

**Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode
P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Diajukan Kepada Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh :

RAKHMAT PRAMUJI PUTRA

201710130311169

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode
P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun oleh :

Rakhmat Pramuji Putra
201710130311169

Tanggal Ujian : 6 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN: 0715067402



Khusnul Hidavat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang


Disusun oleh :
Rakhmat Pramuji Putra
2017101303112169

Tanggal Ujian : 6 Juli 2024
Periode Wisuda : 4

Disetujui oleh :


Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN: 0715067402

(Pembimbing I)


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

(Pembimbing II)


Ir. Nur Kasan, M.T.
NIDN: 0707106301

(Penguji I)


M. Chasrun Hasani, M.T.
NIDN: 0007086808

(Penguji II)

Mengetahui,
Mengetahui,

Ketua Program Studi
Ketua Program Studi



Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rakhmat Pramuji Putra
Tempat Tanggal Lahir : Pasuruan, 29 April 1998
NIM : 201710130311169
Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan merupakan karya tulis orang lain baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 15 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Rakhmat
Rakhmat Pramuji Putra

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN: 0715067402

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Oleh : Rakhmat Pramuji Putra

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode yang mampu memperbaiki kualitas baterai sehingga baterai memiliki lifetime yang cukup lama dengan memperbaiki sistem manajemen baterai. Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) membutuhkan baterai untuk penyimpanan energi listrik. Kualitas baterai mempengaruhi keberlangsungan penggunaan energi sehingga membutuhkan Sistem Manajemen Baterai (BMS). Meningkatkan akurasi estimasi State of charge (SoC) menjadi penting. Pengukuran SOC secara tepat dapat menghindarkan baterai dari kondisi *over-voltage*, *over-current* dan *over-heat* saat pengisian (*charging*) dan ditambah mengalami *under-voltage* pada saat pengosongan (*discharging*) serta dapat menekan penurunan *lifetime* pada baterai. Sehingga pada penelitian ini untuk menganalisa Sistem Manajemen Baterai dan SoC menggunakan metode Coulomb Counting. Pengukuran SOC yang akurat dapat mencegah baterai dari mengalami kondisi *over-voltage*, *over-current*, dan *over-heat* saat proses pengisian, serta mencegah terjadinya *under-voltage*.

Kata Kunci

PLTS; BMS; SoC; Coulomb Counting; *charging*; *discharging*; *over-voltage*; *over-current*; *over-heat*; *under-voltage*

Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

By : Rakhmat Pramuji Putra

ABSTRACT

This research aims to find out methods that can improve battery quality so that the battery has a long lifetime by improving the battery management system. The use of Solar Power Plants (PLTS) requires batteries to store electrical energy. Battery quality affects the sustainability of energy use, so it requires a *Battery Management System* (BMS). Improving the accuracy of *State of charge* (SoC) estimation is important. Accurate SOC measurements can prevent the battery from experiencing over-voltage, over-current and over-heat conditions when charging and also experiencing under-voltage when discharging and can reduce the decline in battery lifetime. So in this research to analyze the Battery Management System and SoC using the Coulomb Counting method, accurate SOC measurements can prevent the battery from experiencing over-voltage, over-current and over-heat conditions during the charging process, as well as preventing under-voltage.

Key Words

PLTS; BMS; SoC; Coulomb Counting; *charging; discharging; over-voltage; over current; over-heat, under-voltage*



LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, dan juga tidak terlepas dari doa orang-orang yang tersayang sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan petunjuk dalam pengerjaan tugas akhir ini dengan baik dan lancar sampai selesai.
2. Terutama kepada kedua orang tua penulis Bapak Nur Sokhip S.Pd., M.Pd., dan Ibu Pratiwi Setyowati yang telah tulus, ikhlas, dan sabar mendukung penulis hingga tugas akhir ini selesai. Dan tidak lupa juga terima kasih atas dedikasi dan kerja kerasnya dalam mendidik dan membiayai penulis hingga mendapatkan gelar sarjana.
3. Kepada istri penulis yang tercinta, Inun Tutut Erlita, S.E., Terima kasih untuk telah memberikan penulis banyak inspirasi, kebaikan, perhatian dan juga dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini hingga tuntas. Dan terima kasih juga sudah menjadi penghibur bagi penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ketua program studi Teknik Elektro, Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T beserta seluruh staf program studi Teknik Elektro. Bapak Machmud Effendy, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II, yang selalu memberi dukungan dan senantiasa memberikan pengarahan dengan sabar kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Kepada sahabat penulis M. Dhiyaurrohman, yang telah memberi dukungan kepada penulis. Dan juga untuk teman seperjuangan penulis Ninggar Titan S., Jamaludin, Mutmainnah Muhammad Robbil Hamzah dan teman-teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamiin. Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Dan tidak lupa Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat membuka wawasan luas mengenai energi terharukan sesuai dengan isi dari tugas akhir ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta keterbatasan wawasan dari penulis. Oleh karena itu penulis berharap saran yang membangun, agar menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan untuk kedepannya.

Demikian tugas akhir ini, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan membuka peluang serta wawasan di masa mendatang.

Malang, 15 Juli 2024

Penulis



Rakhmat Pramuji Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem PLTS	5
2.1.1 Maximum Power Point Tracking (MPPT)	6
2.2 Manajemen Baterai	7
2.2.1 State of Charge (SOC)	8
2.3 DC to DC Converter	8
2.3.1 Boost Converter	8
2.3.2 Buck-Boost Converter	9
2.4 kontrol Konverter DC/DC	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Diagram Alir penelitian	12
3.2 Studi Literatur	12
3.3 Konfigurasi Sistem.....	12
3.3.1 Perancangan Sumber Beban Dan Tegangan	13
3.4 Perancangan Bagian 2.....	14
3.4.1 Sistem PLTS	14
3.4.2 Perancangan Kontrol PV dengan MPPT.....	15
3.4.3 Perancangan Battery Management System (BMS).....	16
3.4.4 Perancangan Coulomb Counting	17
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	19
4.1 Pengujian Modul Photovoltaic.....	19
4.2 Pengujian Boost Converter	21
4.3 Pengujian Buck-Boost Converter.....	22
4.4 Pengujian Rangkaian Photovoltaic menggunakan MPPT tanpa Baterai ..	24
BAB V KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Curve Panel Surya.....	5
Gambar 2.2 Flowchart Algoritma P&O.....	7
Gambar 2.3 Rangkaian Buck-Boost Converter.....	8
Gambar 2.4 Buck Mode.....	10
Gambar 2.5 Boost Mode.....	10
Gambar 2.6 (a) Kontrol PV (b) Kontrol BMS.....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	12
Gambar 3.2 Block Diagram Penelitian.....	12
Gambar 3.3 Rangkaian Sistem PLTS.....	14
Gambar 3.4 Kontrol PV dengan MPPT.....	15
Gambar 3.5 Battery Management System.....	16
Gambar 3.6 Flowchart Columb Counting.....	17
Gambar 4.1 Rangkaian Modul Photovoltaic.....	19
Gambar 4.2 Grafik Kurva Arus-Tegangan.....	19
Gambar 4.3 Grafik Kurva Daya Tegangan.....	20
Gambar 4.4 Rangkaian Boost Converter.....	21
Gambar 4.5 Grafik Daya Boost Converter.....	22
Gambar 4.6 Rangkaian Buck-Boost Converter.....	22
Gambar 4.7 (a) Gelombang Arus Beban (b) Gelombang Tegangan DC, (c) Daya Output.....	23
Gambar 4.8 Rangkaian Sistem PLTS tanpa Baterai.....	24
Gambar 4.9 (a) Gelombang Tegangan Panel Surya dan Beban (b) Gelombang Arus Panel Surya dan Beban, (c) Gelombang Daya Panel Surya.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Sumber Beban.....	13
Tabel 3.2 Parameter <i>Sistem PLTS</i>	14
Tabel 4.1 Pengaruh Perubahan Iradiasi sebagai Input PV	20

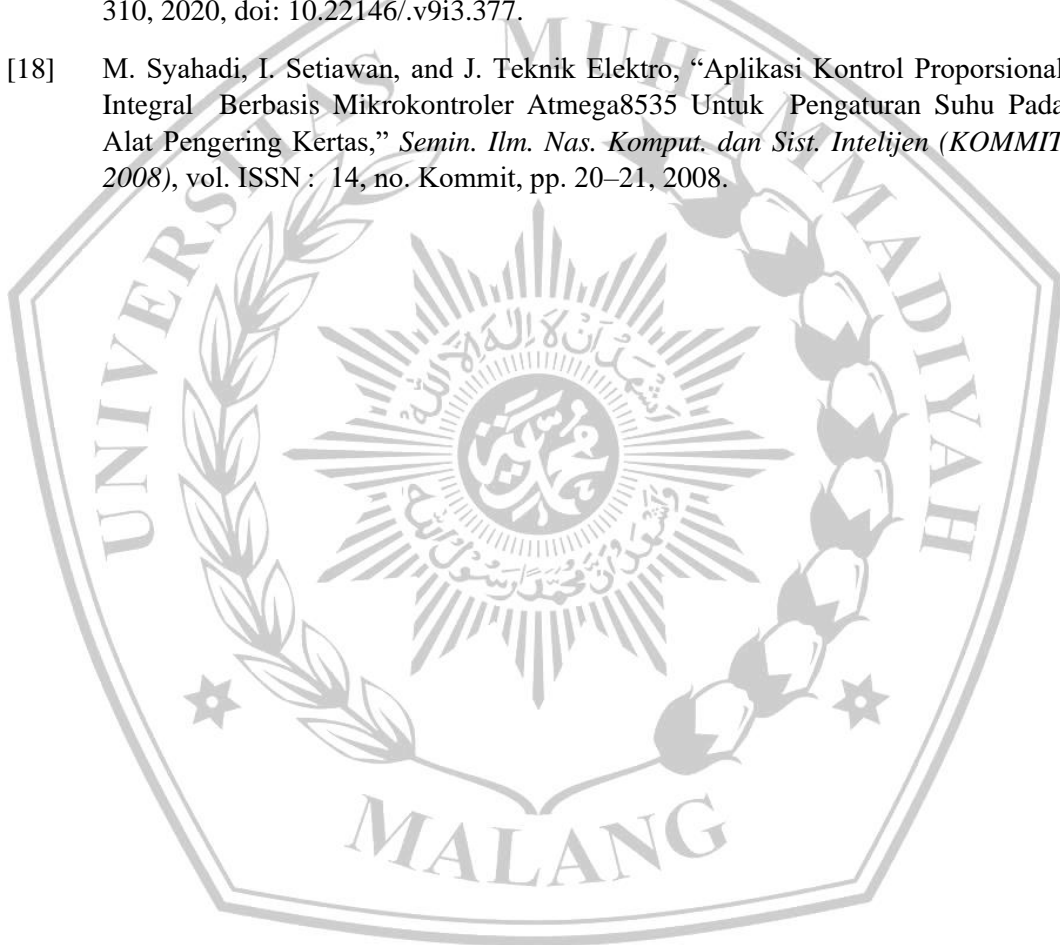


DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. N. Mumtaz, I. Sudiharto, and O. Qudsi, "Shunt Active Power Filter untuk Meredam Harmonisa Beban Non-Linear Satu Fasa," *Electrician*, vol. 16, no. 1, pp. 9–19, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n1.2202.
- [2] A. Benzahia, R. Boualaga, A. Moussi, L. Zellouma, M. Meriem, and B. Chaima, "A PV powered shunt active power filter for power quality improvement," *Glob. Energy Interconnect.*, vol. 2, no. 2, pp. 143–149, 2019, doi: 10.1016/j.gloi.2019.07.001.
- [3] M. Monfared, S. Golestan, and J. M. Guerrero, "A new synchronous reference frame-based method for single-phase shunt active power filters," *J. Power Electron.*, vol. 13, no. 4, pp. 692–700, 2013, doi: 10.6113/JPE.2013.13.4.692.
- [4] T. A. Youssef and O. Mohammed, "Adaptive SRF-PLL with reconfigurable controller for Microgrid in grid-connected and stand-alone modes," *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, pp. 1–5, 2013, doi: 10.1109/PESMG.2013.6673028.
- [5] A. Najmurokhman and A. Fathurachman, "Perancangan Boost Converter Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya," 2018, doi: 10.31227/osf.io/a5xde.
- [6] Sapto Prayogo, "Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter," *J. Tek. Energi*, vol. 9, no. 1, pp. 58–63, 2019, doi: 10.35313/energi.v9i1.1646.
- [7] K. Hidayat, M. C. Hasani, N. A. Mardiyah, and M. Effendy, "Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi-Loop," *J. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 25–33, 2021, doi: 10.15294/jte.v13i1.29765.
- [8] J. Vaquero, N. Vázquez, I. Soriano, and J. Vázquez, "Grid-connected photovoltaic system with active power filtering functionality," *Int. J. Photoenergy*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/2140797.
- [9] I. P. Alit *et al.*, "ANALISIS PENGARUH PENGOPERASIAN BEBAN-BEBAN NON-LINIER TERHADAP DISTORSI HARMONISA PADA BLUE POINT BAY VILLA & SPA," vol. 3, no. 1, pp. 54–59, 2016.
- [10] W. A. Adi Widiastara, I. W. Rinas, and I. W. Sukerayasa, "Analisis Pengaruh Total Harmonic Distortion Terhadap Losses dan Efisiensi Transformator RSUD Kabupaten Klungkung," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 1, p. 107, 2016, doi: 10.24843/mite.1601.15.
- [11] Y. Hoon, M. A. M. Radzi, M. K. Hassan, and N. F. Mailah, "Control algorithms of shunt active power filter for harmonics mitigation: A review," *Energies*, vol. 10, no. 12, 2017, doi: 10.3390/en10122038.
- [13] S. S. Mohammad Hafidz ;, "Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta," *Jur. Tek. Elektro, Sekol. Tinggi Tek. PLN*, vol. 7, no. JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015, p. 49, 2015.
- [14] Y. M. Kolewora, E. Firmansyah, and S. Suharyanto, "Mppt Berdasarkan

Algoritma P&O Dan Ic Pada Interleaved-Flyback 250W,” *Telematika*, vol. 11, no. 1, p. 18, 2018, doi: 10.35671/telematika.v11i1.603.

- [15] Z. Rahmawan, “Estimasi State of Charge (Soc) Pada Baterai Lead-Acid Dengan Menggunakan Metode Coulomb Counting Pada PV Hybrid,” *Its*, no. 0 Surabaya, p. 123, 2018.
- [16] Suwitno, Y. Rahayu, R. Amri, and E. Hamdani, “Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter,” *J. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 61–66, 2017.
- [17] Armadilla Sukma Pratiwi, Syechu Dwitya Nugraha, and Epyk Sunarno, “Desain dan Simulasi Bidirectional DC-DC Converter untuk Penyimpanan Energi pada Sistem Fotovoltaik,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 305–310, 2020, doi: 10.22146/v9i3.377.
- [18] M. Syahadi, I. Setiawan, and J. Teknik Elektro, “Aplikasi Kontrol Proporsional Integral Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Untuk Pengaturan Suhu Pada Alat Pengering Kertas,” *Semin. Ilm. Nas. Komput. dan Sist. Intelijen (KOMMIT 2008)*, vol. ISSN : 14, no. Kommit, pp. 20–21, 2008.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rakmat Pramuji Putra
NIM : 201710130311169
Judul TA : Perancangan Kontrol MPPT dengan Menggunakan Metode P&O Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	5 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	18 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	8 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	6 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	17 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Machmud Effendy, S.T., M.Eng.)

Dosen Pembimbing II,

(Khusnul Hidayat, S.T., M(T.)