

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC  
TIGA TINGKAT DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS  
TERKENDALI UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN**



**Disusun Oleh:**

**SATRIO FITRIANTO**

**18.F1.0031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**SEMARANG**

**2022**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC  
TIGA TINGKAT DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS  
TERKENDALI UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN**

**Diajukan dalam Rangka Memenuhi  
Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro**



**Disusun Oleh:**

**SATRIO FITRIANTO**

**18.F1.0031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**SEMARANG**

**2022**

**PERNYATAAN**  
**KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Memperhatikan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata Nomor:0047/SK.Rek/X/2013 tanggal 07 Oktober 2013, tentang Pernyataan Laporan Tugas Akhir, maka bersama ini Laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul *“DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC TIGA TINGKAT DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS TERKENDALI UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN”*, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Tugas Akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka saya rela untuk dibatalkan, dengan segala akibat hukumnya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan / atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 21 OKTOBER 2022

Yang menyatakan,



**SATRIO FITRIANTO**

**NIM. 18.F1.0031**



## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir: : DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC TIGA TINGKAT  
DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS TERKENDALI UNTUK  
APLIKASI TURBIN ANGIN

Diajukan oleh : Satrio Fitrianto

NIM : 18.F1.0031

Tanggal disetujui : 21 Oktober 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Penguji 1 : Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan M.T.

Penguji 2 : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Penguji 3 : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Ketua Program Studi : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

[sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0031](http://sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0031)

# HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Satrio Fitrianto

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC TIGA TINGKAT DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS TERKENDALI UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN”**. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 21 Oktober 2022

Yang menyatakan



Satrio Fitrianto

## **ABSTRAK**

*Seiring bergantinya waktu penggunaan energi fosil tergantikan oleh adanya energi hijau, salah satu jenis energi hijau yaitu energi angin, energi angin dimanfaatkan sebagai energi utama untuk menggerakkan turbin angin. Poros turbin angin terhubung secara langsung dengan permanent magnet synchronous generator (PMSG) sehingga terjadi proses konversi energi angin menjadi energi listrik AC 3 Fasa. Permintaan energi listrik DC yang semakin meningkat mendorong pengembangan konverter dengan topologi baru sebagai solusi konversi energi listrik AC 3 Fasa keluaran PMSG menjadi listrik DC dengan daya yang lebih stabil. Three level dc-dc converter (TLDDC) dipilih karena konverter ini mampu mengkonversi tegangan dan arus DC yang lebih tinggi dibandingkan dengan konverter konvensional. Masalah muncul akibat TLDDC dioperasikan untuk mengkonversi keluaran daya dari PMSG turbin angin dengan sistem loop terbuka, masalah yang terjadi yaitu konverter tidak dapat menyesuaikan tegangan dan arus sesuai kebutuhan beban. Oleh karena itu, sistem loop terbuka harus diubah menjadi loop tertutup dan biasanya menggunakan kendali tunggal saja. Kendali tunggal tidak efektif karena hanya bisa mengendalikan tegangan atau arus saja, kendali ini tidak dapat mengendalikan tegangan dan arus secara bersamaan. Ketika beban diubah, tegangan atau arus keluaran menjadi berubah. Dari masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem kendali ganda strategi baru yang memanfaatkan strategi kendali ganda PI yaitu PI untuk tegangan dan PI untuk arus.*

***Kata kunci: Turbin angin, PMSG, KDDTT, Kendali PI ganda, Tegangan dan arus terkendali***

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, kelancaran dan rahmat-Nya yang melimpah senantiasa menyertai penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONVERTER DC-DC TIGA TINGKAT DENGAN TEGANGAN SERTA ARUS TERKENDALI UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN”**. Pengerjaan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir ini merupakan tugas studi penulis untuk menyelesaikan perkuliahan sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sehingga pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada :


1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan berkat, kelancaran dan rahmat-Nya yang senantiasa menyertai penulis menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
2. Keluarga, orang tua, dan kakak yang telah selalu memberi doa, dukungan, serta semangat baik secara moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Leonardus Heru Pratomo., ST. MT; selaku kaprodi Teknik Elektro dan dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini yang telah memberikan subsidi komponen, saran, kritik, serta semangat kepada penulis.

4. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi., MT; selaku dosen wali angkatan 2018, yang telah berpartisipasi dalam membantu memberikan masukan ilmu selama masa pengajaran kepada penulis.
5. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2018 selaku teman dan keluarga seperjuangan terima kasih telah selalu menemani serta mendukung penulis ketika melaksanakan tugas akhir.
6. Noval Fajar K; selaku teman satu kelompok penulis yang telah bekerjasama dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Samuel, Sandy, Wibisono, dan Albert; selaku teman saya yang telah membantu ketika terdapat masalah dalam alat tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu karena telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, maka penulis dengan rendah hati mengharapkan saran maupun kritik dari berbagai pihak untuk perbaikan dan perkembangan kedepannya. Penulis juga ingin menyampaikan permohonan maaf sebesar-besarnya apabila terdapat hal-hal yang kurang berkenan dalam menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan penulis semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi perkembangan dan kemajuan iptek di lingkungan kampus, masyarakat serta negara.

Semarang, 21 Oktober 2022



Satrio Fitrianto

18.F1.0031



## DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI).....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Dan Latar Manfaat .....	2
1.3 Perumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Turbin Angin dan PMSG .....	7
2.2 Dioda 3 Fasa.....	9
2.3 Baterai .....	12
2.4 PWM .....	15
2.5 Konverter DC-DC Tiga Tingkat (KDDTT) .....	16

2.6	Kendali PI Ganda .....	21
2.7	Koneksi Sistem Kendali Tegangan Dan Arus.....	23
<b>BAB III DESAIN SIMULASI DAN IMPLEMENTASI .....</b>		<b>24</b>
3.1	Diagram Simulasi Dan Implementasi .....	24
3.2	Catu Daya A1212S Dan B1212S .....	26
3.3	TLP250.....	29
3.4	MOSFET IRFP460.....	31
3.5	Sensor Arus LEM HX10-P .....	32
3.6	Sensor Tegangan LV 25-P .....	35
3.7	Mikrokontroler STM32F407VET6.....	37
3.8	Algoritma Pemrograman.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>45</b>
4.1	Hasil Implementasi Desain Alat.....	45
4.2	Hasil Perbandingan Sinyal Antara Simulasi Dengan Implementasi .....	45
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>53</b>
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>55</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>		<b>58</b>
Lampiran 1. Kode Program Sitem Kendali PI Ganda Pada KDDTT .....		58
Lampiran 2. Bukti Antiplagiasi dari Perpustakaan .....		61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian stator dan rotor pada PMSG .....	8
Gambar 2. 2 Dioda 3 fasa 3 kawat.....	10
Gambar 2. 3 Rangkaian ekivalen dioda 3 fasa 3 kawat .....	10
Gambar 2. 4 Baterai MF 12 Volt DC.....	13
Gambar 2. 5 Rangkaian baterai terhubung paralel .....	13
Gambar 2. 6 Rangkaian baterai terhubung seri.....	14
Gambar 2. 7 Rangkaian baterai terhubung paralel dan seri.....	14
Gambar 2. 8 Sinyal PWM 3 tingkat dan saling bergeser 180 derajat .....	16
Gambar 2. 9 Topologi konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT).....	17
Gambar 2. 10 Mode operasi 1 konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT).....	18
Gambar 2. 11 Mode operasi 2 konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT).....	18
Gambar 2. 12 Mode operasi 3 konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT).....	19
Gambar 2. 13 Mode operasi 4 konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT).....	20
Gambar 2. 14 Diagram blok kendali PI ganda pada konverter KDDTT .....	22
Gambar 2. 15 Diagram koneksi sistem kendali PI ganda pada KDDTT .....	23
Gambar 3. 1 Rangkaian simulasi .....	24
Gambar 3. 2 Diagram blok perangkat keras .....	25
Gambar 3. 3 Terminal pada A1212S .....	26
Gambar 3. 4 Rangkaian catu daya A1212S .....	27
Gambar 3. 5 Terminal pada B1212S .....	28
Gambar 3. 6 Rangkaian catu daya B1212S .....	29
Gambar 3. 7 Terminal pada TLP250 .....	30
Gambar 3. 8 Rangkaian TLP250 sebagai driver MOSFET .....	30

Gambar 3. 9 Terminal pada MOSFET.....	32
Gambar 3. 10 Terminal pada sensor arus LEM HX 10-P.....	33
Gambar 3. 11 Rangkaian penguat sensor arus LEM HX10-P .....	34
Gambar 3. 12 Terminal pada sensor tegangan LV25-P.....	35
Gambar 3. 13 Rangkaian penguat sensor tegangan LV25-P .....	36
Gambar 3. 14 Mikrokontroler STM32F407VET6.....	37
Gambar 3. 15 Flowchart algoritma pemrograman.....	39
Gambar 4. 1 Hasil implementasi alat.....	45
Gambar 4. 2 Hasil sinyal PWM saat simulasi .....	46
Gambar 4. 3 Hasil sinyal PWM saat implementasi .....	46
Gambar 4. 4 Hasil simulasi tegangan keluaran pada kecepatan 400 RPM.....	47
Gambar 4. 5 Hasil implementasi tegangan keluaran pada kecepatan 400 RPM .....	47
Gambar 4. 6 Hasil simulasi tegangan keluaran pada kecepatan 500 RPM.....	48
Gambar 4. 7 Hasil implementasi tegangan keluaran pada kecepatan 500 RPM .....	48
Gambar 4. 8 Hasil simulasi tegangan keluaran pada kecepatan 600 RPM.....	49
Gambar 4. 9 Hasil implementasi tegangan keluaran pada kecepatan 600 RPM .....	49
Gambar 4. 10 Hasil simulasi arus keluaran pada kecepatan 400 RPM .....	50
Gambar 4. 11 Hasil implementasi arus keluaran pada kecepatan 400 RPM .....	50
Gambar 4. 12 Hasil simulasi arus keluaran pada kecepatan 500 RPM .....	51
Gambar 4. 13 Hasil implementasi arus keluaran pada kecepatan 500 RPM .....	51
Gambar 4. 14 Hasil simulasi arus keluaran pada kecepatan 600 RPM .....	52
Gambar 4. 15 Hasil implementasi arus keluaran pada kecepatan 600 RPM .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tegangan keluaran dari proses pensaklaran .....	20
Tabel 3. 1 Parameter penelitian .....	26

