



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL* DC-DC  
CONVERTER SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS 48V  
DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA SPBKLU**

SKRIPSI

Oleh:

**Rhadu Bagas Cindo Subhi**

**NIM. 2202431050**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN**

**TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL* DC-DC  
CONVERTER SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS 48V  
DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA SPBKLU**

**SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Tekonologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan  
Teknik Mesin

Oleh:

**Rhadu Bagas Cindo Subhi**  
**NIM. 2202431050**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN**

**TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI 2026**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL* DC-  
DC CONVERTER SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS  
48V DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA  
SPBKLU**

Oleh:

Rhadu Bagus Cindo Subhi

NIM. 2202431050

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Andi Ulfiana, M.Si.

NIP. 196208021990032002

Pembimbing 2

Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana., S.T., M.T.

NIP. 199107212018032001



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

## PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL* DC-DC *CONVERTER* SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS 48V DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA

### SPBKLU

Oleh:

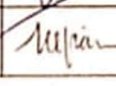
Rhadu Bagas Cindo Subhi

NIM. 2202431050

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan (Skripsi) di hadapan Dewan Penguji pada tanggal dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma-IV) Pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin.

### DEWAN PENGUJI

| NO | Nama                               | Posisi    | Tanda Tangan                                                                         | Tanggal         |
|----|------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | Muhammad Ridwan,<br>S.Hum., M.Hum. | Penguji   |  | 16 Juli<br>2026 |
| 2  | Idrus Assagaf, S.T., M.T.          | Penguji   |  | 15 Juli<br>2026 |
| 3  | Ir. Andi Ulfiana, M.Si.            | Moderator |  | 16 Juli<br>2026 |

Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.  
NIP. 197602252000121002



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rhadu Bagas Cindo Subhi

NIM : 2202431050

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (Plagiasi) karya orang lain Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi yang telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, 8 Juli 2026



Rhadu Bagas Cindo Subhi

NIM. 2202431050



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL* DC-DC CONVERTER SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS 48V DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA SPBKLU

Rhadu Bagus Cindo Subhi<sup>1)</sup> Andi Ulfiana<sup>1)</sup> Fuad Zainuri<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id](mailto:andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan simulasi *Bidirectional* DC-DC Converter dengan topologi 4-Switch Non-Inverting guna mengatasi inefisiensi pada sistem Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) off-grid. Sistem eksisting yang menerapkan konversi daya bertingkat (DC-AC-DC) tercatat memiliki efisiensi total yang sangat rendah, anjlok ke kisaran 49,83% hingga 53,97%. Rendahnya nilai ini didominasi oleh inefisiensi desain bawaan pabrik pada charger konvensional (yang hanya memiliki efisiensi murni 53,01% - 57,41%) saat melakukan penyearahan arus, kemudian diperburuk oleh rugi-rugi daya tambahan saat dikalikan dengan efisiensi Inverter Zamboni (94%). Konverter yang diusulkan dirancang untuk memfasilitasi integrasi langsung (*Direct DC-DC Coupling*) antara baterai PLTS 48V dan baterai kendaraan listrik 60V, bahwasanya kedua baterai tersebut memiliki area irisan tegangan (*overlap*) operasional. Strategi kendali sistem menerapkan pengontrol *Proportional-Integral* (PI) untuk mengeksekusi transisi metode pengisian *Constant Current - Constant Voltage* (CC-CV) yang ditala secara empiris dengan nilai  $K_p=0,02$  dan  $K_i=0,5$ . Hasil uji simulasi berbasis perangkat lunak MATLAB/Simulink memvalidasi bahwa sistem mampu meregulasi stabilitas tegangan dan arus dengan waktu tanggap (*settling time*) mencapai 0,3 detik dan riak tegangan dipertahankan di bawah 1%. Topologi ini berhasil meningkatkan efisiensi konversi daya sistem secara signifikan menjadi 93% hingga 96,39% pada fase arus konstan, serta menyentuh tingkat efisiensi puncak 98,82% pada saat arus meluruh di fase tegangan konstan.

**Kata Kunci:** *Bidirectional Converter, SPBKLU, 4-Switch Non-Inverting, CC-CV, Efisiensi Daya.*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DESIGN AND SIMULATION OF A BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER AS AN INTERFACE BETWEEN A 48V PV SYSTEM BATTERY AND A 60V ELECTRIC VEHICLE BATTERY IN BATTERY SWAPPING STATIONS (SPBKLU)

Rhadu Bagas Cindo Subhi<sup>1)</sup> Andi Ulfiana<sup>1)</sup> Fuad Zainuri<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id](mailto:andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

*This study discusses the design and simulation of a 4-Switch Non-Inverting Bidirectional DC-DC Converter to overcome inefficiencies in off-grid Electric Vehicle Battery Swapping Stations (SPBKLU). The existing system, which implements a multi-stage power conversion (DC-AC-DC), recorded a very low total efficiency, dropping to the range of 49.83% to 53.97%. This low value is dominated by the inherent design inefficiencies of the conventional charger (which only has a pure efficiency of 53.01% - 57.41%) during current rectification, and is further worsened by additional power losses when multiplied by the efficiency of the Zamboni Inverter (94%). The proposed converter is designed to facilitate direct integration (Direct DC-DC Coupling) between a 48V solar PV battery and a 60V electric vehicle battery, considering that both batteries share an overlapping operational voltage range. The system's control strategy applies a Proportional-Integral (PI) controller to execute the Constant Current - Constant Voltage (CC-CV) charging transition, which is empirically tuned with  $K_p=0.02$  and  $K_i=0.5$ . Simulation test results based on MATLAB/Simulink software validate that the system is able to regulate voltage and current stability with a settling time of 0.3 seconds and voltage ripples maintained below 1%. This topology successfully increased the system's power conversion efficiency significantly to 93%–96.39% during the constant current phase, and reached a peak efficiency level of 98.82% as the current decayed in the constant voltage phase.*

*Keyword: Bidirectional Converter, SPBKLU, 4-Switch Non-Inverting, CC-CV, Power Efficiency.*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa diucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Skripsi dengan judul **"PERANCANGAN DAN SIMULASI *BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER* SEBAGAI ANTARMUKA BATERAI PLTS 48V DAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK 60V PADA SPBKLU"** ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan laporan ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program tingkat akhir Diploma IV pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta sekaligus dosen yang turut membimbing penyelesaian karya ini.
2. Ibu Arifia Ekayuliana, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
3. Ibu Andi Ulfiana dan Bapak Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan.
4. Orangtua, dan saudara saya yang selalu memberikan do'a dan motivasi serta semangat materil maupun moril dalam penyusunan skripsi.
5. Teman-teman seangkatan program studi saya yang selalu mensupport dalam penyusunan skripsi ini.

Depok, 8 Juli 2026

Rhadu Bagas Cindo Subhi



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                                                      | iii      |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                                        | iv       |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                                           | v        |
| KATA PENGANTAR.....                                                                            | viii     |
| DAFTAR ISI.....                                                                                | ix       |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                                             | xii      |
| DAFTAR TABEL .....                                                                             | xiii     |
| <b>BAB I      PENDAHULUAN.....</b>                                                             | <b>1</b> |
| 1.1      Latar Belakang Penelitian .....                                                       | 1        |
| 1.2      Rumusan Masalah .....                                                                 | 4        |
| 1.3      Pertanyaan Penelitian.....                                                            | 4        |
| 1.4      Tujuan Penelitian .....                                                               | 5        |
| 1.5      Manfaat Penelitian .....                                                              | 5        |
| 1.6      Batasan Masalah .....                                                                 | 6        |
| 1.7      Sistematika Penulisan .....                                                           | 6        |
| <b>BAB II      TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                      | <b>8</b> |
| 2.1      Landasan Teori .....                                                                  | 8        |
| 2.1.1      Stasiun Penukaran Baterai (SPBKL) dan Konsep V2G/G2V .....                          | 8        |
| 2.1.2      Topologi <i>4-Switch Non-Inverting Bidirectional Buck-Boost Converter</i> .....     | 8        |
| 2.1.3 <i>Synchronous Rectification</i> dan Fenomena Arus Balik ( <i>Reverse Current</i> )..... | 10       |
| 2.1.4      Persamaan Matematis Parameter Konverter .....                                       | 10       |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                |                                                                                             |           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.5          | Penalaan Kontroler <i>Proportional-Integral</i> (PI) Secara Empiris .....                   | 13        |
| 2.1.6          | Strategi Kendali <i>Proportional-Integral</i> (PI) dan Mekanisme <i>Anti-Windup</i> .....   | 13        |
| 2.1.7          | Metode Pengisian <i>Constant Current - Constant Voltage</i> (CC-CV).....                    | 14        |
| 2.1.8          | Pemodelan Dinamis Baterai.....                                                              | 15        |
| 2.1.9          | Fenomena Lonjakan Arus Awal ( <i>Inrush Current</i> ) dan Rangkaian <i>Pre-Charge</i> ..... | 16        |
| 2.2            | Kajian Literatur .....                                                                      | 17        |
| 2.3            | Kerangka Pemikiran.....                                                                     | 20        |
| <b>BAB III</b> | <b>Metodologi penelitian .....</b>                                                          | <b>22</b> |
| 3.1            | Diagram Alir Penelitian .....                                                               | 22        |
| 3.2            | Jenis Penelitian.....                                                                       | 22        |
| 3.3            | Objek Penelitian .....                                                                      | 23        |
| 3.4            | Metode Pengambilan Sample.....                                                              | 23        |
| 3.5            | Jenis dan Sumber Data Penelitian.....                                                       | 23        |
| 3.6            | Metode Pengumpulan Data dan Prosedur Perancangan Penelitian .....                           | 24        |
| 3.7            | Metode Analisis Data .....                                                                  | 25        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                           | <b>26</b> |
| 4.1            | Analisis Kinerja Sistem Eksisting ( <i>Baseline</i> ) .....                                 | 26        |
| 4.2            | Hasil Perancangan Parameter Perangkat Keras Konverter ( <i>Power Stage</i> ).....           | 29        |
| 4.2.1          | Penentuan Siklus Kerja ( <i>Duty Cycle</i> ).....                                           | 29        |
| 4.2.2          | Perhitungan Induktansi Ekstrem dan Batas CCM.....                                           | 29        |
| 4.2.3          | Perhitungan Kapasitor Filter .....                                                          | 31        |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|              |                                                                            |           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.4        | Pemilihan Komponen Semikonduktor .....                                     | 32        |
| 4.3          | Hasil Penalaan Sistem Kendali <i>Proportional-Integral</i> (PI) ...        | 33        |
| 4.4          | Pengujian Mode Pengisian Kendaraan Listrik (G2V/ <i>Boost Mode</i> ) ..... | 33        |
| 4.5          | Pengujian Mode Dukungan <i>Microgrid</i> (V2G/ <i>Buck Mode</i> )....      | 36        |
| 4.6          | Analisis Respon Transien dan Kualitas Daya .....                           | 38        |
| 4.7          | Komparasi Efisiensi Konversi Daya .....                                    | 39        |
| 4.8          | Rekomendasi Desain Fisik dan Komponen Perangkat Keras                      | 40        |
| <b>BAB V</b> | <b>PENUTUP</b> .....                                                       | <b>41</b> |
| 5.1          | Kesimpulan .....                                                           | 41        |
| 5.2          | Saran.....                                                                 | 42        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                                | <b>43</b> |
|              | <b>LAMPIRAN</b> .....                                                      | <b>46</b> |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. 1 Topologi Sistem SPBKLU Eksisting PT. Pionir Energi Hijau.....                               | 2  |
| Gambar 1. 2 Visualisasi Irisan/ <i>Overlap</i> Rentang Tegangan Baterai PLTS dan Baterai EV.....        | 3  |
| Gambar 2. 1 Skema Rangkaian <i>4-Switch non Inverting Buck Boost Converter</i> ....                     | 9  |
| Gambar 2. 2 Grafik Karakteristik Pengisian Baterai CC-CV .....                                          | 15 |
| Gambar 2. 3 Skema Rangkaian Thevenin.....                                                               | 16 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....                                                                | 22 |
| Gambar 4. 1 Konfigurasi Fisik Sistem Konversi Ganda Eksisting di Lapangan.....                          | 26 |
| Gambar 4. 2 Respon Arus dan Tegangan pada Fase <i>Pre-Charge</i> dan <i>Constant Current (CC)</i> ..... | 34 |
| Gambar 4. 3 Respon Transisi Mode <i>Constant Current</i> menuju <i>Constant Voltage</i>                 | 35 |
| Gambar 4. 4 Respon Penurunan Tegangan pada Mode V2G.....                                                | 37 |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kinerja dan Efisiensi Sistem Eksisting.....       | 27 |
| Tabel 4. 2 Parameter Kelistrikan pada Pengujian Mode <i>Boost</i> (G2V) ..... | 36 |
| Tabel 4. 3 Kinerja Kendali dan Kualitas Daya pada Mode <i>Boost</i> (G2V) ..  | 36 |
| Tabel 4. 4 Parameter Kelistrikan pada Pengujian Mode <i>Buck</i> (V2G) .....  | 37 |
| Tabel 4. 5 Kinerja Kendali dan Kualitas Daya pada Mode <i>Buck</i> (V2G) ...  | 38 |





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

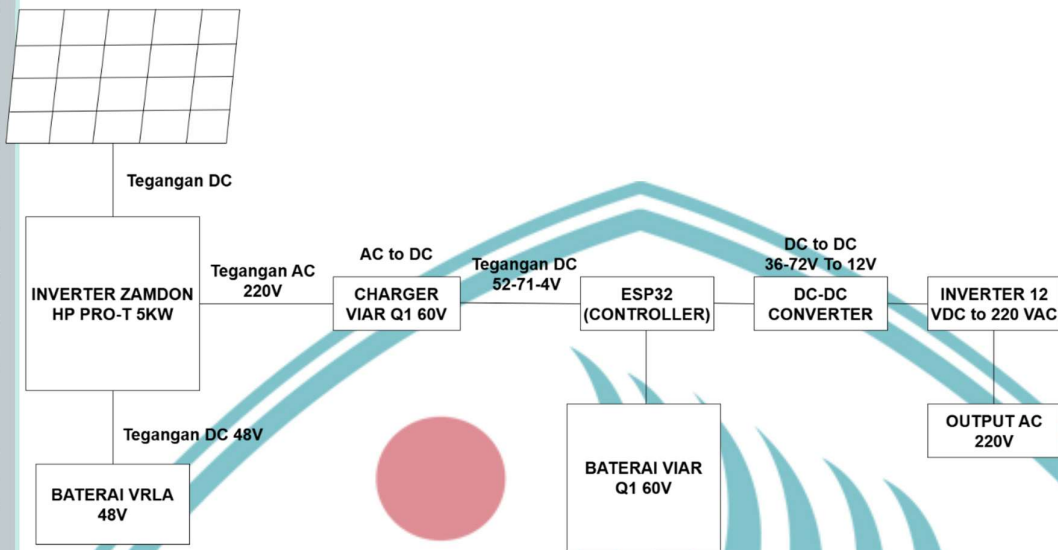
### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Peningkatan kebutuhan energi listrik seiring dengan pertumbuhan teknologi menuntut pengembangan sistem energi terbarukan yang terintegrasi secara efisien. Dalam ekosistem Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) *off-grid*, pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber daya utama membutuhkan sistem manajemen energi yang andal. Baterai kendaraan listrik tidak hanya terbatas sebagai sumber tenaga penggerak, tetapi dapat diintegrasikan ke dalam sistem kelistrikan mikro (*DC Microgrid*). Melalui penerapan sistem daya dua arah (*bidirectional*) yaitu teknologi konverter yang memungkinkan arus listrik mengalir secara bolak-balik dalam satu rangkaian sistem integrasi stasiun penukaran berpotensi memanfaatkan baterai kendaraan sebagai penyimpan energi cadangan (*Vehicle-to-Grid/V2G*) untuk menjaga stabilitas tegangan *bus* DC saat pasokan surya menurun, serta menyerap daya secara optimal saat produksi berlebih (*Grid-to-Vehicle/G2V*).

Berdasarkan observasi lapangan pada sistem SPBKLU *off-grid* di PT Pionir Energi Hijau, ditemukan bahwa topologi manajemen daya yang digunakan saat ini masih menerapkan sistem konversi bertingkat. Energi searah (DC) dari sistem baterai PLTS 48V dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) 220V melalui inverter. Konversi ke tegangan AC ini terpaksa dilakukan karena sistem eksisting di PT Pionir Energi Hijau masih mengandalkan *charger* resmi (*official charger*) bawaan motor Viar Q1 yang secara spesifikasi perangkat keras hanya dapat beroperasi menggunakan input tegangan bolak-balik (AC 220V). Selanjutnya, tegangan AC tersebut disearahkan kembali menjadi arus DC oleh *charger* konvensional untuk mengisi baterai Viar Q1 60V.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



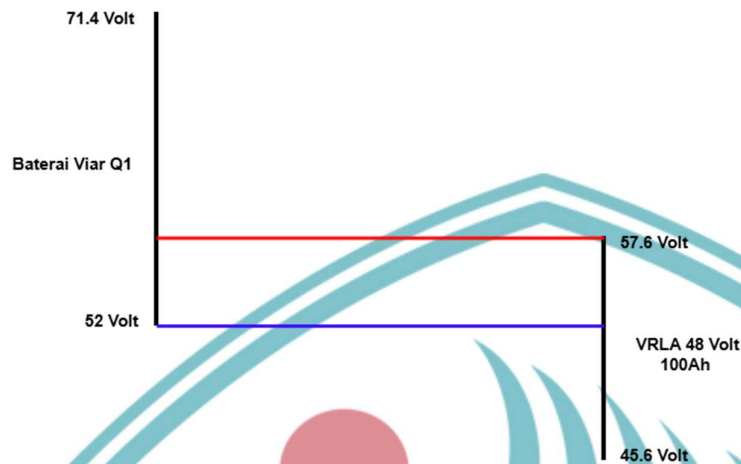
Gambar 1. 1 Topologi Sistem SPBKL Eksisting PT. Pionir Energi Hijau  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

Penggunaan rantai konversi ganda (*double conversion*) ini memiliki kelemahan mendasar. Setiap tahap konversi daya secara inheren menghasilkan rugi-rugi daya (*power losses*), baik berupa rugi-rugi penyaklaran (*switching losses*), rugi-rugi konduksi komponen, maupun rugi-rugi magnetik pada transformator. Akumulasi dari rugi-rugi pada kedua perangkat (inverter dan *charger*) menyebabkan efisiensi total sistem menurun secara drastis dibandingkan jika daya ditransfer secara langsung.

Untuk mengeliminasi inefisiensi tersebut, diperlukan perancangan antarmuka *Direct DC-DC Coupling* menggunakan *Bidirectional DC-DC Converter*. Sistem antarmuka ini menghubungkan langsung bus DC PLTS dengan baterai kendaraan. Tantangan utama dalam integrasi langsung ini adalah karakteristik tegangan kedua sisi yang fluktuatif dan beririsan (*overlap*). Tegangan sistem PLTS dapat berfluktuasi antara 42V hingga 56V bergantung pada tingkat iradiasi dan *State of Charge* (SoC) baterai penyimpanan. Di sisi lain, baterai kendaraan listrik 60V memiliki rentang operasional dari kondisi kosong hingga mencapai tegangan potong atas (*cut-off*) sebesar 71.4V.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. 2 Visualisasi Irisan/*Overlap* Rentang Tegangan Baterai PLTS dan Baterai EV  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

Karena fluktuasi tersebut, terdapat kondisi seperti di atas, yakni tegangan sumber (PLTS) dapat lebih tinggi maupun lebih rendah dari tegangan sasaran (Baterai EV). Oleh karena itu, penggunaan konverter penurun tegangan (*Buck*) atau penaik tegangan (*Boost*) konvensional secara mandiri tidak akan mampu memfasilitasi transfer daya pada area irisan tegangan tersebut. Solusi teknis yang paling optimal adalah penerapan topologi *Non-Isolated Bidirectional Buck-Boost Converter* yang mampu melakukan regulasi tegangan dua arah, baik dalam mode pengisian maupun pengosongan, tanpa memerlukan komponen transformator yang menambah beban dimensi dan biaya.

Keberhasilan perancangan perangkat keras ini sangat bergantung pada strategi kendali siklus tertutup (*closed-loop*). Penggunaan kontroler *Proportional-Integral* (PI) sangat krusial untuk menjaga kestabilan respon dinamis serta meregulasi arus dan tegangan secara presisi. Khususnya pada mode pengisian baterai Lithium-Ion, sistem kendali harus mampu mengeksekusi metode *Constant Current - Constant Voltage* (CC-CV) untuk mencegah kerusakan sel akibat tegangan berlebih (*overcharging*). Mengingat kompleksitas dalam menjaga stabilitas parameter pada dua sumber daya yang saling mempengaruhi, perancangan perangkat keras tidak dapat dilakukan tanpa



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

validasi. Dibutuhkan perhitungan desain komponen secara matematis dan pemodelan simulasi yang matang untuk membuktikan unjuk kerja dan keandalan sistem sebelum diimplementasikan ke dalam bentuk fisik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah pokok dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Sistem Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) *off-grid* eksisting masih menggunakan topologi konversi bertingkat (DC-AC-DC), yang menyebabkan tingginya rugi-rugi daya (*power losses*) dan rendahnya efisiensi konversi secara keseluruhan akibat proses penyearahan arus berulang pada *charger* konvensional.
2. Terdapat irisan tegangan operasional (*overlapping voltage*) antara bus DC PLTS sistem 48V dan baterai kendaraan listrik sistem 60V yang fluktuatif, sehingga transfer daya secara langsung (*Direct DC-DC Coupling*) tidak dapat direalisasikan dengan menggunakan konverter penurun (*Buck*) atau penaik (*Boost*) tegangan konvensional secara mandiri.
3. Karakteristik sel baterai *Lithium-Ion* sangat rentan terhadap kerusakan akibat lonjakan arus awal (*inrush current*) dan tegangan berlebih, sehingga perancangan konverter antarmuka dua arah membutuhkan sistem kendali tertutup (*closed-loop*) yang mampu melakukan transisi pengisian *Constant Current - Constant Voltage* (CC-CV) dan pengosongan (*V2G*) secara mulus dan presisi.

## 1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pertanyaan penelitian yang akan dijawab dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana menentukan spesifikasi dan nilai parameter komponen daya (*power stage*) yang optimal pada *Bidirectional DC-DC Converter* untuk menghubungkan sistem baterai PLTS 48V dan baterai kendaraan listrik 60V?

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana merancang strategi kendali *Closed-Loop* berbasis PI untuk mengatur pergantian mode pengisian secara mulus (*Constant Current - Constant Voltage*) dan mode pengosongan (V2G)?
3. Bagaimana unjuk kerja sistem *4-Switch Non-Inverting Bidirectional Buck-Boost Converter* yang diusulkan ditinjau dari kualitas riak tegangan (*voltage ripple*) dan respon transien pada perangkat lunak simulasi, serta bagaimana komparasi efisiensi dayanya terhadap *baseline* sistem eksisting?

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan desain perancangan perangkat keras matematis yang menjamin konverter *4-Switch Non-Inverting* beroperasi secara optimal dan stabil.
2. Memodelkan dan mensimulasikan sistem kendali *closed-loop* yang mampu mengeksekusi karakteristik pengisian CC-CV secara aman bagi baterai Lithium-Ion.
3. Memvalidasi peningkatan efisiensi konversi daya serta menguji kestabilan dinamis sistem usulan melalui simulasi, untuk kemudian dibandingkan dengan *baseline* efisiensi topologi konversi bertingkat eksisting.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis: Memperluas literatur akademis terkait optimasi parameter *4-Switch Non-Inverting Bidirectional Converter* dan desain kendali PI berbasis penalaran empiris khusus untuk rentang irisan tegangan 48V dan 60V, yang masih minim dikaji dibandingkan sistem terisolasi konvensional.
2. Manfaat Praktis: Menyediakan rekomendasi parameter teknis dan rancang bangun tervalidasi bagi PT Pionir Energi Hijau sebagai landasan pengembangan purwarupa SPBKLUGenerasi lanjutan yang lebih ringkas, cerdas, dan efisien secara operasional.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.6 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan fokus pada substansi perancangan, penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek Penelitian: Baterai Bus DC PLTS memiliki tegangan nominal 48V (fluktuasi 42V–56V) dan beban Baterai Viar Q1 memiliki tegangan nominal 60V dengan titik potong atas (*cut-off*) 71.4V.
2. Topologi: Rangkaian menggunakan *4-Switch Non-Inverting Bidirectional Buck-Boost Converter* yang beroperasi pada *Continuous Conduction Mode* (CCM) (Nuruddin dkk., 2022).
3. Data *Baseline*: Nilai efisiensi sistem konversi bertingkat eksisting diperoleh melalui pengukuran daya eksternal secara langsung pada SPBKLU PT Pionir Energi Hijau, atau merujuk pada spesifikasi standar literatur manufaktur jika pengukuran fisik tidak memungkinkan, untuk dijadikan acuan komparasi.
4. Metode Pengujian: Penelitian dibatasi pada tahap perancangan teknis dan simulasi perangkat lunak (MATLAB/Simulink), tidak mencakup tahap fabrikasi bentuk fisik (prototipe perangkat keras).
5. Kondisi Baterai: Pemodelan baterai disimulasikan menggunakan model ekuivalen dinamis, namun diasumsikan dalam tingkat kesehatan atau *State of Health* (SoH) 100% tanpa memperhitungkan selisih ketidakseimbangan sel (*cell balancing*).

## 1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai penyusunan skripsi ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN: Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Membahas teori dasar *Bidirectional Converter*, karakteristik baterai Lithium-Ion, metode kendali CC-CV, serta kajian penelitian terdahulu yang relevan.
3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN: Menguraikan diagram alir perancangan, perhitungan matematis penentuan komponen (L, C, *Switching Frequency*), dan pemodelan sistem kendali.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Menyajikan hasil simulasi pada mode *Buck* dan *Boost*, analisis grafik respon transien, serta perhitungan efisiensi sistem.
5. BAB V PENUTUP: Berisi kesimpulan dari hasil simulasi dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian tahapan perancangan, kalkulasi matematis, serta pengujian melalui pemodelan simulasi pada sistem *Bidirectional DC-DC Converter* sebagai antarmuka SPBKLU, dapat disimpulkan beberapa poin utama sebagai berikut:

1. Validasi Perancangan Perangkat Keras: Topologi *4-Switch Non-Inverting Bidirectional Buck-Boost Converter* yang diterapkan terbukti efektif dalam memitigasi kendala irisan tegangan dinamis (*overlapping voltage*) antara bus DC PLTS (42V–57.6V) dan baterai motor listrik Viar Q1 (52V–71.4V). Melalui konfigurasi parameter pasif menggunakan induktor 470  $\mu\text{H}$  dan integrasi filter tiga kapasitor paralel (total kapasitas 1410  $\mu\text{F}$ ), nilai *Equivalent Series Resistance* (ESR) dapat ditekan secara signifikan. Implementasi ini berhasil menjaga stabilitas sistem dengan riak tegangan (*voltage ripple*) *peak-to-peak* yang berada jauh di bawah ambang batas toleransi 1%.
2. Efektivitas Strategi Kendali *Closed-Loop*: Algoritma kontroler *Proportional-Integral* (PI) dengan penalaan empiris ( $K_p = 0.02$  dan  $K_i = 0.5$ ) mampu meregulasi aliran daya dua arah dengan optimal. Pada mode pengisian baterai (*Grid-to-Vehicle/G2V*), transisi dari profil *Constant Current* (5A) menuju *Constant Voltage* berlangsung secara halus (*smooth*) dan presisi pada batas atas 71.4V tanpa memicu lonjakan (*overshoot*) yang berpotensi merusak sel baterai *Lithium-Ion*. Selain itu, performa transien sistem menunjukkan respons yang cepat dengan *settling time* berkisar di angka 0.3 detik saat diuji menggunakan beban kejut.
3. Peningkatan Efisiensi Konversi Daya: Penerapan metode integrasi langsung (*Direct DC-DC Coupling*) terbukti mampu mengeliminasi rantai inefisiensi yang parah pada sistem eksisting. Konversi ganda pada sistem konvensional yang semula menghasilkan efisiensi total yang sangat rendah (sekitar 49,83%-



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

53,97% akibat buruknya kinerja penyearah pada *charger* pabrik), berhasil ditingkatkan secara signifikan. Pada fase injeksi arus konstan, sistem yang dirancang mencatatkan efisiensi sebesar 93%-96,39%, dan mencapai efisiensi puncak hingga 98,82% pada fase *Constant Voltage* berkat minimalnya rugi-rugi konduksi.

## 5.2 Saran

Sebagai langkah pengembangan dan penyempurnaan sistem manajemen energi SPBKLU ke depan, beberapa rekomendasi yang dapat diajukan adalah:

1. Realisasi Prototipe Fisik (*Hardware Fabrication*): Mengimplementasikan hasil desain ke dalam bentuk fisik menggunakan komponen semikonduktor beresistansi rendah seperti MOSFET IRFB4110 serta *Gate Driver* terisolasi. Langkah ini penting guna memvalidasi kesesuaian data simulasi terhadap karakteristik termal dan kondisi operasional riil di lapangan.
2. Integrasi dengan *Battery Management System* (BMS): Menyematkan algoritma manajemen baterai pintar untuk memfasilitasi fitur penyeimbangan sel (*cell balancing*). Dengan demikian, sistem kendali PI dapat memperoleh umpan balik perlindungan secara *real-time* yang adaptif terhadap fluktuasi *State of Health* (SoH) dari tiap sel baterai.
3. Pengembangan Modul Berbasis IoT: Menambahkan modul *Internet of Things* (IoT) pada unit kendali sakelar untuk mengeksekusi skenario peralihan mode G2V dan V2G secara cerdas dan prediktif, dengan memanfaatkan integrasi data prakiraan iradiasi matahari harian.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR PUSTAKA**

- Diana, N. F., Utomo, W. M., Bin, A., Bakar, A., Salimin, S., & Priyandoko, G. (2025). *Voltage Tracking of Bidirectional DC-DC Converter Using Online Neural Network for Green Energy Application*. 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.18196/jrc.v6i1.22326>
- Fadhlurrahman, H., Darjat, D., & Afrisal, H. (2021). PERANCANGAN KONVERTER DC-DC DUA ARAH SISIPAN DENGAN KONTROL DAN MONITORING BERBASIS IoT. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(3), 419–427. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i3.419-427>
- Fan, H. (2015). *Four-switch buck-boost converter in buck or boost mode delivers the highest efficiency*. EDN. <https://www.edn.com/four-switch-buck-boost-converter-in-buck-or-boost-mode-delivers-the-highest-efficiency/>
- Hariyadi, H. (2021). *JOURNAL OF APPLIED SMART ELECTRICAL NETWORK AND SYSTEMS ( JASENS ) Implementasi Kontrol Proportional - Integral Pada Konverter Bidirectional Untuk Sistem Pengisian Baterai Turbin Angin*. 2(1), 30–35.
- Huda, R. N. (2022). Desain dan Simulasi *Non-Inverting Buck-Boost Konverter MSI Transaction on Education* tipe *buck-boost* konverter dengan tegangan keluaran variabel . Tegangan Output yang *NON-INVERTING BUCK-BOOST KONVERTER* switch semikonduktor ( mosfet / igbt / transistor ) u. *Jurnal MSI Transaction on Education*, 03(04).
- LG Energy Solution. (2022). *Battery Glossary – CC/CV Charging*. Battery Inside. <https://inside.lgensol.com/en/2022/11/battery-glossary-cc-cv-charging/>



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mataram, U. (2024). *Dengan Mode Konduksi Kontinyu Berbasis*. 8(4), 844–850.
- Nuruddin, M., Rabbani, A., Dahono, A., Rizqiawan, A., & Dahono, P. A. (2022). *A new family of bidirectional DC-DC power converters with very low input and output ripples*. 20(4). <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v20i4.24215>
- Power, C. S. (2024). *Lead-Acid Battery Voltage Chart (12V, 24V, & 48V)*. Clever Solar Power. <https://cleversolarpower.com/lead-acid-battery-voltage-chart-12v/>
- R. Thakkar, R. (2022). Electrical Equivalent Circuit Models of Lithium-ion Battery. Dalam *Management and Applications of Energy Storage Devices*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99851>
- Ramba, K., Studi, P., Elektro, T., Panca, U., & Medan, B. (2022). *DENGAN SOLAR CELL DENGAN METODE MULTI*. 1(2).
- Rashid, M. H. (2014). *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications* (4th Edition, Ed.). Pearson.
- Rivanda, D. D., Nugraha, A. T., & Sobhita, A. (2025). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Topologi Konverter Bidirectional Buck-Boost*. 39–52.
- Rizky, M. F., Mubarak, M. S., Setiadi, H., & B, N. V. L. (2024). *Design of Bidirectional DC-DC Converter for Photovoltaic Charging System*. 1(3), 16–27. <https://doi.org/10.26740/vubeta.v1i3.35685>
- Septiawan, F. R., Rafi, A., Tahtawi, A., & Ilman, S. M. (2024). *Control of Bidirectional DC-DC Converter with Proportional Integral Derivative*. 2(3), 164–169. <https://doi.org/10.59247/jfsc.v2i3.241>



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Septiyoko, V. A., Sudjoko, R. I., Iswahyudi, P., & Surabaya, P. P. (2022).

*Perancangan Modul Bidirectional Dc-Dc Konverter Berbasis Mikrokontroler Untuk.* 1–12.

Studi, P., Teknik, S., Teknik, F., Surabaya, U. N., Elektro, T., Teknik, F., &

Surabaya, U. N. (2023). *Optimal PI untuk Kontrol Bidirectional DC – DC Converter charge-discharge Baterai Optimal PI untuk Kontrol Bidirectional DC – DC Converter charge-discharge Baterai Habib Brilian Wicaksono Rifqi Firmansyah , Nanda Eka Saputra Abstrak.* 238–244.

Suryoatmojo, H. (2021). *Non-Inverting Cascaded Bidirectional Buck-*

*Boost DC-DC Converter with Average Current Mode Control for Lithium-Ion Battery Charger.* 5(2).

Trisna Nugraha, A., Asri, P., Sunarno, E., Prilian Eviningsih, R., Maulana

Ahmad Putra, Z., Indaryani, S., Yurisma Sheila, S., Wakhidatur Rochmawati, N., Fatkur Rohman, Y., & Eka Surya Pramudika, A. (2024). Design Build an Off Grid Based Solar Power Plant System Using The Bidirectional Buck And Boost Topology In The Conservation Of Sea Pearl Turtles. *E3S Web of Conferences*, 473. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447301006>

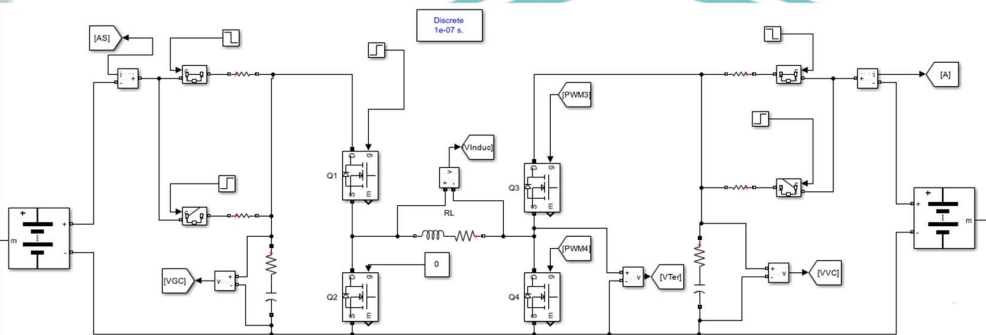
Wijanarko, S., Hasyim, G. I., Furqani, J., & Rizqiawan, A. (2024). *A*

*bidirectional power converter connecting electric vehicle battery and DC microgrid.* 15(2), 978–992.

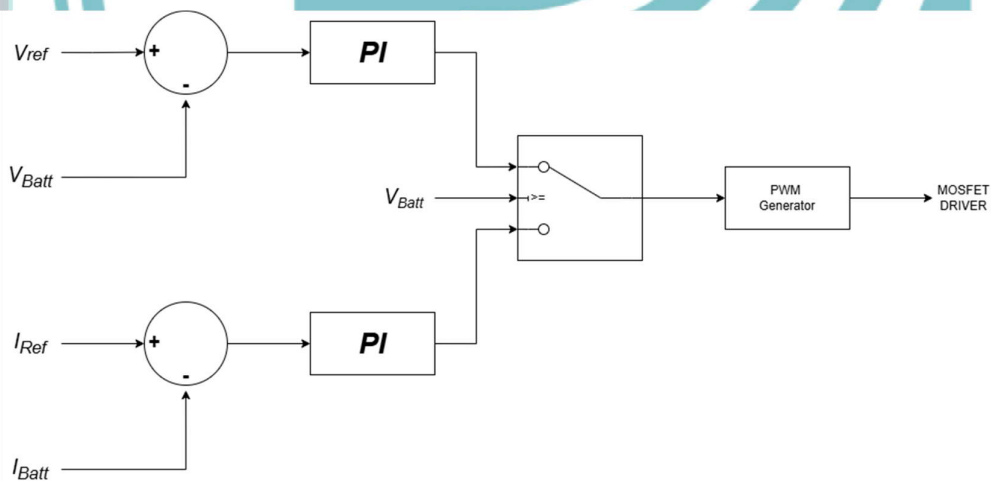
<https://doi.org/10.11591/ijped.v15.i2.pp978-992>

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Simulasi *4-Switch Bidirectional Non Inverting Buck-Boost Converter*



Lampiran 2. Algoritma *PI controller*



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Rak SPBKLU



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



1. Nama Lengkap : Rhadu Bagas Cindo Subhi
2. NIM : 2202431050
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 8 Juli 2001
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jl. H. Misan RT.013/003 Petukangan Utara,  
Jakarta Selatan
6. Email : rhadu.bagas.cindo.subhi.tm22@mhswn.pnj.ac.id
7. Pendidikan
  - a. SD : SD Negeri Petukangan Utara 08
  - b. SMP : SMP Negeri 177 Jakarta
  - c. SMA : SMA Negeri 63 Jakarta
8. Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Reakayasa Konversi  
Energi
9. Bidang Peminatan : Konversi Energi