dan sumber tegangan listrik dari output konverter dc-dc, yaitu $V_{O(konv.)}$ konverter dc-dc menjadi antar muka antara tegangan out put sel surya dengan beban listrik pengisian baterai charge HP. Pengujian hasil pengisian baterai charge HP di suplai tegangan $V_{O(sel)}$ sel surya tanpa konverter dc-dc diperoleh hasil tegangan baterai terisi $V_{1(bat)} = 2,816$ volt dengan energi listrik sebesar $W_{01(bat)} = 1,408$ 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 pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 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	$C_{(A.h)bat}$	$W_{O(bat)}$
$V_{O(sel)}$	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 4.3.

Tabel 4.3 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.

BAB V

KESIMPULAN

- [1] Sumber tenaga cahaya matahari yang selalu berubah-ubah menyinari permukaan sel surya menyebabkan terjadi perubahan hasil tegangan listrik out put sel surya, sehingga digunakan penyinaran permukaan sel surya dengan tenaga cahaya putih lampu LED yang tenaga cahayanya dapat di atur untuk menggantikan sumber tenaga cahaya matahari.
- [2] Hasil penelitian hasil nilai tegangan out put langsung dari sel surya parameter $V_{O(\text{sel})}$ sel surya mengalami regulasi perubahan di uji dengan melakukan perlakuan perubahan jarak penyinaran sinar cahaya berasal dari lampu LED ke permukaan sel surya.
- [3] Regulasi perubahan tegangan out put sel surya sebesar $V_{O(\text{sel})} = 5,79$ s/d 5,15 volt terhadap perubahan tenaga sinar cahaya berdasarkan perubahan jarak penyinaran tenaga sinar cahaya dari lampu LED ke permukaan sel surya.
- [4] Pada penelitian ini dilakukan penambahan perangkat konverter dc-dc pada bagian out put sel surya menghasilkan tegangan listrik out put menjadi stabil atau konstan sebesar $V_{O(\text{konv.})} = 4,07$ volt terhadap perlakuan perubahan jarak penyinaran cahaya ke permukaan sel surya.
- [5] Hasil tegangan listrik out put konverter dc-dc yang stabil, konstan dan terhindar dari regulasi tegangan menjadi lebih efektif digunakan mensuplai beban listrik ke pengisian baterai charge HP dibandingkan dengan penggunaan suplai tegangan listrik out put sel surya tanpa penambahan perangkat konverter dc-dc.
- [6] Pengujian pembebanan pengisian baterai charge HP suplai sumber tegangan $V_{O(\text{sel})}$ berasal dari sel surya tanpa konverter dc-dc diperoleh energi listrik pengisian baterai charge HP sebesar $W_{O1(\text{bat.})} = 1,408$ watt.jam, sedangkan menggunakan suplai sumber tegangan $V_{O(\text{konv.})}$ converter dc-dc diperoleh energi listrik mencapai sebesar $W_{O2(\text{bat.})} = 1,426$ watt.jam.
- [7] Besarnya nilai persen (%) energi listrik baterai charge HP yang telah terisi dengan menggunakan perangkat konverter dc-dc lebih efisien terhadap energi listrik dengan menggunakan out put sel surya yang tanpa menambahkan konverter dc-dc.

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] <https://pendidikan.co.id/pengertian-sel-surya-jenis-struktur-rangkaian-dan-prinsip/>
- [3] Ullin D., Unggul W., HUBUNGAN ANTARA TEGANGAN DAN INTENSITAS CAHAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI FLUORESCENT JENIS SL DAN LED, Teknik Elektro, Universitas Brawijaya.
- [4] R. Magrissa, Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono Crystalline Silikon Sel Solar, Juli, 2020.
- [5] Haris R., Budiyanto, Pemanfaatan Intensitas Radiasi Cahaya Lampu dengan Reflektor Panel Surya sebagai Energi Harvesting, Jurnal RESISTOR, Vol. 3 No. 2, pp.45-56.
- [6] Haris R., dkk, Pemanfaatan Intensitas Radiasi Cahaya Lampu dengan Reflektor Panel Surya sebagai Energi Harvesting, Jurnal RESISTOR, Vol. 3 No. 2, pp.45-56.
- [7] Martawati, 2018, Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya. Jurnal ELTEK, Vol 16 no.1 ISSN.1693-4024.

Tabel Rincian Biaya Penelitian

1. Pembelian dan Pembuatan peralatan			
Material/bahan peralatan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total harga (Rp)
-Panel peralatan	1 unit	700.000	700.000
-Sel Surya tipe 3 W (watt)	1 unit	100.000	100.000
-Lampu LED cahaya putih 20 watt	1 unit	200.000	200.000
Sub Total -1			1.000.000
2. Uji Coba Peralatan Penyuluhan			
- Pengoperasian peralatan	1 unit	1.000.000	1.000.000
- Uji coba dan pengukuran	1 unit	1.000.000	1.000.000
-Sewa alat ukur intensitas cahaya	1 unit	500.000	500.000
Sub Total – 2			2.500.000
3. Perjalanan Pembelian Alat dan Tempat Penyuluhan Abdimas			
-Serpong – Glodok PP	4	150.000	600.000
- Studi literatur	paket	500.000	500.000
- Pelaksanaan penelitian	paket	900.000	900.000
Sub total - 3			2.000.000
4. Operasional dan aktivitas penelitian			
-Studi Literatur	paket	600.000	600.000
-Pulsa internet	5 bulan	80.000	400.000
- Aktifitas uji coba peralatan.	Paket	1.000.000	1.000.000
-Aktivitas kegiatan penulisan data dan laporan hasil penelitian	Paket	1.500.000	1.500.000
Sub Total – 4			3.500.000
5. Belanja material non operasional			
-Kertas HVS	1 rim	60.000	60.000
-Biaya tinta printer	paket	500.000	500.000
-Foto copy materi	paket	40.000	40.000
-Foto-copy laporan hasil akhir penelitian + Jilid soft cover.	5 exemplar	80.000	400.000
Sub Total – 5			1.000.000

Biaya Total = Rp 1.000.000 + Rp 2.500.000 + Rp 2.000.000 + Rp 3.500.000
+ Rp 1.000.000 = Rp 10.000.000