

**MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PV-BATERAI
STANDALONE BERBASIS ZONA TEGANGAN**

SKRIPSI

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh:

Beirhof Ramadhan

201710130311059

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PV-BATERAI STANDALONE BERBASIS ZONA TEGANGAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Beirhof Ramadhan

201710130311059

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. Nur Alif Mardivah, M.T.

NIDN. 0718036502



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

NIDN. 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PV-BATERAI STANDALONE BERBASIS ZONA TEGANGAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Strata I

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :




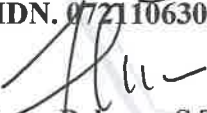
Beirhof Ramadhan

201710130311059

Tanggal Ujian : 6 Juli 2024

Periode Wisuda : IV

Disetujui Oleh :

- 
1. Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T. (Pembimbing I)
NIDN. 0718036502
- 
2. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0723108202
- 
3. Dr. Ir. Lailis Syafaah, M.T. (Penguji I)
NIDN. 0721106301
- 
4. Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T (Penguji II)
NIDN. 0717018801



Mengetahui,
Ketua Program Studi

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

16/7/24

17/7/24

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Beirhof Ramadhan**
Tempat/Tgl.Lahir : **Tanjung Redeb / 31 Desember 1998**
NIM : **201710130311059**
Fakultas/Jurusan : **TEKNIK / ELEKTRO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul **‘MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PV-BATERAI STANDALONE BERBASIS ZONA TEGANGAN’** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan 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 klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 15 Juli 2024



Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.

NIDN. 0718036502

Dosen Pembimbing II

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

NIDN. 0723108202

ABSTRAK

Salah satu sistem teknologi yang cukup menjanjikan dalam pemanfaatan sistem energi surya adalah sistem *Photovoltaic* (PV), dilihat dari beberapa tahun kebelakang perkembangannya tergolong besar dibandingkan dengan jenis sumber energi terbarukan lainnya. Sistem yang diusulkan menggunakan *Boost Converter* dan *Buck Converter*, mendukung manajemen daya yang lancar antara PV, baterai, dan beban. Berbagai mode operasi diajukan, seperti mode PV memenuhi kebutuhan beban, PV memenuhi kebutuhan baterai atau melakukan proses *charging* (pengisian), dan juga baterai memenuhi kebutuhan beban atau proses *discharging* (pengosongan). Hal ini dapat dicapai dengan adanya zona tegangan yang diterapkan dalam sistem kontrol. Menggunakan algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) *Perturb and Observe* (P&O). Algoritma ini menggunakan informasi tegangan dan arus PV untuk menghasilkan tegangan referensi dari PV sebagai output. Metode kontrol PV-baterai yang digunakan adalah kontrol berbasis *Proportional-Integral* (PI).

KATA KUNCI

Photovoltaic; Boost Converter; Buck Konverter; Maximum Power Point Tracking, Perturb and Observe; Proportional-Integral

ABSTRACT

One technological system that is quite promising in utilizing solar energy systems is the Photovoltaic (PV) system. Judging from the past few years, its development has been relatively large compared to other types of renewable energy sources. The proposed system uses Boost Converter and Buck Converter, supporting seamless power management between PV, battery and load. Various operating modes are proposed, such as PV mode to meet load needs, PV to meet battery needs or carry out the charging process, and also the battery to meet load needs or the discharging process. This can be achieved by the presence of stress zones applied in the control system. Using the Maximum Power Point Tracking (MPPT) Perturb and Observe (P&O) algorithm. This algorithm uses PV voltage and current information to produce a reference voltage from the PV as output. The PV-battery control method used is Proportional-Integral (PI) based control.

KEYWORDS:

Photovoltaic; Boost Converter; Buck Konverter; Maximum Power Point Tracking, Perturb and Observe; Proportional-Integral

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Syukur Kepada Allah SWT Atas Rahmat dan Karunia-Nya, Penulis Dapat Menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis Menyampaikan Ucapan Terima Kasih Yang Sebesar-besarnya Kepada:

1. Ibunda Yuliani, yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan pengorbanan selalu memberikan motivasi, do'a dan restunya hingga penulis mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana.
2. Ayahanda Suroso, yang selalu memberikan ketenangan, kenyamanan, motivasi, dan menyisihkan finansialnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi-nya.
3. Kepada saudari saya, Aldila Ayu M.R.P. Terima kasih atas do'a, semangat, serta kasih sayang seorang kakak yang selalu diberikan kepada penulis.
4. Muhammad Izzat, Nadiva Clarista dan teman-teman yang menjadi bagian dari perjalanan dalam penulisan ini. Terima kasih telah mendukung, menghibur dan mendengarkan keluh kesah penulis.
5. Semua yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, semoga segala yang telah mereka berikan kepada saya tercatat dengan tinta emas dalam lembaran catatan Roqib sebagai ibadah yang tiada ternilai. Aamiin.
6. Untuk diri sendiri, terima kasih yang luar biasa karena telah berusaha keras dan mampu bertahan mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun halangan dan rintangannya dengan menyelesaikan penyusunan skripsi dengan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah karunia dan ridho-NYA, sehingga skripsi dengan judul **“MANAJEMEN DAYA PADA SISTEM PV-BATERAI STANDALONE BERBASIS ZONA TEGANGAN”** dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T) program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang (UMM).

Banyak pihak yang membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya dengan ucapan *jazakumullah ahsanal jaza'* khususnya kepada:

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Malang, Prof. Dr. Nazaruddin Malik, M.Si. atas segala layanan dan fasilitas yang telah diberikan selama menempuh studi.
2. Prof. Ilyas Masudin, S.T., MLogSCM.Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
3. Khusnul Hidayat, S.T., M.T., selaku Ka. Prog. Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan waktu untuk berdiskusi terkait perkuliahan.
4. Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T., dan Khusnul Hidayat, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing atas waktu, tenaga, dan pikiran selama penyusunan skripsi ini hingga terselesaikan.
5. Seluruh Dosen program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk mendalami ilmu pendidikan.
6. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar skripsi ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.
8. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik.

Malang, 1 Juli 2024

Penulis

Beirhof Ramadhan



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 <i>Photovoltaic</i> (PV).....	6
2.3 <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT)	7
2.4 <i>Perturb Algorithm and Observe</i> (P&O).....	9
2.5 <i>Kontrol Proportional-Integral</i> (PI).....	10
2.6 <i>Boost Converter DC-DC</i>	11

2.7 Buck Converter DC-DC	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Diagram Alir Penelitian	15
3.2 Blok Diagram	16
3.3 Desain Parameter <i>Photovoltaic</i> (PV)	18
3.4 Desain Parameter <i>Boost Converter</i> DC-DC.....	19
3.5 Desain Parameter <i>Buck Converter</i> DC-DC.....	22
3.6 Pemodelan <i>Perturb Algorithm and Observe</i> (P&O)	24
3.7 Pemodelan Kontrol <i>Proportional-Integral</i> (PI) untuk <i>Photovoltaic</i> (PV)	26
3.8 Pemodelan Kontrol <i>Proportional-Integral</i> (PI) untuk Baterai	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV)- <i>Boost Converter</i> DC-DC dengan Beban	28
4.2 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV)-Baterai Proses <i>Charging</i> (Pengisian) dengan Beban.....	31
4.3 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV)-Baterai Proses <i>Discharging</i> (Pengosongan) dengan Beban	35
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	43

DAFTAR GAMBAR

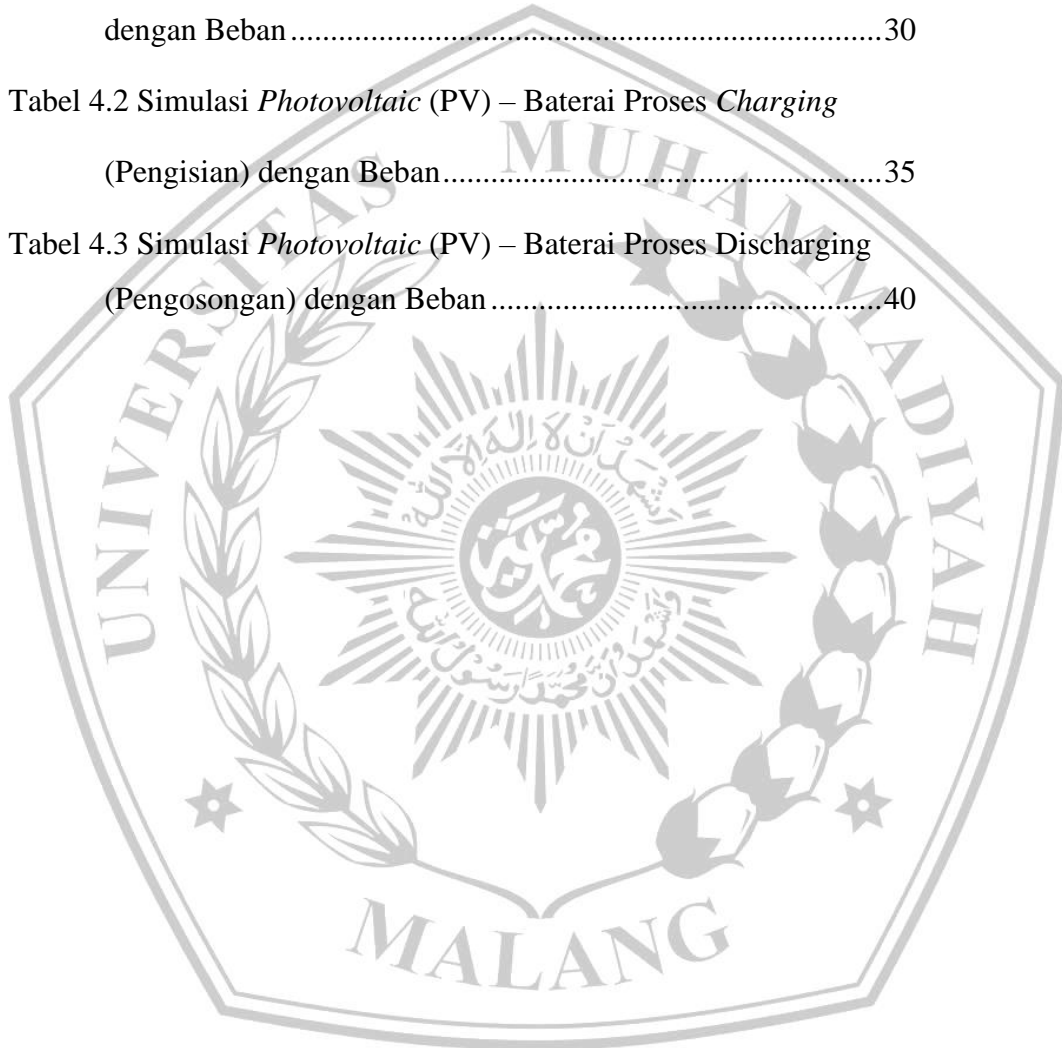
Gambar 2.1 Sel PV berdasarkan Generasi dan Efisiensinya.....	7
Gambar 2.2 Klasifikasi Teknik MPPT.....	8
Gambar 2.3 Diagram Alir Algoritma P&O.....	9
Gambar 2.4 Blok Diagram Kontrol PI.....	10
Gambar 2.5 Skema <i>Boost Converter</i>	11
Gambar 2.6 Skema <i>Buck Converter</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Rangkaian	15
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Rangkaian	16
Gambar 3.3 Blok Diagram Rangkaian Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai Standalone Berbasis Zona Tegangan	17
Gambar 3.4 Desain <i>Photovoltaic (PV)</i>	18
Gambar 3.5 Desain <i>Boost Converter DC-DC</i>	19
Gambar 3.6 Desain <i>Buck Converter DC-DC</i>	22
Gambar 3.7 Model Algoritma <i>Perturb and Observe (P&O)</i>	25
Gambar 3.8 Desain Kontrol <i>Proportional – Integral</i> untuk PV	26
Gambar 3.9 Desain Kontrol <i>Proportional – Integral</i> untuk Baterai.....	27
Gambar 4.1 Rangkaian <i>Photovoltaic (PV) – Boost Converter</i> DC-DC dengan Beban.....	28
Gambar 4.2 Grafik Sinyal Tegangan dan Daya <i>Photovoltaic (PV)</i>	29
Gambar 4.3 Rangkaian <i>Photovoltaic (PV) – Baterai</i> Proses <i>Charging</i> (Pengisian) dengan Beban.....	31

Gambar 4.4 Grafik Tegangan dan Daya <i>Photovoltaic</i> (PV)	32
Gambar 4.5 Grafik Tegangan dan Daya Baterai	33
Gambar 4.6 Grafik Tegangan dan Daya Beban	34
Gambar 4.7 Rangkaian <i>Photovoltaic</i> (PV) - Baterai Proses Discharging (Pengosongan) dengan Beban.....	36
Gambar 4.8 Grafik Tegangan dan Daya <i>Photovoltaic</i> (PV)	37
Gambar 4.9 Grafik Tegangan dan Daya Baterai	38
Gambar 4.10 Grafik Tegangan dan Daya Beban	39



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Photovoltaic</i> (PV).....	18
Tabel 3.2 Parameter <i>Boost Converter</i> DC-DC.....	22
Tabel 3.3 Parameter <i>Buck Converter</i> DC-DC.....	24
Tabel 4.1 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV) – <i>Boost Converter</i> DC-DC dengan Beban.....	30
Tabel 4.2 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV) – Baterai Proses <i>Charging</i> (Pengisian) dengan Beban.....	35
Tabel 4.3 Simulasi <i>Photovoltaic</i> (PV) – Baterai Proses <i>Discharging</i> (Pengosongan) dengan Beban.....	40



DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kumar, C. S. Rajoria, A. Sharma, and S. Suhag, "Design and simulation of standalone solar PV system using PVsyst Software: A case study," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, no. xxxx, pp. 5322–5328, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.785.
- [2] A. Raj, S. R. Arya, and J. Gupta, "Solar PV array-based DC–DC converter with MPPT for low power applications," *Renew. Energy Focus*, vol. 34, no. 00, pp. 109–119, 2020, doi: 10.1016/j.ref.2020.05.003.
- [3] A. T. Mohamed, M. F. Mahmoud, R. A. Swief, L. A. Said, and A. G. Radwan, "Optimal fractional-order PI with DC-DC converter and PV system," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 1895–1906, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2021.01.005.
- [4] D. Toumi *et al.*, "Optimal design and analysis of DC–DC converter with maximum power controller for stand-alone PV system," *Energy Reports*, vol. 7, pp. 4951–4960, 2021, doi: 10.1016/j.egyr.2021.07.040.
- [5] M. P. Bonkile and V. Ramadesigan, "Power management control strategy using physics-based battery models in standalone PV-battery hybrid systems," *J. Energy Storage*, vol. 23, no. December 2018, pp. 258–268, 2019, doi: 10.1016/j.est.2019.03.016.
- [6] K. Hidayat, M. C. Hasani, A. Mardiyah, and D. M. Effendy, "Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi-Loop," vol. 13, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.15294/jte.v13i1.29765>.
- [7] H. M. Ridha, C. Gomes, H. Hizam, M. Ahmadipour, A. A. Heidari, and H. Chen, "Multi-objective optimization and multi-criteria decision-making methods for optimal design of standalone photovoltaic system: A comprehensive review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 135, no. April 2020, p. 110202, 2021, doi: 10.1016/j.rser.2020.110202.

- [8] S. A. Mohamed, M. Abd, and E. Sattar, "A comparative study of P & O and INC maximum power point tracking techniques for grid - connected PV systems," *SN Appl. Sci.*, no. August 2018, 2019, doi: 10.1007/s42452-018-0134-4.
- [9] J. Hong, J. Yin, and Y. Liu, "Energy Management and Control Strategy of Photovoltaic / battery Hybrid Distributed Power Generation Systems with an Integrated Three- port Power Converter," *IEEE Access*, vol. PP, p. 1, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2923458.
- [10] D. Bhule, S. Jain, and S. Ghosh, "Power management control strategy for PV-Battery standalone system," *PIICON 2020 - 9th IEEE Power India Int. Conf.*, pp. 0–5, 2020, doi: 10.1109/PIICON49524.2020.9112970.
- [11] D. Juniyanto and T. Andrasto, "Optimalisasi Stand - Alone Photovoltaic System dengan Implementasi Algoritma P & O - Fuzzy MPPT," vol. 10, no. 1, 2018.
- [12] S. Jain, S. M. Ieee, S. Dhara, S. Member, V. Agarwal, and F. Ieee, "A Voltage-Zone Based Power Management Scheme with Seamless Power Transfer between PV- Battery for OFF-Grid Stand-alone System," vol. 9994, no. c, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1109/TIA.2020.3031265.
- [13] M. V. Dambhare, B. Butey, and S. V. Moharil, "Solar photovoltaic technology: A review of different types of solar cells and its future trends," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1913, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1913/1/012053.
- [14] L. Hernández-Callejo, S. Gallardo-Saavedra, and V. Alonso-Gómez, "A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance," *Sol. Energy*, vol. 188, no. June, pp. 426–440, 2019, doi: 10.1016/j.solener.2019.06.017.

- [15] J. Pastuszak and P. Węgierek, "Photovoltaic Cell Generations and Current Research Directions for Their Development," *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 16, 2022, doi: 10.3390/ma15165542.
- [16] A. O. Baba, G. Liu, and X. Chen, "Classification and Evaluation Review of Maximum Power Point Tracking Methods," *Sustain. Futur.*, vol. 2, no. November 2019, p. 100020, 2020, doi: 10.1016/j.sftr.2020.100020.
- [17] A. Moghassemi, S. Ebrahimi, and J. Olamaei, "Maximum power point tracking methods used in photovoltaic systems: A review," *Signal Process. ...*, no. May, pp. 19–39, 2020, [Online]. Available: http://spre.azad.ac.ir/article_676122.html.
- [18] R. B. Bollipo, S. Mikkili, and P. K. Bonthagorla, "Critical Review on PV MPPT Techniques: Classical, Intelligent and Optimisation," *IET Renew. Power Gener.*, vol. 14, no. 9, pp. 1433–1452, 2020, doi: 10.1049/iet-rpg.2019.1163.
- [19] M. H. Reza and M. A. Shobug, "Efficiency Evaluation of PO MPPT Technique used for Maximum Power Extraction from Solar Photovoltaic System," *2020 IEEE Reg. 10 Symp. TENSYP 2020*, no. June, pp. 1808–1811, 2020, doi: 10.1109/TENSYP50017.2020.9230810.
- [20] M. L. Kathe, A. B. Makokha, S. O. Zachary, and M. S. Adaramola, "A Comprehensive Review of Maximum Power Point Tracking (MPPT) Techniques Used in Solar PV Systems," *Energies*, vol. 16, no. 5, 2023, doi: 10.3390/en16052206.
- [21] M. Yuhendri, "Kendali Tegangan Konverter Boost Berbasis Proposional Integral," vol. 5, no. 1, pp. 7–15, 2022.
- [22] J. F. Farraj, K. S. Huseein, "Analysis and comparison of conventional and interleaved DC/DC boost converter," *2nd Int. Conf. Curr. Trends Eng. Technol. ICCTET 2020*, vol. 38, no. 0, pp. 622–635, 2020, doi: <https://doi.org/10.30684/etj.v38i5A.291>.

- [23] R. Palanisamy, K. Vijayakumar, V. Venkatachalam, R. Mano Narayanan, D. Saravanakumar, and K. Saravanan, "Simulation of various DC-DC converters for photovoltaic system," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 917–925, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i2.pp917-925.





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 : Beirhof Ramadhan
NIM : 201710130311059
Judul TA : Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai Standalone Berbasis Zona Tegangan
Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	4 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	4 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	4 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	0 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	13 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Ir. Nur Afif Mardiyah, M.T.)

Dosen Pembimbing II,

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