

**ANALISA TOTAL HARMONIC DISTORTION INVERTER
MULTILEVEL DENGAN MENGURANGI JUMLAH SAKLAR
CASCADE H-BRIDGE 5 LEVEL PADA SISTEM
PHOTOVOLTAIC**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata I
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun Oleh :

Muhammad Yudha Pratama

201710130311134

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA TOTAL HARMONIC DISTORTION INVERTER
MULTILEVEL DENGAN MENGURANGI JUMLAH SAKLAR
CASCADE H-BRIDGE 5 LEVEL PADA SISTEM
PHOTOVOLTAIC**

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

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Muhammad Yudha Pratama

201710130311134

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Diding Subardi, M.T.

NIDN. 0706066501



Widianto, S.T., M.T.

NIDN. 0722048202

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA TOTAL HARMONIC DISTORTION INVERTER
MULTILEVEL DENGAN MENGURANGI JUMLAH SAKLAR
CASCADE H-BRIDGE 5 LEVEL PADA SISTEM
PHOTOVOLTAIC

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Strata I
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Muhammad Yudha Pratama

201710130311134

Tanggal Ujian : 13 Maret 2024

Tanggal Wisuda : -

Disetujui Oleh :

1.  Ir. Diding Suhardi, M.T. (Pembimbing I)
NIDN. 0706066501
2.  Widianto, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0722048202
3.  Dr. Ir. Ermannu Azizul H., M.T. (Penguji I)
NIDN. 0709056501
4.  Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T. (Penguji II)
NIDN. 0717018801

Mengetahui
Kepada Program Studi




Ridwanul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Muhammad Yudha Pratama**

Tempat/Tgl.Lahir : **Samarinda, 15 Oktober 1999**

NIM : **201710130311134**

Fakultas/Jurusan : **Teknik / Elektro**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISA TOTAL HARMONIC DISTORTION INVERTER MULTILEVEL DENGAN MENGURANGI JUMLAH SAKLAR CASCADE H-BRIDGE 5 LEVEL PADA SISTEM PHOTOVOLTAIC**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah di sebutkan 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, 01 Maret 2024
Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Yudha Pratama

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Diding Suhardi, M.T.

NIDN.0706066501

Widiyanto, S.T., M.T.

NIDN.0722048202

ABSTRAK

Inverter multilevel dipilih menjadi salah satu inverter yang digunakan karena kualitas tegangan yang dihasilkan lebih unggul dibanding jenis inverter lain. Meskipun menghasilkan tegangan yang baik multilevel inverter memiliki kekurangan jumlah komponen *switching* yang banyak, ukuran yang besar, dan THD yang kurang optimal. Beragam desain multilevel inverter yang digunakan dapat mengurangi harmonisa, dan juga penggunaan filter yang mengurangi THD, pada penelitian ini menganalisis THD di sistem tenaga listrik dengan menggunakan *cascade h-bridge 5 level* dengan komponen *switching* yang dikurangi pada sistem *photovoltaic*. Hasil pengujian didapatkan tegangan *cascade h-bridge 5 level* konvensional dan modifikasi pada sistem *photovoltaic* tersebut cukup stabil dan tidak berbeda jauh yaitu pada tegangan 313 V untuk *cascade h-bridge 5 level* konvensional dan 311 V untuk *cascade h-bridge 5 level* modifikasi. THD pada sistem *photovoltaic* dapat mengurangi besar THD tegangan keluaran yang semula sebesar 27,05% menjadi 0,06% dibandingkan *cascade h-bridge 5 level* konvensional yang memiliki THD tegangan keluaran yang semula sebesar 40,37% menjadi 9,83%.

Kata Kunci : *Multileve Inverter, photovoltaic, PODPWM, PR*

ABSTRACT

The multilevel inverter was chosen as one of the inverters used because the quality of the voltage produced is superior to other types of inverters. Even though it produces good voltage, multilevel inverters have the disadvantages of a large number of switching components, large size, and less than optimal THD. The various multilevel inverter designs used can reduce harmonics, and also the use of filters that reduce THD. In this research, we analyze THD in an electric power system using a 5 level h-bridge cascade with reduced switching components in the photovoltaic system. The test results showed that the conventional and modified 5 level h-bridge cascade voltage in the photovoltaic system was quite stable and not much different, namely at a voltage of 313 V for the conventional 5 level h-bridge cascade and 311 V for the modified 5 level h-bridge cascade. The THD in the photovoltaic system can reduce the output voltage THD which was originally 27.05% to 0.06% compared to the conventional 5 level h-bridge cascade which had an output voltage THD which was originally 40.37% to 9.83%.

Keyword : Multilevel Inverter, Photovoltaic, PODPWM, PR

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua saya bapak Legiman dan ibu Lilik Handayani yang selalu memberikan dukungan dan doa.
3. Kedua adik saya Nur Nina Rahmayanti dan Reni Dwi Jayanti yang telah memberikan dukungan kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Khusnul Hidayat, ST., M.T.
5. Bapak Diding Suhardi, M.T. dan bapak Widiyanto, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Civitas Akademika (dosen, aslab, dan karyawan) Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membekali ilmu dan membantu penulis selama proses studi di Universitas Muhammadiyah Malang.
7. Sahabat-sahabat dari kelas C dan teman-teman lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan kesan berwarna dalam perjalanan perkuliahan ini.
8. Seseorang yang sangat spesial yang telah menemani saya dari 2016 sampai sekarang.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat lebih baik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanau Wa Ta'ala atas segala limpah dan rahmat-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada baginda Rasullullah Shalallahu 'Alaihi Wasallam, keluarga, sahabat dan para pengikut setianya. Atas segala kehendak Allah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul:

**“ANALISA TOTAL HARMONIC DISTORTION INVERTER
MULTILEVEL DENGAN MENGURANGI JUMLAH SAKLAR *CASCADE*
H-BRIDGE 5 LEVEL PADA SISTEM *PHOTOVOLTAIC*”**

Penulisan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap agar isi dari tugas akhir ini bisa menambah wawasan dan memberikan manfaat bagi semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena nya, kritik dan saran yang membangun sangat di butuhkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Malang, 19 Maret 2024

Muhammad Yudha Pratama

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 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Total Harmonik Distortion (THD).....	4
2.2 Sollar cell (Panel Surya).....	5
2.3 MPPT (Maximum Power Point Tracking)	6
2.4 Boost Converter.....	6
2.5 Buck Konverter	8
2.6 Kontrol PI (Proporsional Integral).....	9
2.7 Generator PWM (Pulse Width Modulation)	9

2.8	Battery	10
2.9	Cascade H-Bridge Konvensional	10
2.9.1	Cascade H-Bridge 5 Level yang dimodifikasi	12
2.10	Filter LC.....	13
2.11	PODPWM (Phase Opposition Disposition Pulse Width Modulation)	14
2.12	PR kontrol.....	14
2.13	Beban (Load)	15
BAB III METODE PENELITIAN		16
3.1	Tahapan Penelitian	16
3.2	Permodelan Blok Diagram dan Sistem Kontrol	17
3.2.1	Model Sistem Blok Diagram.....	17
3.2.2	Photovoltaic	17
3.2.3	MPPT (Maximum Power Point Tracking).....	18
3.2.4	Pulse Width Modulation (PWM).....	20
3.2.5	Boost converter	20
3.2.6	Buck Konverter	21
3.2.7	Kontrol PI (Proportional Integral).....	22
3.2.8	Battery.....	23
3.2.9	PODPWM	23
3.2.10	PR kontrol	26
3.2.11	Filter LC.....	26
3.2.12	Beban (Load).....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN		30
4.1	Pengujian gelombang dan arus.....	30
4.1.1	Pengujian gelombang tegangan dan arus cascade h-bridge 5 level konvensional tanpa sistem photovoltaic	31

4.1.2	Pengujian gelombang tegangan dan arus cascade h-bridge 5 level modifikasi tanpa sistem photovoltaic	31
4.1.3	Pengujian gelombang tegangan dan arus cascade h-bridge 5 level konvensional dalam sistem photovoltaic	32
4.1.4	Pengujian gelombang tegangan dan arus cascade h-bridge 5 level modifikasi dalam sistem photovoltaic	33
4.2	Pengujian THD tegangan	34
4.2.1	Pengujian THD tegangan cascade h-bridge 5 level konvensional tanpa sistem photovoltaic	34
4.2.2	Pengujian THD tegangan cascade h-bridge 5 level modifikasi tanpa sistem photovoltaic	35
4.2.3	Pengujian THD tegangan cascade h-bridge 5 level konvensional dalam sistem photovoltaic	36
4.2.4	Pengujian THD tegangan cascade h-bridge 5 level modifikasi dalam sistem photovoltaic	37
4.3	Hasil Perbandingan pengujian cascade h-bridge 5 level konvensional dan cascade h-bridge 5 level modifikasi	37
4.4	Hasil perbandingan pengujian daya pada masing masing langkah sistem photovoltaic	38
BAB V PENUTUP		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang fundamental, harmonik, dan fundamental terdistorsi	4
Gambar 2.2 Photovoltaic.....	5
Gambar 2.3 Rangkaian DC-DC Boost Converter	7
Gambar 2.4 Rangkaian DC-DC Buck Converter	8
Gambar 2.5 Diagram kontrol PI.....	9
Gambar 2.6 Bentuk pulsa PWM	10
Gambar 2.7 Cascade H bridge 5 level konvensional	11
Gambar 2.8 Cascade H bridge 5 level yang dimodifikasi.....	12
Gambar 2.9 Rangkaian filter LC.....	14
Gambar 2.10 Phase opposition disposition pulse width modulation	14
Gambar 3.1 Flowchart tahapan penelitian	16
Gambar 3.2 Blok Diagram Inverter terhubung PV	17
Gambar 3.3 Script MPPT algoritma P&O	19
Gambar 3.4 Parameter generator PWM	20
Gambar 3.5 Rangkaian boost converter pada simulink	21
Gambar 3.6 Rangkaian buck converter pada simulink	21
Gambar 3.7 Kontrol proportional integral pada boost converter pada simulink...	22
Gambar 3.8 Kontrol proportional integral pada buck converter pada simulink ...	23
Gambar 3.9 Model Kontrol PODPWM	24
Gambar 3.10 Blok parameter gelombang carrier 1	24
Gambar 3.11 Blok parameter gelombang carrier 2	25
Gambar 3.12 Blok parameter gelombang carrier 3	25
Gambar 3.13 Blok parameter gelombang carrier 4.....	25
Gambar 3.14 Diagram Blok Sistem Kontrol Inverter	26
Gambar 3.15 Sistem Kontrol Inverter Pada Simulink	26
Gambar 3.16 Filter LC pada simulink	27
Gambar 3.17 Parameter Induktor dan kapasitor pada filter LC	27
Gambar 3.18 Beban linier yang dimodelkan dengan R dan L	28
Gambar 3.19 Parameter beban R dan L	28

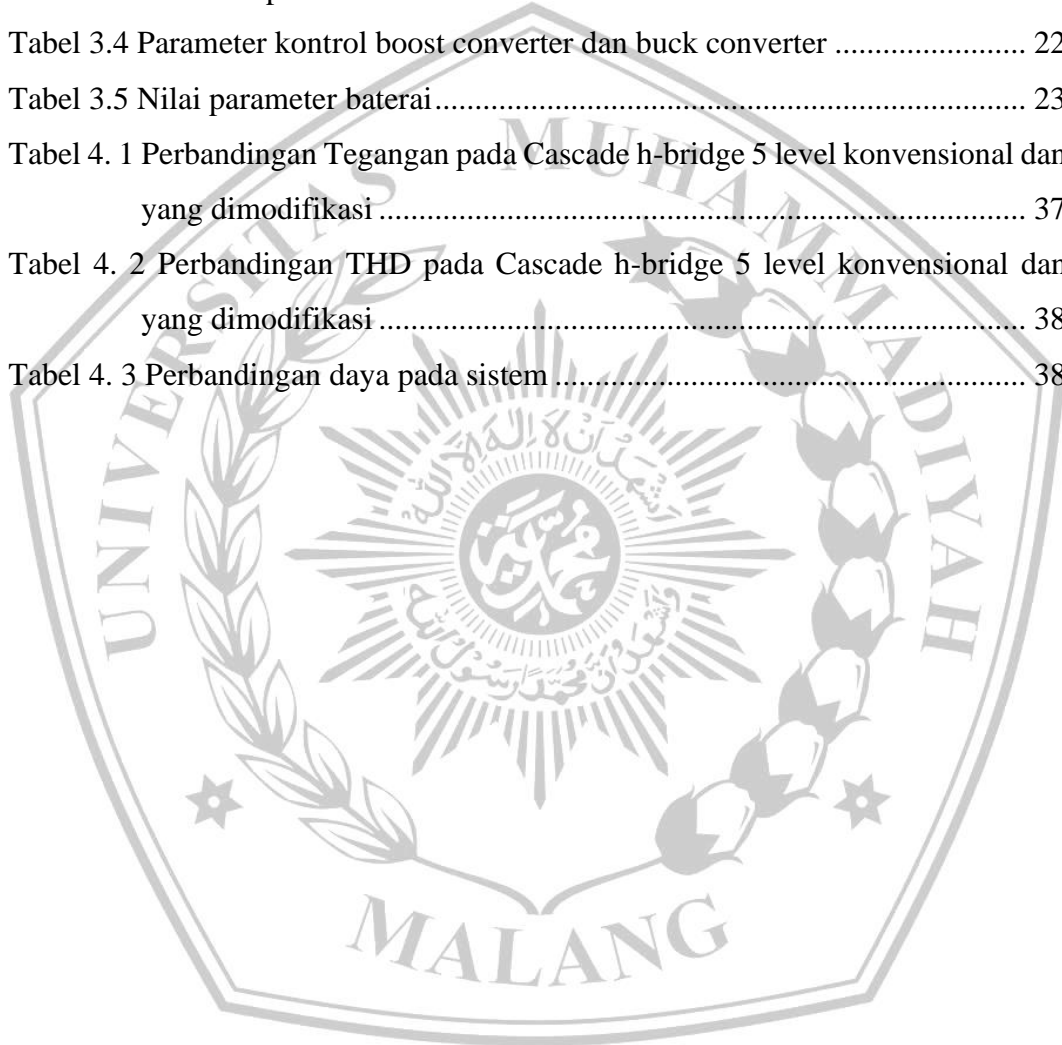
Tabel 4.1 Perbandingan Tegangan pada Cascade h-bridge 5 level konvensional dan yang dimodifikasi 37

Tabel 4.2 Perbandingan THD pada Cascade h-bridge 5 level konvensional dan yang dimodifikasi 38



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi batas harmonisa tegangan.....	5
Tabel 2.2 Operasi pensaklaran CHB 5 Level.....	12
Tabel 2.3 Operasi pensaklaran CHB 5 level yang dimodifikasi	13
Tabel 3.1 Parameter Sel Surya	18
Tabel 3.2 Nilai komponen boost converter	21
Tabel 3.3 Nilai komponen buck converter	22
Tabel 3.4 Parameter kontrol boost converter dan buck converter	22
Tabel 3.5 Nilai parameter baterai.....	23
Tabel 4. 1 Perbandingan Tegangan pada Cascade h-bridge 5 level konvensional dan yang dimodifikasi	37
Tabel 4. 2 Perbandingan THD pada Cascade h-bridge 5 level konvensional dan yang dimodifikasi	38
Tabel 4. 3 Perbandingan daya pada sistem	38



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Naruka and D. K. Yadav, "An improved topology of reduced switch seven level inverter using filters for THD reduction," *2016 IEEE 7th Power India Int. Conf. PIICON 2016*, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1109/POWERI.2016.8077159.
- [2] A. Jain, N. Khatri, P. Shrivastav, and A. Mahor, "THD analysis of cascaded H-bridge multilevel inverters in fuel cell applications," *IEEE Int. Conf. Comput. Commun. Control. IC4 2015*, pp. 2–7, 2016, doi: 10.1109/IC4.2015.7375554.
- [3] M. Anzari, J. Meenakshi, and V. T. Sreedevi, "Simulation of a transistor clamped H-bridge multilevel inverter and its comparison with a conventional H-bridge multilevel inverter," *2014 Int. Conf. Circuits, Power Comput. Technol. ICCPCT 2014*, pp. 958–963, 2014, doi: 10.1109/ICCPCT.2014.7054952.
- [4] M. H. Mandol, P. B. Shuvra, M. K. Hosain, F. Samad, and M. W. Rahman, "A Novel Single Phase Multilevel Inverter Topology with Reduced Number of Switching Elements and Optimum THD Performance," *2nd Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Eng. ECCE 2019*, pp. 7–9, 2019, doi: 10.1109/ECACE.2019.8679468.
- [5] D. Singla and P. R. Sharma, "Analysis and Comparison of Reduced Switch Topologies of Multilevel Inverter Using Various PWM Techniques," *2019 3rd Int. Conf. Recent Dev. Control. Autom. Power Eng. RDCAPE 2019*, pp. 656–662, 2019, doi: 10.1109/RDCAPE47089.2019.8979011.
- [6] K. K. Rout and S. Mishra, "A Modified 7-Level Reduced Switch Symmetrical Inverter," *2018 Natl. Power Eng. Conf. NPEC 2018*, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/NPEC.2018.8476780.
- [7] L. Shaji, P. Bansal, and V. Bhuria, "Performance Analysis of a New Single Phase Single Source 7-Level Inverter Topology Using Different SPWM Techniques," *Proc. 2020 IEEE 1st Int. Conf. Smart Technol. Power, Energy Control. STPEC 2020*, 2020, doi: 10.1109/STPEC49749.2020.9297703.

- [8] M. F. Negash and U. B. Manthati, "Development of 7-level cascaded H-bridge inverter topology for PV applications," *Int. Conf. Electr. Electron. Optim. Tech. ICEEOT 2016*, pp. 1847–1852, 2016, doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7755008.
- [9] A. Muttaqien, "DESAIN DAN SIMULASI CASCADED MULTILEVEL INVERTER 3 FASA BERBASIS FUZZY-PI UNTUK KOMPENSASI HARMONISA AKIBAT BEBAN NON LINIER," Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
- [10] A. Khuzaimi, "Peningkatan Kualitas Sistem Tenaga Listrik Dengan Mengurangi Total Harmonic Distortion Terhadap Beban Non- Linier Menggunakan Metode Cascaded Multilevel Inverter," Universitas Muhammadiyah Malang, 2017.
- [11] S. S. Barah and S. Behera, "An Optimize Configuration of H-Bridge Multilevel Inverter," *ICPEE 2021 - 2021 1st Int. Conf. Power Electron. Energy*, vol. 1, no. 1, pp. 7–10, 2021, doi: 10.1109/ICPEE50452.2021.9358533.
- [12] Y. Basir, D. Fitria, and R. Stardo, "Analisa Pengaruh Distorsi Harmonisa Pada Air Conditioner Sistem Inverter," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.52333/destek.v9i1.697.
- [13] H. N. K. N. and A. Setiarini, "Kajian Harmonisa Arus pada Gedung M. Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun," *J. Electr. Electron. Control Autom. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–18, 2016.
- [14] D. Committee, I. Power, and E. Society, "IEEE 519 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems IEEE Power and Energy Society," vol. 2014, p. 29, 2014.
- [15] C. S. Iskandar, "Sistem Listrik Tenaga Surya Disain dan Operasi Instalasi Ikhstisar untuk Membangun Makassar Sulawesi Selatan Indonesia." CV. BUDI UTOMO, Yogyakarta. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Sistem_Listrik_Tenaga_Surya_disain_dan_O/h86XDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&kptab=getbook

- [16] A. Faizal and B. Setyaji, "Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya Menggunakan Metode Sliding Mode Control," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 22–31, 2019.
- [17] A. Tetuko, D. Djuniadi, and E. Apriaskar, "Analisis Kinerja Maximum Power Point Tracker (MPPT) Pada Sistem Photovoltaic Standalone Berbasis Algoritme Perturb And Observe (P&O)," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 72, 2021, doi: 10.33387/protk.v8i2.2768.
- [18] R. Febrianto, N. Soedjarwanto, and O. Zebua, "Rancang Bangun Boost Converter Untuk Proses Discharging Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts)," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap.*, vol. 02, no. 01, pp. 159–163, 2018.
- [19] R. P. Eviningsih, "Pengaturan Konverter DC-DC Bidirectional Dengan MPPT Berbasis Modified Perturbation And Observation Pada Sistem Turbin Angin," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, p. 82, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/1923/>
- [20] M. K. Asy'ari, "Rancang bangun dc-dc buck converter berbasis pengendali logika fuzzy tipe-2 pada prototype turbin angin skala kecil," *Insitut Teknol. Sepuluh Nop.*, p. 124, 2018.
- [21] T. T. Arvianto, E. Wahjono, and I. Irianto, "Perancangan boost converter menggunakan kontrol proporsional integral (PI) sebagai suplai tegangan input inverter satu fasa untuk sistem uninterruptible power supply," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, p. 136, 2020, doi: 10.36055/tjst.v16i2.8511.
- [22] Y. R. Payung, E. Purwanto, and F. D. Murdianto, "Rancang Bangun Buck-Boost Converter Pada Sistem Charging Baterai dengan Sumber Solar Cell Menggunakan Kontrol PI pada Uninterruptible Power Supply (UPS) Offline untuk Aplikasi Beban Rumah Tangga," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, p. 49, 2020, doi: 10.46964/poligrid.v1i2.435.
- [23] Karyadi, "Pengaruh Penggunaan Pulse Widht Modulation (Pwm) Terhadap Unjuk Kerja Generator Elektrolisis Penghasil Gas Hidrogen," *Pendidik. Tek. Elektro Univ. Negeri Jakarta*, 2016.

- [24] B. F. King, "SISTEM KONTROL CHARGING DAN DISCHARGING SERTA MONITORING KESEHATAN BATERAI," vol. 10, no. 1, pp. 1–52, 2022, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [25] J. J. Nedumgatt, D. V. Kumar, A. Kirubakaran, and S. Umashankar, "A multilevel inverter with reduced number of switches," *2012 IEEE Students' Conf. Electr. Electron. Comput. Sci. Innov. Humanit. SCEECS 2012*, vol. 1, 2012, doi: 10.1109/SCEECS.2012.6184819.
- [26] N. A. NINGRUM, "FILTER LC PASIF UNTUK RANGKAIAN INVERTER SATU-FASA PADA APLIKASI SISTEM LISTRIK ENERGI BARU TERBARUKAN SKALA RUMAH," no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022, [Online]. Available: www.aging-us.com
- [27] E. M. Leny and S. I. Haryudo, "Sistem Current Limiter dan Monitoring Arus serta Tegangan Menggunakan SMS untuk Proteksi pada Beban Rumah Tangga," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 39–46, 2019, [Online]. Available: www.allegromicro.com
- [28] R. Amalia and R. Nazir, "Pemodelan dan Simulasi Beban Non-Linier 3-Fasa dengan Metoda Sumber Arus Harmonik," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 165, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n2.154.2015.
- [29] M. I. Pradana, M. Agus, and I. Setiawan, "Menggunakan Dspic30F4011 Dengan Metode Kontrol Proportional Integral," *Dep. Tek. Elektro*, vol. 7, 2018.
- [30] dan I. M. A. N. M. Ikhlas Setiawan, Agung Budi Muljono, "Pengukuran Dan Analisis Harmonisa Arus Dan Tegangan Pada Sinkronisasi Generator," *Tek. Elektro*, vol. 1, no. 4, pp. 1–14, 2014.



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 : Muhammad Yudha Pratama
NIM : 201710130311134
Judul TA : Analisa Total Harmonic Distortion Inverter Multilevel dengan mengurangi jumlah saklar Cascade H-Bridge 5 Level pada sistem PV

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 %	7 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	2 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	0 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	4 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	7 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Diding Suhardi, M.T.)

(Widiyanto, S.T. M.T.)