

**DESAIN STATCOM BERBASIS PANEL SURYA
UNTUK MENINGKATKAN KESTABILAN
TEGANGAN PADA SALURAN DISTRIBUSI TIGA
FASA**

SKRIPSI

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**



Disusun oleh:

Irzaldi Firmansyah Putra

201810130311114

**PROGRAM STUDI ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

DESAIN *STATCOM* BERBASIS *PANEL SURYA* UNTUK MENINGKATKAN KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN DISTRIBUSI TIGA FASA

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

Disusun Oleh:

Irzaldi Firmansyah Putra

201810130311114

Tanggal Ujian : 09 November 2023

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN: 0709117804

Pembimbing II



Ilham Rakaya, S.T., M.Tr.T.
NIDN: 0717018801

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN STATCOM BERBASIS PANEL SURYA UNTUK MENINGKATKAN KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN DISTRIBUSI TIGA FASA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (SI)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh

Irzaldi Firmansyah Putra

201810130311114

Tanggal Ujian : 09 November 2023

Periode Wisuda : 6

Disetujui Oleh

1. Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN: 0709117804

(Pembimbing I)

2. Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.
NIDN: 0717018801

(Pembimbing II)

3. Dr. Budhi Priyanto, M.Si.
NIDN: 0026106701

(Penguji I)

4. Widianto, S.T., M.T.
NIDN: 0722048202

(Penguji II)



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Irzaldi Firmansyah Putra
Tempat/Tgl Lahir : Pasuruan / 06 Juli 2000
NIM : 201810130311114
FAK./JUR. : TEKNIK/ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **“DESAIN STATCOM BERBASIS PANEL SURYA UNTUK MENINGKATKAN KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN DISTRIBUSI TIGA FASA”** 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 ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, November 2023
Membuat Pernyataan



(Irzaldi Firmansyah Putra)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN : 0709117804

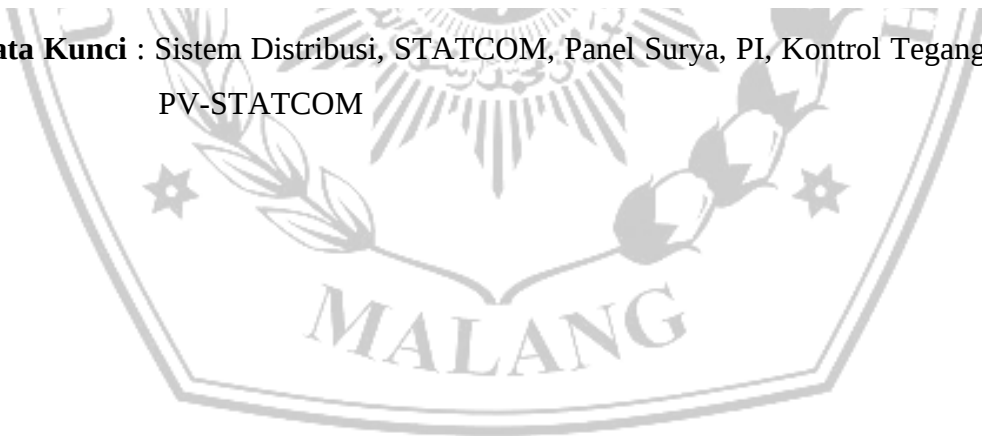
Dosen Pembimbing II

Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.
NIDN : 0717018801

ABSTRAK

Di Indonesia potensi energi terbarukan sangat banyak digunakan, seperti energi surya karena ramah lingkungan. Penggunaan energi surya dalam sistem distribusi yang terhubung jala-jala dapat membantu menjaga stabilitas tegangan dan meningkatkan faktor daya. Tegangan yang tidak stabil terjadi pada sistem distribusi terjadi akibat adanya pengaruh jarak yang menyebabkan rugi-rugi daya dan pengaruh dari beban. Permasalahan dalam sistem distribusi dapat diatasi dengan penggunaan salah satu jenis peralatan kompensator yaitu *Static Synchronous Compensator* (STATCOM). STATCOM memiliki keunggulan dalam meningkatkan kestabilan tegangan pada jaringan serta meningkatkan kualitas tegangan. Oleh karena itu, STATCOM perlu dikontrol dan dioptimasi dengan bantuan sumber DC Panel Surya untuk menjaga kestabilan tegangan dan meningkatkan performa sistem pada jaringan distribusi. Sehingga dalam penelitian ini yang akan meneliti STATCOM berbasis Panel Surya atau di sebut PV-STATCOM. Dalam penelitian ini PV-STATCOM yang dikontrol PI mendapatkan hasil tegangan jauh lebih baik sebesar 217,3 V dengan nilai power faktor sebesar 0,96. Dalam penelitian ini dirancang menggunakan Matlab/*Simulink* 2022a.

Kata Kunci : Sistem Distribusi, STATCOM, Panel Surya, PI, Kontrol Tegangan, PV-STATCOM



ABSTRACT

In Indonesia, the potential for renewable energy is widely used, such as solar energy because it is environmentally friendly. The use of solar energy in a grid-connected distribution system can help maintain voltage stability and improve power factor. Unstable voltage occurs in the distribution system due to the influence of distance which causes power losses and the influence of the load. Problems in the distribution system can be overcome by using one type of compensator equipment, namely Static Synchronous Compensator (STATCOM). STATCOM has the advantage of increasing voltage stability on the network and improving voltage quality. Therefore, STATCOM needs to be controlled and optimized with the help of Solar Panel DC sources to maintain voltage stability and improve system performance on distribution networks. So this research will examine the Solar Panel-based STATCOM called PV-STATCOM. In this study, the PI-controlled PV-STATCOM obtained much better voltage results of 217.3 V with a power factor value of 0.96. This research was designed using Matlab/Simulink 2022a.

Keywords: Distribution System, STATCOM, Panel Surya, PI, Voltage Control, PV-STATCOM

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dan petunjuk dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Ibu Merinda Lestandy, S.Kom, M.T. beserta seluruh stafnya.
3. Bapak Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan semangat, motivasi, bimbingan, dan pengarahan secara langsung kepada peneliti.
4. Kepada Kedua orang tua saya, terutama Ibu saya yang telah sabar, memberi semangat, motivasi, serta selalu mendukung dan mendoakan saya sampai sekarang, dan terimakasih atas kerja kerasnya dalam membiayai saya hingga mendapat gelar sarjana. Semua dedikasi saya, saya persembahkan untuk beliau tercinta.
5. Kemudian untuk seluruh anggota keluarga saya dan Adik-adik saya terutama Ingga Ariestya yang telah membantu support dan mendoakan saya.
6. Kepada Teman Satu Angkatan 2018 Teknik Elektro dan kelas B Elektro yang telah membantu dan menjadi teman yang baik selama saya kuliah di Universitas Muhammdiyah Malang sampai sekarang.
7. Untuk sahabat-sahabat saya Dedy Rizaldi, Imam Haddad Sholeh, Vico Pranditya Fajri, Nira Anisah, Reza Vanny Arvyanti, Daffa Ivandika, Rico Adhi Prasetyo, Wahyu Aji Prayoga dan sahabat-sahabat lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang selalu mendukung, memberi semangat selama masa kuliah, yang berjuang bersama dalam mengerjakan tugas akhir, yang selalu menjadi inspirasi, dan telah menemani saya sampai sekarang.

8. Untuk teman-teman base saya, Dhias, Umi, Basil, Gerry, Budi dan lainnya tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Dan untuk semua orang yang telah membantu penulis selama kuliah sampai sekarang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
10. *If you're not a good shot today, don't worry, there are other ways to be usefull.*
11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**“DESAIN STATCOM BERBASIS *PANEL SURYA* UNTUK
MENINGKATKAN KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN
DISTRIBUSI TIGA FASA”**

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 memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang elektronika dan informatika.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan ke depan.

Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat di masa sekarang dan masa mendatang. Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, maka penulis mohon maaf apabila ada kekeliruan baik yang sengaja maupun yang tidak sengaja.

Malang, November 2023

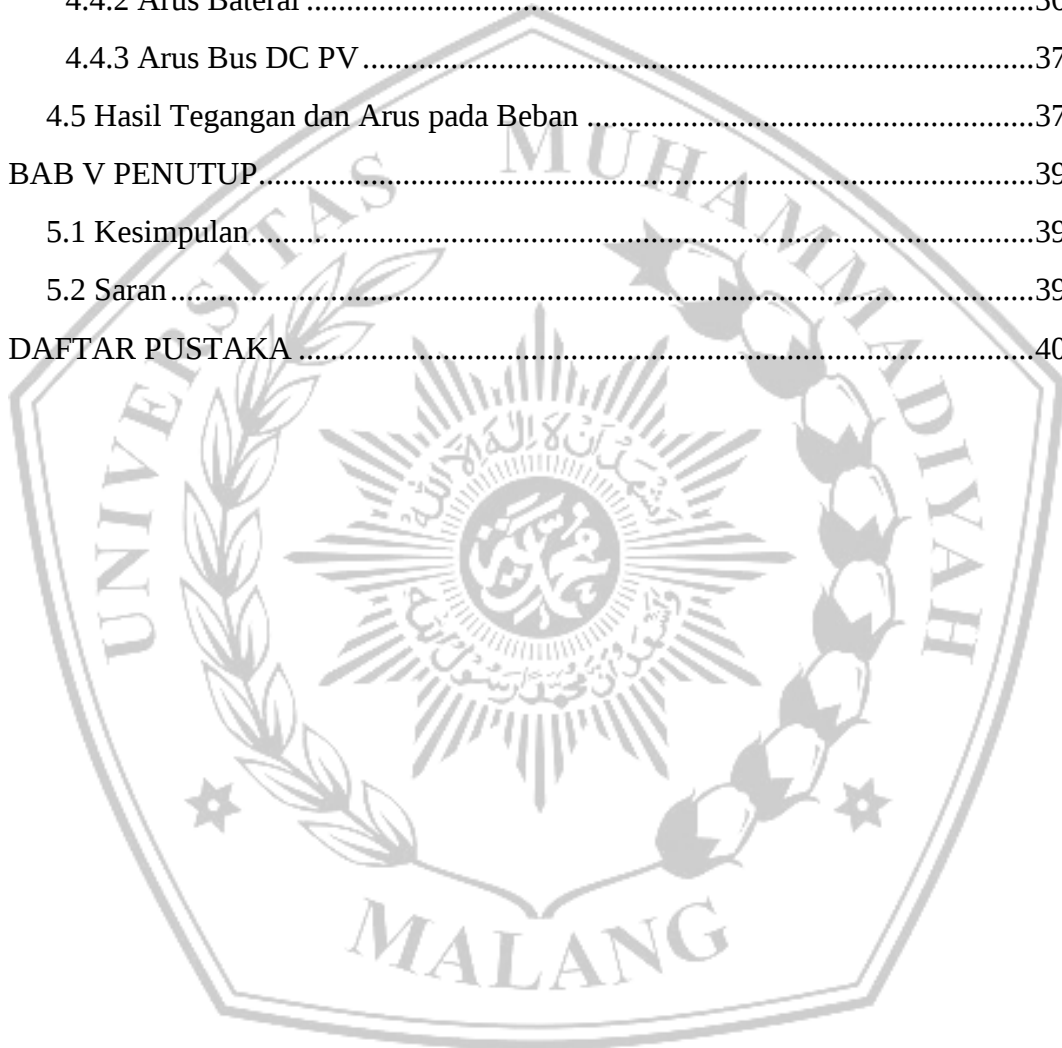
Irzaldi Firmansyah Putra

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Daya Listrik.....	5
2.1.1 Daya Aktif (P).....	5
2.1.2 Daya Reaktif (Q).....	5
2.1.3 Daya Semu (S)	6
2.2 Faktor Daya	6
2.3 Beban Listrik	7
2.3.1 Beban Resistif	7
2.3.2 Beban Induktif	7
2.3.3 Beban Kapasitif.....	8
2.4 Filter Pasif LC	8

2.5 Panel Surya.....	9
2.6 <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT)	10
2.7 Baterai	11
2.8 Konverter DC-DC	12
2.8.1 <i>Boost Converter</i>	12
2.8.2 <i>Buck-Boost Converter</i>	12
2.9 Kontrol Konverter DC-DC.....	13
2.10 <i>Static Synchronous Compensator</i> (STATCOM).....	13
2.10.1 Sistem Kontrol STATCOM.....	14
2.11 Kontrol PI.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Rancangan Sistem	17
3.2 Perancangan Model Bagian 1.....	18
3.2.1 Pemodelan Sistem PLTS.....	19
3.2.2 Perancangan Kontrol PV dengan MPPT.....	20
3.2.3 Perancangan Kontrol Baterai	21
3.3 Perancangan Model Bagian 2.....	21
3.3.1 Pemodelan pada Sumber Tegangan dan Beban.....	22
3.3.2 Pemodelan <i>Distribusi Line</i>	23
3.3.3 Perancangan LC Filter	23
3.3.4 <i>Simulink</i> dari <i>Phase Locked Loop</i> (PLL)	23
3.4 Perancangan Kontrol PV-STATCOM dengan <i>PI Controller</i>	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Nilai Tegangan (V)	26
4.1.1 Tegangan Tanpa Menggunakan STATCOM dan Menggunakan STATCOM	26
4.1.2 Tegangan menggunakan STATCOM dengan <i>Kontroler PI</i>	27
4.1.3 Tegangan <i>Photovoltaic</i>	30
4.1.4 Tegangan Baterai	30
4.1.5 Tegangan Bus DC PV	31
4.2 Hasil Nilai Daya Aktif (P) dan Nilai Daya Reaktif (Q)	31

4.2.1 Hasil Daya Aktif (P)	31
4.2.2 Hasil Daya Reaktif (Var)	32
4.2.3 Hasil <i>Maximum Power Point Tracker</i> PV	33
4.3 Hasil Nilai Faktor Daya.....	34
4.4 Hasil Simulasi Arus Perfasa	35
4.4.1 Arus PV	36
4.4.2 Arus Baterai	36
4.4.3 Arus Bus DC PV	37
4.5 Hasil Tegangan dan Arus pada Beban	37
BAB V PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga Daya	6
Gambar 2.2 Gelombang Beban Resistif.....	7
Gambar 2.3 Gelombang Beban Induktif	8
Gambar 2.4 Gelombang Beban Kapasitif	8
Gambar 2.5 Rangkaian Filter Pasif LC	8
Gambar 2.6 Kurva I-V pada Panel Surya.....	10
Gambar 2.7 Kontrol PV dan Kontrol Baterai.....	13
Gambar 2.8 STATCOM terhubung secara paralel.....	14
Gambar 2.9 Kontrol STATCOM	15
Gambar 2.10 Blok Diagram <i>Feedback</i> Sistem Pengendali PI	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Kontrol STATCOM berbasis Panel Surya pada Sistem Distribusi 3 Fasa.....	17
Gambar 3.2 Diagram Kompensasi Beban.....	18
Gambar 3.3 Pemodelan PV-STATCOM pada Saluran Distribusi Tiga Fasa Menggunakan <i>Simulink</i>	19
Gambar 3.4 Kontrol pada PV dengan MPPT.....	20
Gambar 3.5 Kontrol pada Baterai	21
Gambar 3.6 Model Sumber Tegangan dan Beban pada <i>Simulink</i>	22
Gambar 3.7 Pemodelan pada Distribusi <i>Line</i>	23
Gambar 3.8 Blok dari <i>Phase Locked Loop</i> (PLL).....	24
Gambar 3.9 Blok Simulink PV-STATCOM dengan <i>PI Controller</i>	25
Gambar 3.10 Rangkaian Kontrol PI.....	25
Gambar 4.1 Tegangan Tanpa STATCOM dan Menggunakan STATCOM	27
Gambar 4.2 Tegangan tiap fasa menggunakan STATCOM dengan kontrol PI yang terhubung dengan PMS PV	29
Gambar 4.3 Tegangan <i>Photovoltaic</i>	30
Gambar 4.4 Tegangan Baterai.....	30
Gambar 4.5 Tegangan Bus DC PV	31
Gambar 4.6 Hasil Daya Aktif pada Sistem	32
Gambar 4.7 Hasil Daya Reaktif pada Sistem.....	33

Gambar 4.8 Daya Hasil MPPT pada PMS PV-Baterai	34
Gambar 4.9 Faktor Daya pada STATCOM yang terhubung dengan PV	34
Gambar 4.10 Hasil Arus Perfasa menggunakan STATCOM yang terhubung dengan sistem PMS PV-Baterai	35
Gambar 4.11 Hasil Arus <i>Photovoltaic</i>	36
Gambar 4.12 Hasil Arus dan Soc pada Baterai.....	36
Gambar 4.13 Hasil Arus pada Bus DC PV	37
Gambar 4.14 Hasil Tegangan dan Arus pada beban di sistem STATCOM yang terhubung dengan PMS PV	38



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Sistem PLTS	19
Tabel 3.2 Parameter dari Sumber Tegangan dan Beban	22
Tabel 3.3 Parameter pada <i>Distribusi Line</i>	23
Tabel 3.4 Parameter PI	25



DAFTAR ISTILAH

FACTS (*Flexible Alternating Current Transmission System*)

peralatan elektronik solid state yang mampu mengatur transmisi daya listrik secara fleksibel yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan..

STATCOM (*Static Synchronous Compensator*)

sebuah perangkat kompensasi daya reaktif yang terhubung secara paralel (*shunt-connected*) yang dapat menghasilkan atau menyerap daya reaktif dan memiliki keluaran yang bervariasi yang digunakan untuk mengendalikan parameter khusus dari sistem tenaga listrik.

MPPT (*Maximum Power Point Tracking*)

MPPT merupakan suatu teknik yang dipakai untuk melacak titik daya maksimum atau *Maximum Power Point* (MPP) pada panel surya. Dalam sistem MPPT, data tegangan dan arus diambil secara berulang untuk mencari nilai keluaran daya yang optimal berdasarkan kondisi lingkungan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *perturb and observe* (P&O), metode ini akan mengatur sistem dengan mengendalikan duty ratio dari konverter dc/dc.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ardiansyah and S. I. Haryudo, “Analisis Perbandingan Efisiensi Panel Surya 20wp Dengan Tracking Dan Tanpa Tracking,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 12, no. 2, pp. 43–47, 2023, doi: 10.26740/jte.v12n2.p43-47.
- [2] R. M. M. R. K. Varma, *Thyristor-Based FACTS Controllers for Electrical Transmission Systems*. Wiley, 2002. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=5265762>
- [3] A. Ir Ontoseno Penangsang and V. Lystianingrum Budiharto Putri, “OPTIMAL LOCATION AND SIZING OF STATCOM FOR MINIMIZING POWER LOSS USING GENETIC ALGORITHM IN 2018 JAMALI TRANSMISSION SYSTEM Ristiardi Taharat PB NRP 2215105043.”
- [4] R. K. Varma and H. Maleki, “PV Solar System Control as STATCOM (PV-STATCOM) for Power Oscillation Damping,” *IEEE Trans Sustain Energy*, vol. 10, no. 4, pp. 1793–1803, Oct. 2019, doi: 10.1109/TSTE.2018.2871074.
- [5] Ieee and Ieee, *2012 25th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*.
- [6] R. K. Varma and E. M. Siavashi, “PV-STATCOM: A New Smart Inverter for Voltage Control in Distribution Systems,” *IEEE Trans Sustain Energy*, vol. 9, no. 4, pp. 1681–1691, Oct. 2018, doi: 10.1109/TSTE.2018.2808601.
- [7] C. R. Kundlik and P. Karpagavalli, “Pv solar statcom to improve power quality in distribution system,” *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 6, pp. 1079–1097, 2020.
- [8] Y. A. El Kadi, F. Z. Baghli, and Y. Lakhal, “PV-STATCOM in Photovoltaic Systems under Variable Solar Radiation and Variable Unbalanced Nonlinear Loads,” *International Journal of Electrical and Electronic Engineering and Telecommunications*, vol. 10, no. 1, pp. 36–48, 2021, doi: 10.18178/ijeetc.10.1.36-48.
- [9] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik,” *Jurnal Tekonologi Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.

- [10] T. M. Asyadi and M. Sofyan, "The Maximum Power Point Tracking (MPPT) on Changes in Radiation and Temperature of Solar Modules Based on Fuzzy Logic Controller (FLC)," no. June, 2023, doi: 10.1063/5.0115030.
- [11] Dasman and Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Saidi," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, p. 173, 2017, <https://pdfs.semanticscholar.org>
- [12] E. M. Leny, "Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 08, no. 1, pp. 39–46, 2019.
- [13] F. J. Wirawan, "Implementasi LCL Filter dalam Mereduksi Harmonisa Akibat Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) untuk Meningkatkan Kualitas Daya dan Efisiensi Energi," vol. 01, no. September, pp. 1–7, 2017.
- [14] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [15] M. R. Mojallizadeh and M. A. Badamchizadeh, "Adaptive Passivity-Based Control of a Photovoltaic/Battery Hybrid Power Source via Algebraic Parameter Identification," *IEEE J Photovolt*, vol. 6, no. 2, pp. 532–539, 2016, doi: 10.1109/JPHOTOV.2016.2514715.
- [16] M. and others Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 9, no. 2, pp. 77–80, 2010.
- [17] 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 (Basel)*, vol. 16, no. 5, 2023, doi: 10.3390/en16052206.
- [18] R. Andari, S. Amalia, and C. D. Tinambunan, "Sistem Monitoring Pengisian Baterai Plts 100 Wp Menggunakan Sensor Pzem 004T Dan Sensor Tegangan Dc," *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, vol. 22, no. 1, p. 64, 2022, doi: 10.36275/stsp.v22i1.461.

- [19] R. Setyariski, "Bab III - Metode Penelitian Metode Penelitian," *Metode Penelitian*, pp. 32–41, 2018.
- [20] Suwitno, Y. Rahayu, R. Amri, and E. Hamdani, "Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter," *Journal of Electrical Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 61–66, 2017.
- [21] E. Ginanjar, A. Mashar, and ..., "Perancangan Buck Boost Converter Pada Sistem Pengisian Baterai Untuk Panel Surya Kapasitas 50 Wp," ... *Research Workshop and ...*, pp. 13–14, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/4243%0Ahttps://jurnal.polban.ac.id/ojs>.
- [22] J. Shi, A. Noshadi, A. Kalam, and P. Shi, "Fuzzy logic control of DSTATCOM for improving power quality and dynamic performance," *2015 Australasian Universities Power Engineering Conference: Challenges for Future Grids, AUPEC 2015*, pp. 2–7, 2015, doi: 10.1109/AUPEC.2015.7324796.
- [23] I. Ferdiansyah and E. Sunarno, "Penerapan Kontrol PI Pada Alat Pengaduk dan Pengukus Adonan Puduk untuk Meningkatkan Hasil Produksi Industri Rumah Tangga di Gresik," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 8, no. 2, pp. 134–142, 2020, <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/935>
- [24] N. S. Wales *et al.*, "Phase Locked Loop – A Review Phase Locked Loop – A Review," *Analog Applications*, vol. 1, no. July, pp. 373–375, 2000, [Online]. Available: <http://application-notes.digchip.com/001/1-1109.pdf#page=9>



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 : Irzaldi Firmansyah Putra
NIM : 201810130311114
Judul TA : Desain Statcom Berbasis Panel Surya Untuk Meningkatkan Kestabilan
Tegangan Pada Saluran Distribusi Tiga Fasa

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	9 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	20 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	0 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	5 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	4 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	12 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.)

Dosen Pembimbing II,

(Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T)