

**MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PADA SISTEM
PANEL SURYA STAND-ALONE MENGGUNAKAN
MAXIMUM POWER POINT TRACKING
ALGORITMA BERBASIS P&O**

SKRIPSI

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh:

Bahrul Ulum Alhadad

201710130311042

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PANEL SURYA BATERAI *STAND-ALONE* MENGGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALGORITMA BERBASIS P&O

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

Disusun oleh :

Bahrul Ulum Alhadad


201710130311042

Tanggal Ujian : 6 Juli 2024


Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Macmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN: 0715067402


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN: 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

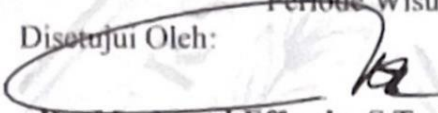
MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PANEL SURYA BATERAI *STAND-ALONE* MENGGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALGORITMA BERBASIS P&O

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

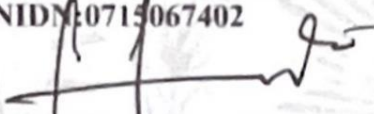
Disusun oleh :
Bahrul Ulum Alhadad
201710130311042

Tanggal Ujian : 6 Juni 2024
Periode Wisuda : IV

Disetujui Oleh:


Dr. 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, S.T., M.T.
NIDN: 0007086808

(Penguji II)

Mengetahui,

Ketua Program Studi




Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN: 0723108202

16/7/21

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bahrul Ulum Alhadad
Tempat Tanggal Lahir : Bontang, 29 Mei 1998
NIM : 201710130311042
Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **“MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PANEL SURYA BATERAI *STAND-ALONE* MENGGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALGORITMA BERBASIS P&O”** 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



Bahrul

Bahrul Ulum Alhadad

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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

MANAJEMEN DAYA PADA PENEL SURYA BATERAI STAND-ALONE MENGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALORITMA BERBASIS P&O

Oleh : Bahrul Ulum Alhadad

ABSTRAK

Energi mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini khususnya energi listrik. Minyak bumi selama ini menjadi sumber energi utama yang digunakan di Indonesia. Salah satu sumber energi terbarukan sebagai energi alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia ialah penggunaan energi sinar matahari. Sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan sel surya atau photovoltaic array, Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik dengan efisiensi sebesar 18%. Angka tersebut semakin berkurang pada saat energi tersebut digunakan ke peralatan listrik karena pengatur tegangan, baterai, kabel, dan inverter menjadi sekitar 10-15%. Cara untuk menjaga sel surya bekerja pada titik optimumnya adalah dengan menerapkan algoritma Maximum Power Point Tracking (MPPT). Oleh karena itu dalam penelitian ini strategi pengisian baterai pada sistem panel surya standalone berbasis kontrol PI Multi Loop, menggunakan 2 konverter DC-DC terbagi menuju beban dan baterai untuk menjaga tegangan pada bus DC dan arus ketika pengisian baterai serta inverter digunakan untuk mengubah arus DC ke AC menuju beban dengan kontrol PI.

Kata Kunci

Stand-alone sistem, photovoltaic, battery, P&O, kontrol PI, Buck boost converter.

MANAJEMEN DAYA PADA PENEL SURYA BATERAI STAND-ALONE MENGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALORITMA BERBASIS P&O

Oleh : Bahrul Ulum Alhadad

ABSTRACT

Energy plays a very important role in human life today, particularly electrical energy. Petroleum has so far been the main source of energy used in Indonesia. One of the most potential renewable energy sources to be applied in Indonesia is the use of solar energy. Sunlight that reaches the earth's surface can be converted into electrical energy using solar cells or photovoltaic arrays. Solar energy is converted into electrical energy with an efficiency of 18%. This figure decreases further when the energy is used for electrical appliances due to voltage regulators, batteries, cables, and inverters, reducing it to around 10-15%. One way to keep solar cells working at their optimal point is to apply the Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm. Therefore, in this research, a battery charging strategy on a standalone solar panel system based on Multi-Loop PI control is used, employing two DC-DC converters divided towards the load and the battery to maintain voltage on the DC bus and current during battery charging, with an inverter used to convert DC to AC current for the load using PI control.

Key Words

Stand-alone sistem, photovoltaic, battery, P&O, kontrol PI, Buck boost converter.

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 Sugianto Saden, dan Ibu Hamdana Radi 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 adik penulis yang tersayang, Novita Dwi Arto. Terima kasih untuk semangat dan juga dukungan yang konsisten kepada penulis selama menempuh pendidikan. 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.
5. Bapak Dr. 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.
6. Kepada sahabat penulis tercinta Rizqi Dwi Furqon, Muhammad Hadi Assegaf, Alfian Izzul Haqi, yang telah memberi dukungan kepada penulis. Dan juga untuk teman seperjuangan penulis Muhammad Hadi Assegaf, Alfian Izzul Haqi dan teman-teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
7. Kepada keluarga besar yang telah memberikan penulis banyak inspirasi, kebaikan, perhatian dan juga dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini hingga tuntas.

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 :

MANAJEMEN DAYA PADA PENEL SURYA BATERAI STAND-ALONE MENGUNAKAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALORITMA BERBASIS P&O

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

Bahrul Ulum Alhadad

DAFTAR ISI

COVER.....	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.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan masalah.....	4
1.5 Manfaat penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.1.1 Radiasi Matahari(<i>Irradiance</i>).....	8
2.1.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	9
2.1.3 DC-DC Boost Converter.....	9

2.1.4 DC-DC Buck Boost Converter (Bidirectional)	11
2.1.5 Mode Buck Converter	12
2.1.6 Mode Boost Converter	13
2.1.7 Baterai <i>Lead Acid</i>	15
2.1.8 Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)	16
2.1.9 DC BUS	16
2.1.10 Proportional Integral (PI).....	16
2.1.11 Proporsional (P).....	18
2.1.12 Integral (I).....	18
2.1.13 Perturn Algorithm and Observ (P&O).....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Blok Diagram Desain Sistem PLTS	21
3.2 <i>Flowchart</i> Aliran Penelitian.....	22
3.3 Pemodelan Sel Surya/ <i>Photovoltaic</i> (PV).....	23
3.4 Pemodelan DC-DC <i>Boost Converter</i>	24
3.5 Pemodelan Bidirectional DC-DC <i>Converter</i>	26
3.6 Pemodelan Baterai	27
3.8 Pemodelan Kontrol pada Sistem Baterai	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	31
4.2 Daya PV.....	31
4.3 Daya Baterai	33
4.4 Daya Beban, PV dan Baterai	33
BAB V.....	35
PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan	35

5.2	Saran	35
	DAFTAR PUSTAKA.....	37
	LAMPIRAN	36



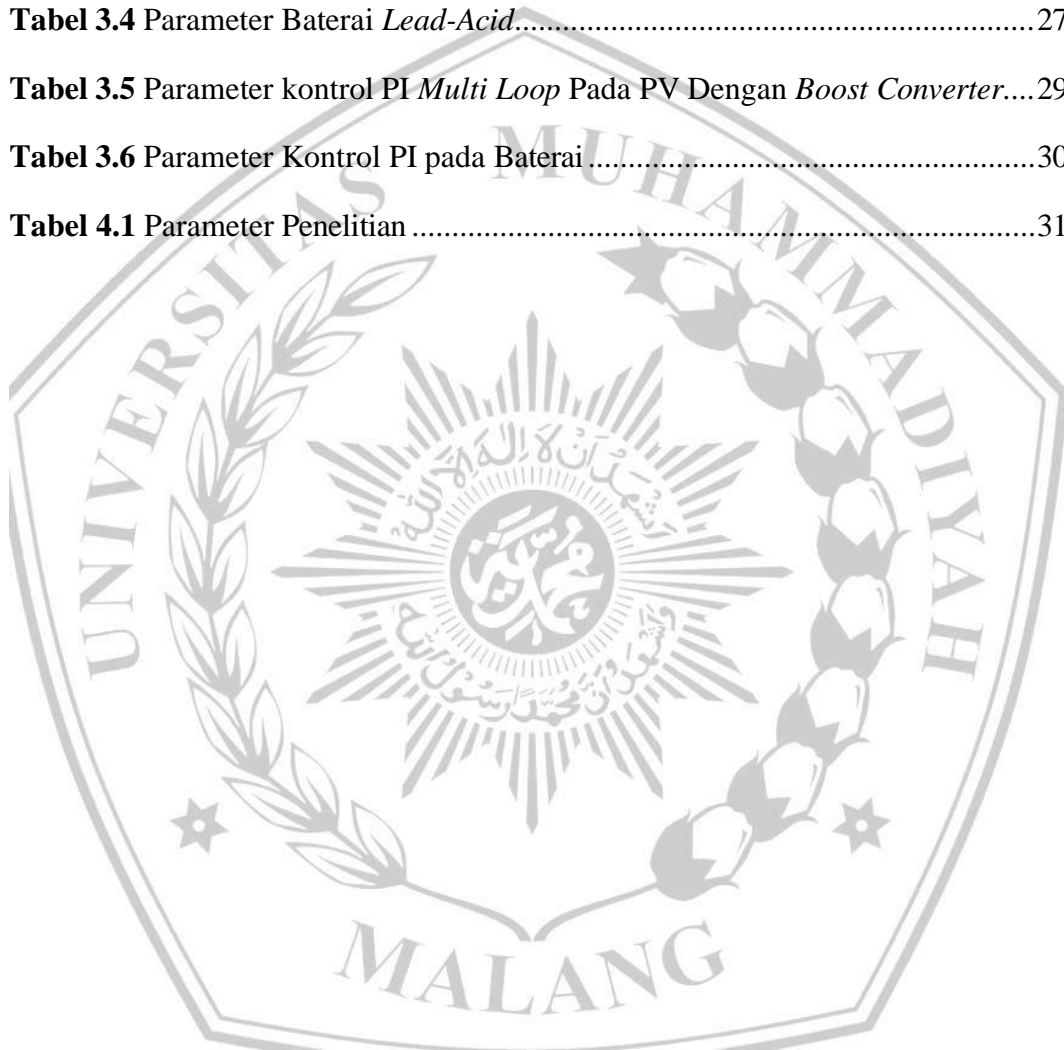
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya/ <i>Photovoltaic</i> (PV)	8
Gambar 2.2 Karakteristik Radiasi Matahari untuk Tegangan dan Arus PV	8
Gambar 2.3 Karakteristik Radiasi Matahari untuk Tegangan dan Daya PV	8
Gambar 2.4 Karakteristik PV dengan Suhu dan Iradiasi yang Berbeda	9
Gambar 2.5 Rangkaian Dc-Dc <i>Boost Converter</i>	10
Gambar 2.6 Rangkaian Dc-Dc <i>Buck Boost Converter</i>	11
Gambar 2.7 Rangkaian Dc-Dc <i>Buck Boost Converter</i> Mode Buck.....	12
Gambar 2.8 Rangkaian DC-DC <i>Buck Boost Converter</i> Mode Boost	14
Gambar 2.9 Rangkaian IGBT	16
Gambar 2.10 Blok Kontrol PI.....	17
Gambar 2.11 Respon Proporsional	18
Gambar 2.12 Respon Integral	19
Gambar 2.13 <i>Flowchart</i> Bagaimana P&O Mengoptimasi PLTS	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Desain Sistem PLTS.....	21
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	22
Gambar 3.3 Pemodelan DC-DC <i>Boost Converter</i> pada Matlab Simulink.....	23
Gambar 3.4 Pemodelan DC-DC <i>Boost Converter</i> pada Matlab Simulink.....	24
Gambar 3.5 Pemodelan <i>Bidirectional</i> DC-DC <i>Converter</i> pada Matlab Simulink	26
Gambar 3.6 Pemodelan Baterai pada Matlab Simulink.....	27
Gambar 3.8 Pemodelan kontrol PI pada PV dengan Matlab Simulink.....	28
Gambar 3.9 Pemodelan Kontrol PI Baterai pada Matlab Simulink.....	29
Gambar 4.1 Hasil Daya PV.....	32
Gambar 4.2 Hasil Output Power PV, Arus dan Tegangan.....	32
Gambar 4.3 Hasil Output Baterai.....	33



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Respon Loop Tertutup Kontrol PI.....	17
Tabel 3.1 Parameter PV	23
Tabel 3.2 Parameter <i>Boost Converter</i>	24
Tabel 3.3 Parameter <i>Boost Converter</i>	26
Tabel 3.4 Parameter Baterai <i>Lead-Acid</i>	27
Tabel 3.5 Parameter kontrol PI <i>Multi Loop</i> Pada PV Dengan <i>Boost Converter</i>	29
Tabel 3.6 Parameter Kontrol PI pada Baterai	30
Tabel 4.1 Parameter Penelitian	31



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Kamran, M. Mudassar, M. R. Fazal, M. U. Asghar, M. Bilal, and R. Asghar, "Implementation of improved Perturb & Observe MPPT technique with confined search space for standalone photovoltaic system," *Journal of King Saud University Engineering Sciences*, vol. 32, no. 7, pp. 432–441, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2018.04.006.
- [2] K. Hidayat, M. C. Hasani, N. A. Mardiyah, and M. Effendy, "Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Mandiri Berbasis Kontrol PI Multi-Loop," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 25–33, Jun. 2021, doi: 10.15294/jte.v13i1.29765.
- [3] H. Widyantoro, S. Sulaiman, R. S. Wahjudi, R. H. Subrata,) Jurusan, and T. Elektro, "PERANCANGAN STABILISASI DAYA PADA SOLAR CELL MENGGUNAKAN METODE MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT)," 2019.
- [4] G. Patrianaya Margayasa Wirsuyana, R. Sari Hartati, I. Bagus Gede Manuaba, and P. Studi Magister Teknik Elektro, "Metode Maximum Power Point Tracking pada Panel Surya: Sebuah Tinjauan Literatur."
- [5] H. Sangaji and T. Rijanto, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Menggunakan Metode Artificial Neural Network untuk Panel Surya," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 07, pp. 85–92, 2018.
- [6] R. Dwidayanti, "Optimasi Pengisian Daya Baterai Pada Panel Surya Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT)," UnderThesis, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2017.
- [7] Muhammad Ihsan Fadriantama, "ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA ALGORITME PERTURB AND OBSERVE (P&O) DAN INCREMENTAL CONDUCTANCE (IC) PADA SISTEM KENDALI MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) UNTUK SISTEM PHOTOVOLTAIC (PV) PARALEL," *Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*, 2018.
- [8] M. N. Habibi, M. S. W. Jati, N. A. Windarko, and A. Tjahjono, "Maximum Power Point Tracking Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network

Berbasis Arus Hubung Singkat Panel Surya,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 16, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.17529/jre.v16i2.14860.

- [9] “4243-Article Text-11016-1-10-20220827_230514_232906”.
- [10] K. Hidayat, “Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi-Loop.”
- [11] R. Eberhart and J. Kennedy, “A New Optimizer Using Particle Swarm Theory,” in *sixth international symposium on micro machine and human science*, Wasington DC, 1995, pp. 39–43.
- [12] E. Ginanjar, A. Mashar, W. B. Mursanto, J. Teknik, K. Energi, and P. Negeri, “Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung,” 2022.
- [13] IEEE Staff, *2017 8th International Renewable Energy Congress (IREC)*. IEEE, 2017.



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 : Bahrul Ulum Alhadad
NIM : 201710130311042
Judul TA : Manajemn Daya Pada Sistem Panel Surya Stand-Alone Menggunakan
Maximum Power Point Tracking menggunakan Aloritma P&O

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

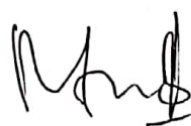
No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	8%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	14%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	7%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	14%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	17%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,


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

Dosen Pembimbing II,


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