

SKRIPSI
**SIMULASI PENGISIAN *LEAD ACID BATTERY* PADA PV
MPPT DAN *BUCK CONVERTER* MENGGUNAKAN MATLAB
SIMULINK**



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapat Gelar Sarjana Program Strata-1
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD HAFIZ HAIKAL

13 2021 026

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025**

SKRIPSI
SIMULASI PENGISIAN LEAD ACID BATTERY PADA PV MPPT DAN
BUCK CONVERTER DENGAN MENGGUNAKAN SIMULINK



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
21 Agustus 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD HAFIZ HAIKAL
132021026

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN. 0228098702

Penguji 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Pembimbing 2

Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik Elektro



Dr. A. Junaidi, M.T
NIDN. 0302026502

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Palembang, 15 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Hafiz Haikal

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Santai boleh, rebahan boleh, tapi skripsi harus kelar *no matter what happens*
- ❖ Tidak ada hasil yang mengkhianati usaha. Setiap tetes keringat adalah investasi untuk masa depan
- ❖ Setiap proses memiliki tantangan, dan setiap tantangan pasti memiliki jalan keluarnya.

PERSEMBAHAN

- ❖ Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang senantiasa mengiringi setiap langkah saya hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
- ❖ Kepada kedua orang tua tercinta , Ayah Hendri, Ibu Aminah Yulinati dan Adik saya Nabila Syafira dan M Rizky Adhytia. Yang telah memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, dan dukungan tanpa batas.
- ❖ Keluarga besar, yang selalu menjadi sumber motivasi dan semangat, baik melalui dukungan moral, doa, maupun dorongan untuk terus maju.
- ❖ Kepada Dosen pembimbing I Bapak Hurairah S.T., MT dan Dosen pembimbing II Ibu Dr. Wiwin A.Oktaviani S.T., M,SC. yang dengan kesabaran dan ketelitian telah memberikan bimbingan, masukan, serta arahan berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
- ❖ Kepada teman seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat, berbagi pengetahuan, dan menemani dalam suka maupun duka selama perkuliahan hingga proses akhir penyusunan skripsi.
- ❖ Almamater Universitas Muhammadiyah Palembang, tempat saya menimba ilmu, mengasah keterampilan, dan membentuk karakter untuk masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **SIMULASI PENGISIAN *LEAD-ACID BATTERY* PADA PV MPPT DAN *BUCK CONVERTER* MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK** yang disusun untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Oleh karena itu atas tersusunnya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada,

- Bapak Muhammad Huraiah, S.T., M.T, selaku Pembimbing I
- Ibu Dr. Wiwin A.Oktaviani, S.T., M.SC, selaku Pembimbing II

penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Huraiah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Rekan – rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang .

8. Orang tuaku tercinta, Ayahanda Hendri dan Ibunda Aminah Yulianti. yang terus-menerus memberikan doa serta dukungan dalam bentuk moral, materi, dan spiritual kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Kepada kedua adikku tercinta Nabila Syafira dan M Rizky Adhytia serta keluarga besar terima kasih banyak telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada seseorang yang tidak kala penting kehadirannya Kayla Febhezanisa. Terima kasih telah memberikan semangat dan sudah mendengarkan keluh kesah dalam penyusunan skripsi ini.
11. Kepada teman-teman seperjuangan skripsi angkatan 2021 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
Yang telah memberikan banyak dukungan kepada penulis, baik secara moral maupun material, dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu dengan hati terbuka penulis akan menerima kritik dan saran dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 26 Maret 2025

Penulis

MUHAMMAD HAFIZ HAIKAL

ABSTRAK

Energi surya sebagai salah satu sumber energi terbarukan menjadi solusi potensial dalam penyediaan listrik ramah lingkungan, khususnya melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja pengisian baterai *lead-acid* 12V 100Ah menggunakan panel surya 200 Wp dengan bantuan algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) metode *Perturb and Observe* (P&O) dan buck converter berbasis simulasi MATLAB/Simulink. Metode penelitian dilakukan melalui desain simulasi dan pengambilan data lapangan sebanyak tiga kali percobaan dengan variasi intensitas cahaya dan suhu, yang kemudian dibandingkan antara hasil simulasi dan data lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan baterai dari simulasi dan lapangan relatif mendekati, dengan nilai maksimum mencapai 14,4 V, sementara arus pengisian bervariasi antara 0,3 A hingga 3,4 A sesuai kondisi iradiasi. Meskipun terdapat selisih nilai, tren perubahan arus dan tegangan pada simulasi sejalan dengan hasil lapangan, sehingga model dapat merepresentasikan karakteristik pengisian secara cukup akurat. Kesimpulan dari penelitian ini menyatakan bahwa simulasi MATLAB/Simulink efektif digunakan untuk memprediksi performa sistem pengisian baterai, dan dapat menjadi acuan dalam pengembangan PLTS skala kecil di masa depan.

Kata Kunci: Energi Surya, Baterai *Lead-Acid*, MPPT, *Buck Converter*, Simulink.

ABSTRACT

Solar energy, as one of the most promising renewable energy sources, offers an environmentally friendly solution for electricity supply, particularly through small-scale photovoltaic (PV) systems. This study aims to analyze the charging performance of a 12V 100Ah lead-acid battery powered by a 200 Wp solar panel, utilizing the Perturb and Observe (P&O) Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm and a buck converter, modeled in MATLAB/Simulink. The research was conducted through a simulation design combined with three experimental field tests under varying solar irradiance and temperature conditions, comparing simulated results with real measurements. The findings indicate that the simulated and measured battery voltages closely aligned, with a maximum value reaching 14.4 V, while charging currents ranged from 0.3 A to 3.4 A depending on irradiance levels. Although minor discrepancies were observed, the overall current and voltage trends in simulation matched the field data, demonstrating that the model adequately represents actual charging characteristics. It is concluded that MATLAB/Simulink simulation is effective in predicting battery charging performance and can serve as a reliable reference for the future development of small-scale PV systems.

Keywords: *Solar Energy, Lead-Acid Battery, MPPT, Buck Converter, Simulink.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Lead-Acid Battery</i>	6
2.1.1 Karakteristik <i>Lead Acid Battery</i>	7
2.2 Sistem Pengisian Baterai Berbasis PV dengan MPPT dan Konverter Buck	8
2.3 <i>PV Array</i>	11

2.4 <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT)</i>	13
2.5 <i>Buck Converter</i>	14
2.6 Resistor	16
2.7 Kapasitor	17
2.8 Dioda.....	18
2.9 Induktor.....	18
2.10 MOSFET.....	20
2.11 <i>Software</i> MATLAB/Simulink	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu.....	22
3.2 Diagram <i>Flowchart</i>	22
3.3 Prinsip Kerja Simulasi Pengisian Baterai Pada PV MPPT dan Buck Converter Dengan Simulink	25
3.4 Komponen-Komponen Utama dan Cara Kerjanya	26
3.5 Simulasi dan Pemodelan	27
BAB 4 DATA PERHITUNGAN PEMBAHASAN DAN ANALISA	33
4.1 Data PV Array	35
4.2 Data Lingkungan.....	35
4.3 Data <i>Lead Acid Battery</i>	37
4.4 Data <i>Duty Cyle</i>	38
4.5 Hasil Simulasi	38
4.5.1 Hasil Simulasi Percobaan 1	39
4.5.2 Hasil Simulasi Percobaan 2.....	40
4.5.3 Hasil Simulasi Percobaan 3.....	41
4.6 Hasil Simulasi Tegangan dan Arus Pada Panel Surya	42

4.6.1 Percobaan 1	43
4.6.2 Percobaan 2	45
4.6.3 Percobaan 3	47
4.7 Hasil Simulasi Tegangan dan Arus Pada Baterai	49
4.7.1 Percobaan 1	49
4.7.2 Percobaan 2	51
4.7.3 Percobaan 3	53
4.8 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung).....	55
4.8.1 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung) Percobaan 1	56
4.8.2 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung) Percobaan 2	57
4.8.3 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung) Percobaan 3	59
4.9 Analisa Pembahasan.....	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lead-Acid Battery	7
Gambar 2.2 PV Array	12
Gambar 2.3 Kurva Sumber Energi	12
Gambar 2.4 Resistor	16
Gambar 2.5 Kapasitor.....	17
Gambar 2.6 Dioda.....	18
Gambar 2.7 Induktor.....	19
Gambar 2.8 MOSFET.....	20
Gambar 2.9 Software MATLAB/Simulink.....	21
Gambar 3.1 Diagram Flowchart	23
Gambar 3.2 Simulasi dan Pemodelan.....	29
Gambar 3.3 Parameter Panel Surya PV Array.....	31
Gambar 4.1 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Percobaan 143	
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Tegangan Pada Panel Surya Percobaan 1	44
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Arus Pada Panel Surya Percobaan 1	44
Gambar 4.4 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus pada Panel Surya Percobaan 245	
Gambar 4.5 Hasil Simulasi Tegangan Pada Panel Surya Percobaan 2.....	46
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Arus Pada Panel Surya Percobaan 2.....	46
Gambar 4.7 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus Pada Panel surya Percobaan 3 47	
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Tegangan Pada Panel Surya Percobaan 3	48
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Arus Pada Panel Surya Percobaan 3.....	48
Gambar 4.10 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus Pada Baterai Percobaan 1	50
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Tegangan Pada Baterai Percobaan 1	50
Gambar 4.12 Hasil Simulasi Arus Pada Baterai Percobaan 1	51
Gambar 4.13 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus Pada Baterai Percobaan 2	52
Gambar 4.14 Hasil Simulasi Tegangan Pada Baterai Percobaan 2	52
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Arus Pada Baterai Percobaan 2	53

Gambar 4.16 Grafik Simulasi Tegangan dan Arus Pada Baterai Percobaan 3	54
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Tegangan Pada Baterai Percobaan 3	54
Gambar 4.18 Hasil Simulasi Arus Pada Baterai Percobaan 3	55
Gambar 4.19 Grafik Intensitas Cahaya Percobaan 1	57
Gambar 4.20 Intensitas Cahaya Percobaan 2	59
Gambar 4.21 Intensitas Cahaya Percobaan 3	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data PV Array.....	35
Tabel 4.2 Data Lingkungan Percobaan 1 (9 Juli 2025)	36
Tabel 4.3 Data Lingkungan Percobaan 2 (12 Juli 2025)	36
Tabel 4.4 Data Lingkungan Percobaan 3 (15 Juli 2025)	37
Tabel 4.5 Data Lead Acid Battery	37
Tabel 4.6 Data Duty Cycle	38
Tabel 4.7 Hasil Simulasi Percobaan 1	40
Tabel 4.8 Hasil Simulasi Percobaan 2	41
Tabel 4.9 Hasil Simulasi Percobaan 3	42
Tabel 4.10 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung) Percobaan 1	56
Tabel 4.11 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langusng) Percobaan 2	58
Tabel 4.12 Hasil Ukur Lapangan (Uji Langsung) Percobaan 3	60
Tabel 5.1 Hasil Simulasi	64

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perubahan iklim dan krisis energi fosil telah memicu transisi global menuju energi terbarukan, dengan solar photovoltaic (PV) sebagai salah satu teknologi utama. Pada 2022, kapasitas instalasi PV global mencapai 1.047 GW, didorong oleh kebijakan pemerintah dan penurunan biaya produksi (IRENA, 2023). Namun, efisiensi sistem PV masih dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti variasi irradiansi matahari dan fluktuasi suhu, yang menyebabkan ketidakstabilan daya keluaran. Tantangan ini memerlukan integrasi teknologi *power electronics* dan algoritma kontrol cerdas untuk memaksimalkan ekstraksi energi, terutama dalam aplikasi penyimpanan baterai.

Sistem PV konvensional seringkali gagal mencapai titik daya maksimum (MPP) akibat dinamika kondisi operasi. Studi oleh (Esram & Chapman, 2007) menunjukkan bahwa tanpa algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), kehilangan daya dapat mencapai 30%, terutama di lingkungan dengan perubahan irradiansi yang cepat. Selain itu, ketidaksesuaian tegangan antara modul PV dan baterai memerlukan konversi daya yang presisi. *Buck converter*, sebagai komponen kritis, harus dirancang untuk menurunkan tegangan PV ke level yang sesuai dengan baterai, sambil mempertahankan efisiensi di atas 95% melalui sinkronisasi dengan strategi MPPT.

Power electronics memainkan peran sentral dalam mengoptimalkan sistem PV, tetapi pengujian prototipe fisik seringkali mahal dan memakan waktu. Simulasi berbasis perangkat lunak seperti MATLAB/Simulink menawarkan solusi efisien untuk memodelkan interaksi dinamis antara algoritma MPPT, konverter, dan baterai. Menurut (Cirak, 2023), simulasi ini memungkinkan analisis performa

sistem di bawah berbagai skenario lingkungan, seperti perubahan irradiansi mendadak atau suhu ekstrem, tanpa risiko kerusakan komponen. Kemampuan ini sangat vital dalam mempercepat iterasi desain dan validasi sistem.

Data International *Energy Agency* mengungkapkan bahwa 70% sistem PV skala kecil masih menggunakan kontroler pengisian PWM konvensional, yang hanya mencapai efisiensi 70-80%. Padahal, integrasi MPPT dengan *buck converter* mampu meningkatkan efisiensi hingga 98% (Koutroulis et al., 2001). Tren penelitian terbaru fokus pada pengembangan algoritma MPPT adaptif seperti *Perturb and Observe* (P&O) dan *Incremental Conductance* (INC), yang mampu merespons perubahan irradiansi dalam waktu kurang dari 200 milidetik (Worighi et al., 2019). Namun, implementasi algoritma ini dalam topologi *buck converter* untuk pengisian baterai belum banyak dieksplorasi.

Penelitian sebelumnya oleh (Esrasm & Chapman, 2007) telah menguji berbagai algoritma MPPT, tetapi tidak menyertakan analisis mendalam tentang integrasinya dengan *buck converter* untuk aplikasi pengisian baterai. Sementara itu, (Koutroulis et al., 2001) berhasil desain *buck converter* efisien, tetapi penelitian mereka terbatas pada kondisi irradiansi stabil. Studi terbaru oleh (Cirak, 2023) menggunakan *boost converter* untuk simulasi MPPT, mengabaikan potensi *buck converter* dalam aplikasi sistem *off-grid* dengan baterai tegangan rendah. Keterbatasan ini menyisakan celah dalam pemahaman tentang interaksi dinamis antara MPPT, konverter, dan karakteristik baterai.

Kesenjangan utama dalam literatur terletak pada kurangnya model simulasi terintegrasi yang menggabungkan algoritma MPPT, dinamika *buck converter*, dan respons baterai dalam satu lingkungan uji virtual. Selain itu, evaluasi performa sistem di bawah kondisi irradiansi dan suhu yang bervariasi secara *real-time* masih jarang dilakukan. Hal ini menghambat pengembangan sistem PV yang adaptif, khususnya untuk aplikasi di daerah terpencil atau integrasi dengan kendaraan listrik, di mana fluktuasi lingkungan sangat tinggi.

Dengan perkembangan perangkat lunak simulasi seperti MATLAB/Simulink, para peneliti kini dapat melakukan analisis mendalam terhadap berbagai metode MPPT dan *buck converter* tanpa perlu membangun

prototipe fisik terlebih dahulu. (Sha'ban & Al-Malah, 1993) menunjukkan bahwa simulasi berbasis kecerdasan buatan seperti jaringan saraf tiruan (ANN) dan logika fuzzy dapat meningkatkan performa MPPT dalam kondisi lingkungan yang dinamis.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model Simulink yang mengintegrasikan algoritma MPPT (P&O/INC), buck converter, dan simulasi pengisian baterai untuk menganalisis efisiensi sistem di bawah variasi iradiasi dan suhu. Kontribusi teoritis mencakup pemodelan matematis interaksi antar komponen, sementara kontribusi praktis berupa desain sistem yang dapat direplikasi untuk aplikasi komersial, seperti penyimpanan energi rumah tangga atau stasiun pengisian kendaraan listrik. Hasil penelitian diharapkan menjadi landasan bagi pengembangan sistem PV yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah membangun model simulasi terintegrasi menggunakan MATLAB/Simulink yang menggabungkan algoritma MPPT seperti *Perturb & Observe buck converter*, serta proses pengisian baterai. Model ini dirancang untuk menganalisis sejauh mana sistem PV dapat mempertahankan efisiensi optimal ketika dihadapkan pada perubahan iradiasi matahari dan suhu lingkungan secara *real-time*.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini berfokus pada analisis performa MPPT metode P&O dalam sistem PV yang digunakan untuk pengisian baterai basah 12V 100Ah dalam kondisi iradiasi dan suhu lingkungan yang berubah-ubah per periode, sehingga hasilnya bergantung pada pemodelan di dalam perangkat lunak dan *real time*.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja algoritma MPPT metode *Perturb & Observe* (P&O) dalam menyesuaikan titik daya maksimum pada PV array 199.936 Wp dalam kondisi iradiasi dan suhu yang tetap?

2. Sejauh mana efisiensi pengisian baterai 12V 100Ah yang menggunakan aki kering dapat dimaksimalkan melalui pengaturan *duty cycle* pada MPPT metode P&O dalam simulasi berbasis MATLAB/Simulink?
3. Bagaimana karakteristik arus, tegangan, dan *State of Charge* (SOC) baterai saat pengisian berlangsung dengan metode MPPT P&O, serta bagaimana pola kestabilannya dalam jangka waktu tertentu berdasarkan hasil simulasi?

1.5 Sistematika Penulisan

Uraian struktur dan urutan yang digunakan dalam penyusunan skripsi terdiri dari beberapa bagian bab yang isinya sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang simulasi pengisian baterai pv mppt dan *buck converter* dengan simulin, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi menjelaskan simulasi pengisian baterai pv mppt dan *buck converter* dengan simulink secara rinci serta teori yang mendasari pembahasan tentang sistem pengisian baterai pv mppt dan *buck converter* dengan simulink, prinsip kerja, komponen – komponen utama dan cara kerjanya, dan *software* yang digunakan dalam mensimulasikan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang penelitian menggunakan model ADDIE untuk mengembangkan sistem simulasi pengisian baterai berbasis PV dengan MPPT dan *buck converter* dalam Simulink. Prosedur sistematis yang diterapkan memastikan bahwa hasil penelitian memiliki validitas dan keakuratan yang tinggi. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan pengembangan sistem pengisian daya PV dapat lebih optimal untuk aplikasi energi terbarukan, tempat dan waktu, *fishbone* penelitian, alat dan bahan.

BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN DAN ANALISA

Bab ini berisi penyajian data hasil pengukuran lapangan dan data simulasi, yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya dan daya yang disimpan dalam baterai. Selain itu, bab ini juga membahas dan menganalisis hasil yang diperoleh berdasarkan tiga kali percobaan untuk mengevaluasi kesesuaian antara data simulasi dengan data lapangan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- Cirak, B. (2023). Modelling and Simulation of Photovoltaic Systems Using MATLAB / Simulink. *WSEAS Transactions on Power Systems*, 18, 49–56. <https://doi.org/10.37394/232016.2023.18.6>
- Ebhota, W. S., & Tabakov, P. Y. (2023). Influence of photovoltaic cell technologies and elevated temperature on photovoltaic system performance. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(7), 101984. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101984>
- Esram, T., & Chapman, P. L. (2007). Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 22(2), 439–449. <https://doi.org/10.1109/TEC.2006.874230>
- Gbadega, P. A., Sun, Y., & Balogun, O. A. (2025). Optimized energy management in Grid-Connected microgrids leveraging K-means clustering algorithm and Artificial Neural network models. *Energy Conversion and Management*, 336(November 2024), 119868. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.119868>
- Halim, M. F. M. A., Nor, A. M. M., Badari, A. A. B., Abidin, A. F. Z., Kadiran, K. A., Adam, A., Mohammad, S. H., & Harun, M. H. (2019). Reseducational kit the development of an electronic quiz board that test engineering students knowledge on resistors concept in electrical circuit. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(1), 202–207.
- Hayder, W., Ogliari, E., Dolara, A., Abid, A., Hamed, M. Ben, & Sbita, L. (2020). Improved PSO: A comparative study in MPPT algorithm for PV system control under partial shading conditions. *Energies*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/en13082035>
- IRENA. (2023). *Renewable Capacity Statistics 2023*. www.irena.org/publications
- Järvinen, L. (n.d.). *Effect of impaired power quality on alkaline water electrolyzer performance and*.
- Khosravi, N., Çelik, D., Bevrani, H., & Echalih, S. (2025). Microgrid stability: A comprehensive review of challenges, trends, and emerging solutions. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 170(May). <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2025.110829>
- Koutroulis, E., Kalaitzakis, K., & Voulgaris, N. C. (2001). Development of a microcontroller-based, photovoltaic maximum power point tracking control

- system. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 16(1), 46–54. <https://doi.org/10.1109/63.903988>
- Leal, D. A. A., Krishnan, B., Shaji, S., & Avellaneda, D. A. (2018). On the structure and physical properties of methyl ammonium lead iodide perovskite thin films by the two-step deposition method. *Materials Chemistry and Physics*, 215, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2018.05.033>
- Li, Y., Li, L., Jiang, Y., Gan, Y., Zhang, J., & Yuan, S. (2023). A Novel Hybrid Maximum Power Point Tracking Technique for PV System under Complex Partial Shading Conditions in Campus Microgrid. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/app13084998>
- Nanyan, N. F., Ahmad, M. A., & Hekimoğlu, B. (2024). Optimal PID controller for the DC-DC buck converter using the improved sine cosine algorithm. *Results in Control and Optimization*, 14(September 2023). <https://doi.org/10.1016/j.rico.2023.100352>
- Patel, H., & Agarwal, V. (2008). MATLAB-based modeling to study the effects of partial shading on PV array characteristics. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 23(1), 302–310. <https://doi.org/10.1109/TEC.2007.914308>
- Rajanna, B. V., & Kumar, M. K. (2021). Comparison study of lead-acid and lithium-ion batteries for solar photovoltaic applications. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 12(2), 1069–1082. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v12.i2.pp1069-1082>
- Sarafian, H. (2023). 3D_Multi Resistor Electric Circuit. *American Journal of Computational Mathematics*, 13(02), 342–349. <https://doi.org/10.4236/ajcm.2023.132017>
- Sha'ban, A. A., & Al-Malah, N. M. (1993). Pesticides. Ministry of Higher Education and Scientific Research. *University of Mosul*.
- Shahadat Kabir, K. (2021). *Design of Battery Charging from Solar using Buck Converter with MPPT Algorithm*. 11(1), 587–592. <https://www.researchgate.net/publication/351272796>
- Simulink, M., Technology, F., Tabor, D., Dtu, U., & Tabor, D. (2025). *ElectroSphere: Electrical Electronics Engineering Bulletin Design and Simulation of the PV Solar System and MPPT with PI Controller Based for Rural Electrification in Semera Using*. 1(1).
- Tan, R. H. G., Er, C. K., & Solanki, S. G. (2020). Modeling of Photovoltaic MPPT Lead Acid Battery Charge Controller for Standalone System Applications. *E3S Web of Conferences*, 182, 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018203005>
- Tariq Iqbal, M., Karunamuthy Kumaraswamy Student Member, V., & Member, S. (2020). *Simulation and Hardware Implementation of a MPPT Charge Controller for a Photovoltaic Systems Simulation and Hardware*

Implementation of a MPPT Charge Controller for a Photovoltaic Systems
 Tariq Iqbal. December 2020. <https://www.researchgate.net/publication/347463491>

- Worighi, I., Geury, T., El Baghdadi, M., Van Mierlo, J., Hegazy, O., & Maach, A. (2019). Optimal design of hybrid PV-Battery system in residential buildings: End-user economics, and PV penetration. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/app9051022>
- Yuan, T., Mu, Y., Wang, T., Liu, Z., & Pirouzi, A. (2024). Using firefly algorithm to optimally size a hybrid renewable energy system constrained by battery degradation and considering uncertainties of power sources and loads. *Heliyon*, 10(7), e26961. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26961>