

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

5.1 Pengujian dan Analisa Alat

Pengujian dan analisa alat dilakukan untuk mengetahui kinerja *buck-boost converter* yang digunakan pada sistem. Pengujian dilakukan dengan menggunakan panel surya sebagai sumber tegangan dan *heater* sebagai beban. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menerima perubahan tegangan dari panel surya dan menghasilkan tegangan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan beban. Parameter yang diamati dalam pengujian meliputi tegangan *input* (V_{in}), tegangan *output* (V_{out}), dan arus beban. Arus pada beban diukur menggunakan sensor ACS712. Data hasil pengujian kemudian dicatat dan dianalisis untuk mengetahui perubahan tegangan dan arus selama alat beroperasi.

5.2 Prosedur Pengujian

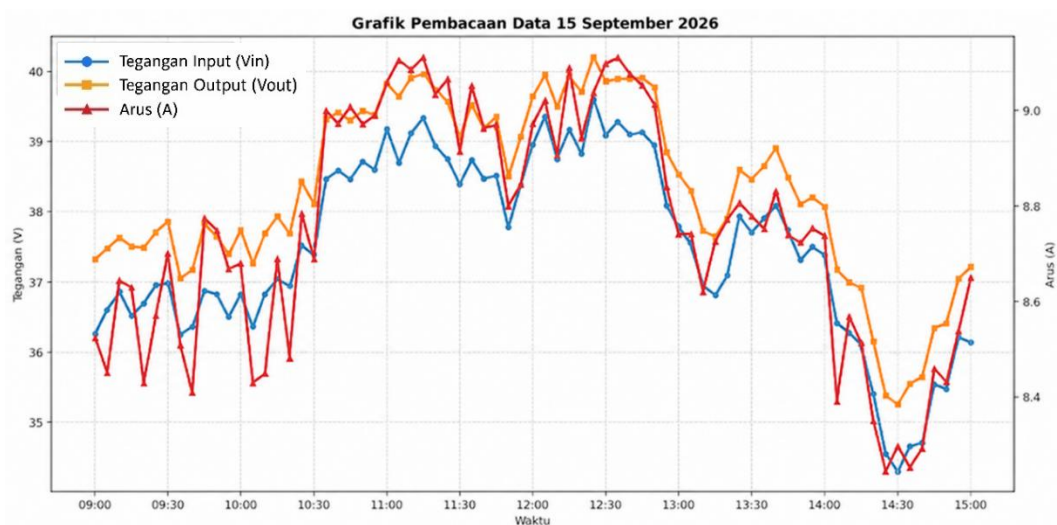
Prosedur pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat selama beroperasi menggunakan sumber energi dari panel surya dan beban *heater*. Pembacaan data dilakukan secara *real time* melalui LCD yang terhubung dengan ESP32. Data yang ditampilkan pada LCD diperbarui setiap 1 menit. Data hasil pengukuran disimpan pada Google Spreadsheet untuk memudahkan pencatatan dan analisis. Data pada Google Spreadsheet diperbarui setiap 5 menit. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dengan parameter yang diamati meliputi tegangan input (V_{in}) *buck-boost converter*, tegangan *output* (V_{out}) *buck-boost converter*, dan arus pada beban yang dibaca menggunakan sensor ACS712. Data yang diperoleh selama pengujian kemudian digunakan untuk menganalisis kinerja *buck-boost converter* dan kestabilan tegangan *output* terhadap perubahan tegangan *input* dari panel surya.

5.3 Penutian Menggunakan *Buck-Boost Converter*

Pada subbab ini dilakukan pengujian sistem dengan menggunakan *buck-boost converter* untuk mengetahui perubahan tegangan dan arus selama alat beroperasi. Pengujian dilakukan selama tiga hari, yaitu pada tanggal 15, 16, dan 17

September 2026, mulai pukul 09.00 sampai 15.00. Data diambil dengan interval waktu setiap 5 menit agar perubahan nilai selama pengujian dapat diamati secara lebih rinci. Parameter yang diamati meliputi tegangan *input*, tegangan *output*, dan arus. Seluruh data hasil pengukuran kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pengamatan terhadap pola perubahan setiap parameter selama proses pengujian berlangsung.

1. Pengujian Menggunakan *Buck-Boost Converter* Tanggal 15 September 2026

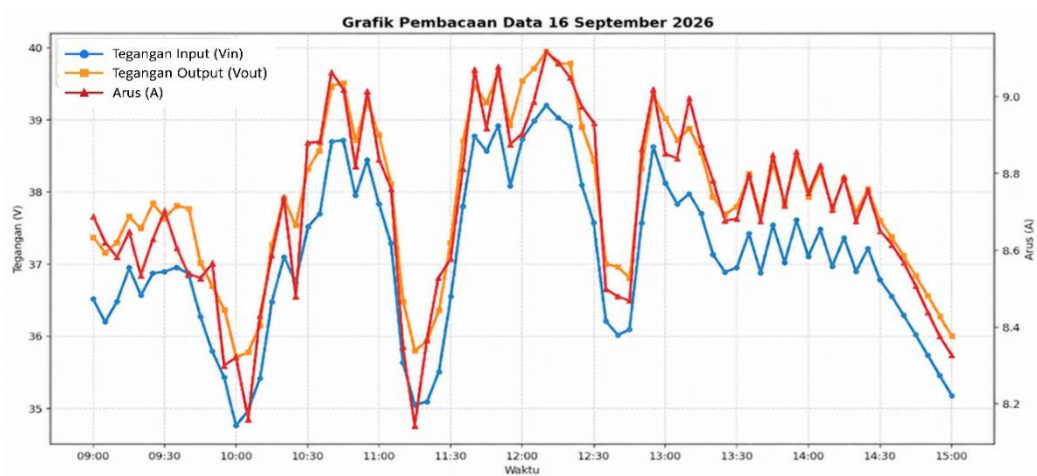


Gambar 5.1 Grafik Pembacaan Data 15 September 2026

Berdasarkan grafik pengujian tanggal 15 September 2026, terlihat bahwa nilai tegangan *input*, tegangan *output*, dan arus mengalami perubahan selama pengujian dari pukul 09.00 hingga 15.00. Pada awal pengujian, tegangan *input* masih berada di kisaran 36–37 V, tegangan *output* berada di kisaran 37–38 V, sedangkan arus berada di sekitar 8,4–8,8 A. Memasuki pukul 10.35 hingga sekitar 12.50, ketiga parameter cenderung meningkat, dengan tegangan *input* mencapai nilai tertinggi sebesar 39,60650 V dan tegangan *output* sebesar 40,20007 V pada pukul 12.25, sementara arus tertinggi tercatat sebesar 9,11155 A pada pukul 11.15. Setelah pukul 12.50, nilai tegangan dan arus mulai menurun disertai beberapa fluktuasi, hingga tegangan *input* mencapai nilai terendah sebesar 34,30441 V pada pukul 14.30 dan arus terendah sebesar 8,24446 A pada pukul 14.25.

Grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tegangan *output* selalu berada di atas tegangan *input*, sehingga menunjukkan bahwa *buck-boost converter* pada pengujian tersebut bekerja menaikkan tegangan sebelum diteruskan ke beban. Secara keseluruhan, pola grafik menunjukkan kecenderungan nilai tegangan dan arus meningkat dari pagi menuju siang hari, kemudian menurun pada sore hari, sementara perubahan pada tegangan *input* juga diikuti oleh perubahan pada tegangan *output* dan arus selama proses pengujian berlangsung.

2. Pengujian *Buck-Boost Converter* Tanggal 16 September 2026



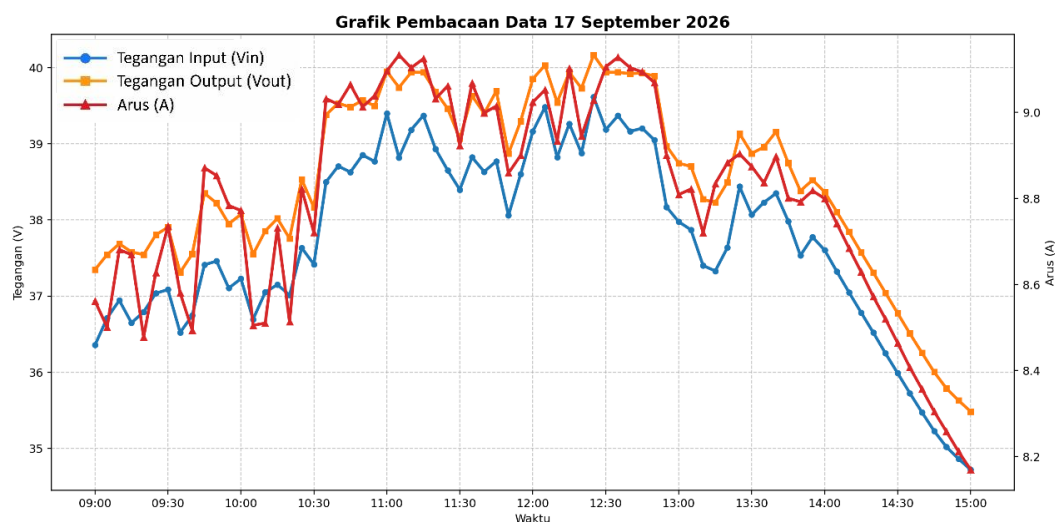
Gambar 5. 2 Grafik Pembacaan Data 16 September 2026

Berdasarkan grafik pengujian tanggal 16 September 2026, terlihat bahwa nilai tegangan *input*, tegangan *output*, dan arus mengalami perubahan yang cukup fluktuatif selama pengujian dari pukul 09.00 hingga 15.00. Pada awal pengujian, tegangan *input* berada di kisaran 36–37 V, tegangan *output* berada di kisaran 37–38 V, sedangkan arus berada di sekitar 8,5–8,7 A. Pada pukul 09.45 hingga 10.05, nilai tegangan mengalami penurunan dan mencapai nilai terendah pada pukul 10.00, yaitu tegangan *input* sebesar 34,76233 V dan tegangan *output* sebesar 35,70985 V, kemudian kembali meningkat hingga mendekati 39 V pada sekitar pukul 10.40–10.45. Nilai tegangan kembali mengalami beberapa kenaikan dan penurunan hingga mencapai kondisi tertinggi pada sekitar pukul 12.10, dengan tegangan *input* sebesar 39,19728 V, tegangan *output* sebesar 39,94011 V, dan arus sebesar 9,11596 A. Pada pukul 13.30 hingga 14.30, nilai tegangan dan arus masih mengalami fluktuasi kecil, namun secara umum berada pada kisaran yang relatif berdekatan, sebelum akhirnya

mulai menurun setelah pukul 14.30. Menjelang akhir pengujian, nilai tegangan *input* turun hingga 35,18005 V, tegangan *output* menjadi 36 V, dan arus turun menjadi 8,32751 A pada pukul 15.00.

Secara keseluruhan, grafik tanggal 16 September menunjukkan bahwa kondisi tegangan dan arus tidak berubah secara konstan, tetapi mengikuti perubahan kondisi cuaca yang memengaruhi pada panel selama pengujian, sedangkan nilai tegangan *output* tetap berada di atas tegangan *input*. Hal ini menunjukkan bahwa *buck-boost converter* tetap bekerja menaikkan tegangan sebelum diteruskan ke beban meskipun nilai tegangan *input* mengalami naik dan turun selama proses pengujian.

3. Pengujian *Buck-Boost Converter* Tanggal 17 September 2026



Gambar 5.3 Grafik Pembacaan Data 17 September 2026

Berdasarkan grafik pengujian tanggal 17 September 2026, terlihat nilai tegangan *input*, tegangan *output*, dan arus mengalami perubahan selama pengujian dari pukul 09.00 hingga 15.00. Pada awal pengujian, tegangan *input* berada pada kisaran 36–37 V, tegangan *output* berada pada kisaran 37–38 V, sedangkan arus berada di sekitar 8,5–8,8 A. Pada pukul 10.35 hingga sekitar 12.50, nilai tegangan dan arus cenderung meningkat dan berada pada kondisi yang lebih tinggi dibandingkan awal pengujian. Tegangan *input* tertinggi tercatat sebesar 39,61673 V dan tegangan *output* tertinggi sebesar 40,16675 V pada pukul 12.25, sedangkan nilai arus tertinggi sebesar 9,13341 A terjadi pada pukul 11.05. Setelah pukul 13.00,

nilai tegangan dan arus mulai mengalami penurunan disertai beberapa fluktuasi hingga pukul 14.00. Pada pukul 14.00 hingga 15.00, penurunan terlihat lebih jelas dan berlangsung secara bertahap, hingga pada akhir pengujian tegangan *input* mencapai 34,71830 V, tegangan *output* sebesar 35,48261 V, dan arus sebesar 8,16928 A.

Hasil pengujian terlihat bahwa nilai tegangan *output* tetap berada di atas tegangan *input* selama pengujian, menunjukkan bahwa *buck-boost converter* bekerja menaikkan tegangan sebelum diteruskan ke beban. Secara keseluruhan, grafik tanggal 17 September menunjukkan pola peningkatan nilai tegangan dan arus dari pagi menuju siang hari, kemudian mengalami penurunan secara bertahap menjelang sore hari, sementara perubahan pada tegangan *input* tetap diikuti oleh perubahan pada tegangan *output* dan arus selama sistem beroperasi.

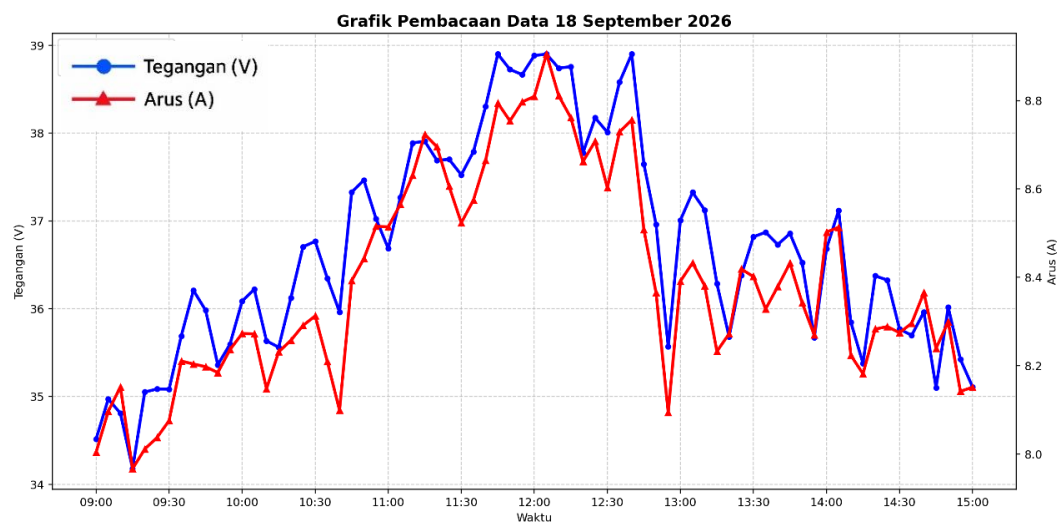
5.4 Pengujian Tidak Menggunakan *Buck-Boost Converter*

Pada subbab ini dilakukan pengujian sistem tanpa menggunakan *buck-boost converter* untuk mengetahui perubahan tegangan dan arus yang langsung diterima oleh beban selama alat beroperasi. Pengujian dilakukan selama tiga hari, yaitu pada tanggal 18, 19, 20 September 2026 dengan rentang waktu pukul 09.00 sampai 15.00, dan pengambilan data dilakukan setiap 5 menit. Parameter yang diamati meliputi tegangan dan arus pada sistem ketika sumber dari panel surya langsung terhubung ke beban tanpa melalui proses pengaturan tegangan oleh *buck-boost converter*. Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik agar perubahan nilai tegangan dan arus pada setiap waktu pengambilan data dapat diamati dengan lebih mudah dan digunakan sebagai bahan perbandingan dengan pengujian yang menggunakan *buck-boost converter*.

1. Pengujian Tidak Menggunakan *Buck-Boost Converter* Tanggal 18 September 2026

Berdasarkan data pengujian tanggal 18 September 2026, nilai tegangan dan arus terlihat mengalami perubahan yang cukup fluktuatif selama pengujian dari pukul 09.00 sampai 15.00. Pada awal pengujian, tegangan berada di kisaran 34–35 V dengan arus sekitar 8,0 A, kemudian secara

bertahap meningkat menjelang siang. Nilai tertinggi terjadi pada pukul 12.05, dengan tegangan sebesar 38,97412 V dan arus sebesar 8,90531 A. Tegangan dan arus kembali mengalami kenaikan dan penurunan, penurunan cukup terlihat pada pukul 12.55 dengan tegangan sebesar 35,56850 V dan arus 8,09429 A. Memasuki siang hingga sore hari, kedua nilai masih berfluktuasi tetapi cenderung menurun, hingga pada pukul 15.00 tercatat tegangan sebesar 35,10897 V dan arus sebesar 8,15127 A. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa tegangan dan arus mengalami peningkatan dari pagi menuju siang hari, kemudian menurun dan berfluktuasi hingga akhir pengujian.

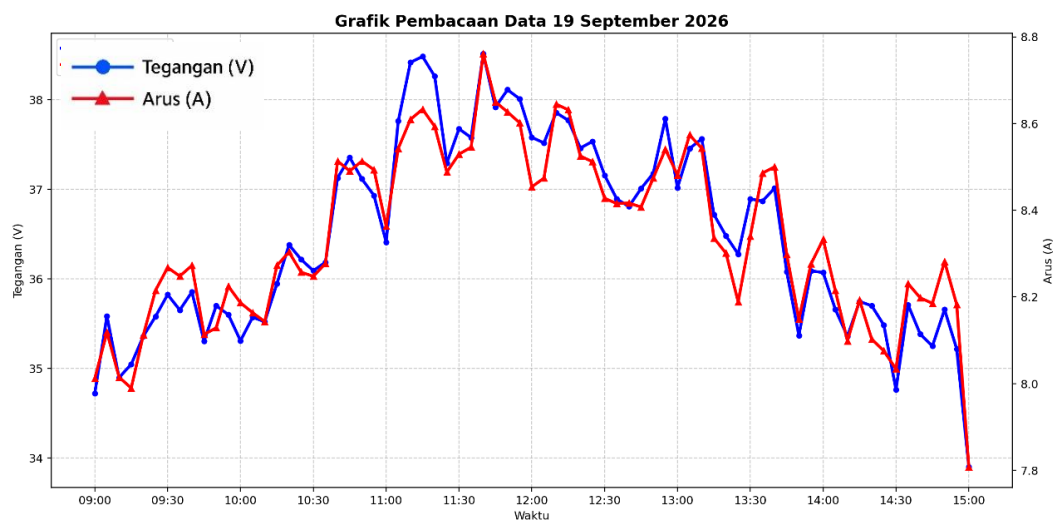


Gambar 5. 4 Grafik Pembacaan Data 18 September 2026

2. Pengujian Tidak Menggunakan *Buck-Boost Converter* Tanggal 19 September 2026

Berdasarkan data pengujian tanggal 19 September 2026, nilai tegangan dan arus mengalami perubahan yang cukup fluktuatif selama pengujian dari pukul 09.00 sampai 15.00. Pada awal pengujian, tegangan berada di kisaran 34–35 V dengan arus sekitar 8,0–8,2 A, kemudian secara bertahap meningkat menjelang siang. Nilai tertinggi terjadi pada pukul 11.40, dengan tegangan sebesar 38,5111 V dan arus sebesar 8,76063 A. Nilai tegangan dan arus mulai mengalami beberapa kenaikan dan penurunan, namun cenderung menurun menuju sore hari. Pada pukul 14.30, tegangan sempat turun

menjadi 34,76228 V dengan arus 8,03384 A, kemudian kembali mengalami sedikit kenaikan sebelum akhirnya turun pada akhir pengujian. Pada pukul 15.00, tegangan tercatat sebesar 33,712645 V dengan arus 7,80769 A. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa tegangan dan arus meningkat dari pagi menuju siang hari, kemudian menurun secara bertahap disertai beberapa fluktuasi hingga akhir pengujian.

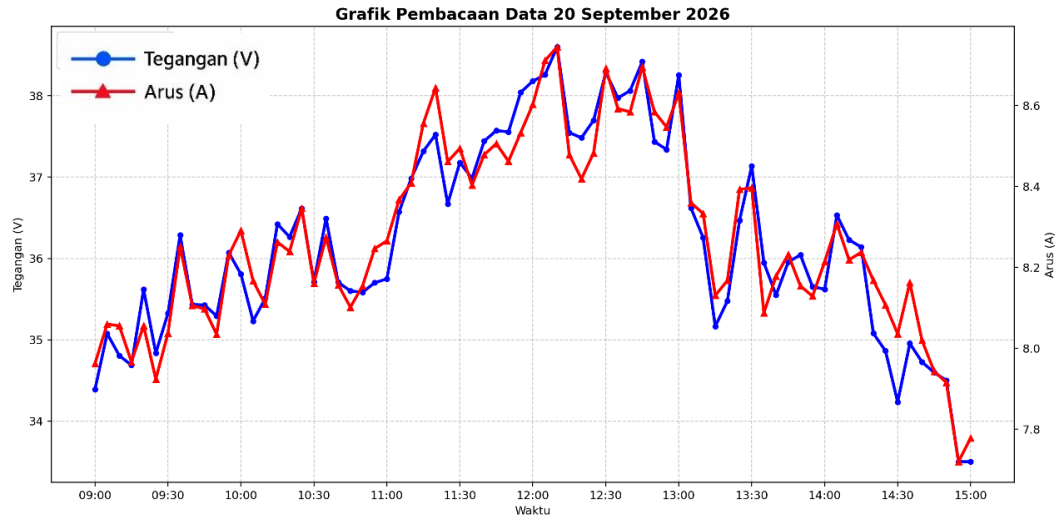


Gambar 5. 5 Grafik Pembacaan Data 19 September 2026

3. Pengujian Tidak Menggunakan *Buck-Boost Converter* Tanggal 20 September 2026

Berdasarkan data pengujian tanggal 20 September 2026, nilai tegangan dan arus terlihat cukup fluktuatif selama pengujian dari pukul 09.00 sampai 15.00. Pada awal pengujian, tegangan berada di kisaran 34–35 V dengan arus sekitar 7,9–8,1 A, kemudian secara bertahap meningkat hingga menjelang siang. Nilai tertinggi terjadi pada pukul 12.10, dengan tegangan sebesar 38,63319 V dan arus sebesar 8,74434 A. Tegangan dan arus mengalami beberapa kenaikan dan penurunan, terutama mulai sekitar pukul 13.00, kemudian cenderung menurun menuju sore hari. Menjelang akhir pengujian, penurunan semakin terlihat dan pada pukul 15.00 tegangan tercatat sebesar 33,59614 V dengan arus sebesar 7,77795 A. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa tegangan dan arus meningkat dari

pagi menuju siang hari, kemudian mengalami penurunan disertai fluktuasi hingga akhir pengujian.



Gambar 5. 6 Grafik Pembacaan Data 20 September 2026

5.5 Perbandingan Antara Menggunakan *Buck-Boost Converter* dan Tidak Menggunakan *Buck-Boost Converter*

Perbandingan pengujian dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik tegangan dan arus pada sistem ketika menggunakan *buck-boost converter* dan ketika tidak menggunakan *buck-boost converter*. Data yang dibandingkan diperoleh dari pengujian menggunakan *buck-boost converter* pada tanggal 15–17 September 2026 dan pengujian tanpa *buck-boost converter* pada tanggal 18–20 September 2026. Parameter utama yang digunakan dalam perbandingan adalah tegangan yang diterima oleh beban *sand battery*, sedangkan nilai arus digunakan sebagai parameter pendukung. Perbandingan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan rentang perubahan. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk melihat pengaruh penggunaan *buck-boost converter* terhadap kestabilan tegangan pada beban.

Tabel 5- 1 Tabel Perbandingan perhari

Tanggal	Kondisi Pengujian	Rata-rata (V)	Minimum (V)	Maksimum (V)	Rentang (V)
15-Sep-26	Menggunakan <i>Buck-Boost converter</i>	38,299	35,256	40,200	4,944
16-Sep-26	Menggunakan <i>Buck-Boost converter</i>	37,899	35,710	39,940	4,230
17-Sep-26	Menggunakan <i>Buck-Boost converter</i>	38,516	35,483	40,167	4,684
18-Sep-26	Tanpa <i>Buck-Boost converter</i>	36,683	34,178	38,974	4,797
19-Sep-26	Tanpa <i>Buck-Boost converter</i>	36,484	33,713	38,511	4,798
20-Sep-26	Tanpa <i>Buck-Boost converter</i>	36,218	33,525	38,633	5,108

Berdasarkan tabel ringkasan pengujian per hari, pada kondisi menggunakan *buck-boost converter* diperoleh rata-rata tegangan sebesar 38,299 V pada tanggal 15 September, 37,899 V pada tanggal 16 September, dan 38,516 V pada tanggal 17 September. Adapun rentang tegangan yang diperoleh masing-masing sebesar 4,944 V, 4,230 V, dan 4,684 V. Dari ketiga hari tersebut, tanggal 16 September 2026 memiliki rentang tegangan paling kecil, sedangkan rata-rata tegangan tertinggi terjadi pada tanggal 17 September 2026.

Pada pengujian tanpa menggunakan *buck-boost converter*, rata-rata tegangan sebesar 36,683 V pada tanggal 18 September, 36,484 V pada tanggal 19

September, dan 36,218 V pada tanggal 20 September. Rentang tegangannya masing-masing sebesar 4,797 V, 4,798 V, dan 5,108 V. Nilai rentang terbesar terjadi pada tanggal 20 September 2026, yang menunjukkan perubahan tegangan pada hari tersebut lebih besar dibandingkan dua hari lainnya.

Secara keseluruhan, pengujian menggunakan *buck-boost converter* menghasilkan rata-rata tegangan yang lebih tinggi dengan rentang perubahan tegangan yang cenderung lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa selama pengujian, penggunaan *buck-boost converter* membantu menjaga tegangan pada beban agar lebih terkendali dibandingkan kondisi tanpa *buck-boost converter*.

Tabel 5- 2 Tabel Perbandingan

Kondisi Pengujian	Rata-rata (V)	Minimum (V)	Maksimum (V)	Rentang (V)
Menggunakan <i>Buck-Boost Converter</i>	38,238	35,256	40,200	4,944
Tanpa <i>Buck-Boost Converter</i>	36,462	33,525	38,974	5,449

Berdasarkan tabel perbandingan utama, penggunaan *buck-boost converter* menghasilkan rata-rata tegangan sebesar 38,238 V, sedangkan tanpa *buck-boost converter* sebesar 36,462 V. Tegangan minimum pada kondisi menggunakan *buck-boost converter* sebesar 35,256 V, lebih tinggi dibandingkan tanpa *buck-boost converter* sebesar 33,525 V. Sementara itu, tegangan maksimum pada penggunaan *buck-boost converter* mencapai 40,200 V, sedangkan tanpa *buck-boost converter* sebesar 38,974 V.

Dilihat dari rentang tegangannya, penggunaan *buck-boost converter* menghasilkan rentang sebesar 4,944 V, sedangkan tanpa *buck-boost converter* sebesar 5,449 V. Rentang yang lebih kecil menunjukkan bahwa perubahan tegangan selama pengujian dengan *buck-boost converter* cenderung lebih terkendali. Rata-

rata tegangan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *buck-boost converter* mampu mempertahankan level tegangan pada beban pada nilai yang lebih baik dibandingkan saat sistem tidak menggunakan *buck-boost converter*.

Secara keseluruhan, hasil pada tabel kedua memperkuat hasil pada tabel pertama, yaitu bahwa penggunaan *buck-boost converter* memberikan karakteristik tegangan yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan kondisi tanpa *buck-boost converter*. Karena pengujian dilakukan pada hari yang berbeda, hasil ini lebih tepat digunakan untuk menunjukkan perbedaan karakteristik kedua kondisi pengujian, bukan sebagai satu-satunya dasar untuk menyimpulkan bahwa seluruh perubahan disebabkan oleh *buck-boost converter*.