

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**KONTROL PENGATURAN TEGANGAN PADA CATU**  
**DAYA MIKROHIDRO DC MENGGUNAKAN PMSG**  
**DAN KONVERTER BUCK GANDA**



**Disusun Oleh :**

**NOVAL FAJAR KUSTIAWAN**

**18.F1.0025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**  
**SEMARANG**

**2022**

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **KONTROL PENGATURAN TEGANGAN PADA CATU DAYA MIKROHIDRO DC MENGGUNAKAN PMSG DAN KONVERTER BUCK GANDA**

**Diajukan dalam Rangka Memenuhi**

**Salah Satu Syarat Memperoleh**

**Gelar S1 Teknik Elektro**



**Disusun Oleh :**

**NOVAL FAJAR KUSTIAWAN**

**18.F1.0025**

**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 *"KONTROL PENGATURAN TEGANGAN PADA CATU DAYA MIKROHIDRO DC MENGGUNAKAN PMSG DAN KONVERTER BUCK GANDA"*, 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,



**NOVAL FAJAR KUSTIAWAN**  
NIM. 18.F1.0025

## HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : KONTROL PENGATURAN TEGANGAN PADA CATU DAYA  
MIKROHIDRO DC MENGGUNAKAN PMSG DAN KONVERTER BUCK  
GANDA

Diajukan oleh : Noval Fajar Kustiawan

NIM : 18.F1.0025

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

Penguji 3 : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi 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.F1.0025](http://sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0025)

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Noval Fajar Kustiawan  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“KONTROL PENGATURAN TEGANGAN PADA CATU DAYA MIKROHIDRO DC MENGGUNAKAN PMSG DAN KONVERTER BUCK GANDA”**. 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,



Noval Fajar Kustiawan

## ABSTRAK

*Alam menyediakan energi terbarukan yang dapat digunakan secara terus menerus. Mikrohidro, salah satu sumber energi terbarukan, sudah sangat maju. Sejumlah kecil energi air diubah menjadi energi listrik melalui proses mikrohidro, yang menggerakkan jaringan lokal. Sistem tenaga mikrohidro terhubung langsung ke generator sinkron magnet permanen (PMSG) dan menghasilkan daya tiga fasa dalam skala kecil. Konverter tradisional menghasilkan tegangan keluaran tidak stabil seperti konverter buck AC-DC sering digunakan, metode ini memiliki kelemahan yang cukup besar. Konverter DC-DC diperlukan untuk menghasilkan energi listrik yang stabil dan sangat efisien. Konverter DC-DC hadir dalam berbagai desain. Teknik kontrol lanjutan digunakan untuk membuat output yang memenuhi persyaratan catu daya. Dokumen ini mengusulkan konverter DC-DC buck ganda. Untuk mengontrol tegangan output PMSG yang dipengaruhi aliran air, digunakan konverter buck ganda sebagai kontrol keluaran PMSG, digunakan konverter DC-DC buck ganda ini. Konverter ini memiliki tegangan keluaran yang stabil dan kontinyu. Konverter DC-DC buck ganda yang dikemas sederhana memiliki keunggulan efisiensi dan stabilitas tinggi sebagai catu daya DC*

***Kata kunci: Mikrohidro, Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG), Konverter DC-DC, Konverter DC-DC Buck Ganda.***

## KATA PENGANTAR

Ucapan terima kasih dan Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, atas berkah dan rahmat-Nya, sehingga saya dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik mungkin sampai pada saat pembuatan laporan ini yang berjalan lancar dengan hasil yang memuaskan. Tujuan dibuatnya laporan tugas akhir ini adalah mendokumentasikan hasil yang diperoleh, cara kerja alat, dan penjelasan mengenai alat yang dibuat, yaitu kontrol pengaturan tegangan pada catu daya mikrohidro DC menggunakan PMSG dan konverter buck ganda.

Penyusunan alat tugas akhir sampai dengan penyusunan laporan terlaksana sejak 10 November 2021 sampai dengan 28 Juli 2022 berjalan lancar tanpa adanya masalah yang berarti. Hal ini terwujud berkat bantuan dan kerjasama yang diberikan oleh dosen pembimbing dan mahasiswa, serta pihak – pihak lain yang terlibat dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Saya mengucapkan terima kasih kepada Dr. Leonardus H. Pratomo, S.T., M.T yang merupakan kepala program studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan pembimbing dalam Tugas Akhir ini. Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan bantuan arahan yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT sebagai kepala laboratorium Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah mengizinkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir, menggunakan fasilitas laboratorium untuk mendukung pembuatan alat Tugas Akhir, dan membuat alat disana.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan mental. Ucapan terima kasih kepada Satrio Fitrianto, salah satu anggota kelompok akhir, atas kerjasama dan dukungannya selama pengerjaan tugas akhir. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Samuel Aditya atas bantuannya dalam membuat desain program selama tugas akhir, dan Lauw Albert Mattias atas bantuannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini sejauh ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, mulai dari penulisan hingga penyampaian hingga isi laporan yang sebenarnya. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dapat menyempurnakan dan menyempurnakan pengembangan laporan studi selanjutnya.

Sebagai penutup, penulis mengharapkan bahwa pembaca mendapatkan wawasan, pencerahan, serta ilmu baru yang disampaikan dan dijelaskan di dalam laporan ini. semoga pembaca juga dapat memahami tujuan dari laporan ini dengan konsep yang telah dijelaskan meliputi strategi kontrol baru serta topologi baru yang disajikan, sehingga pembaca dapat mengaplikasikan serta mengembangkan menjadi suatu alat yang baru dan lebih baik.

Semarang, 21 Oktober 2022



Noval Fajar Kustiawan



## DAFTAR ISI

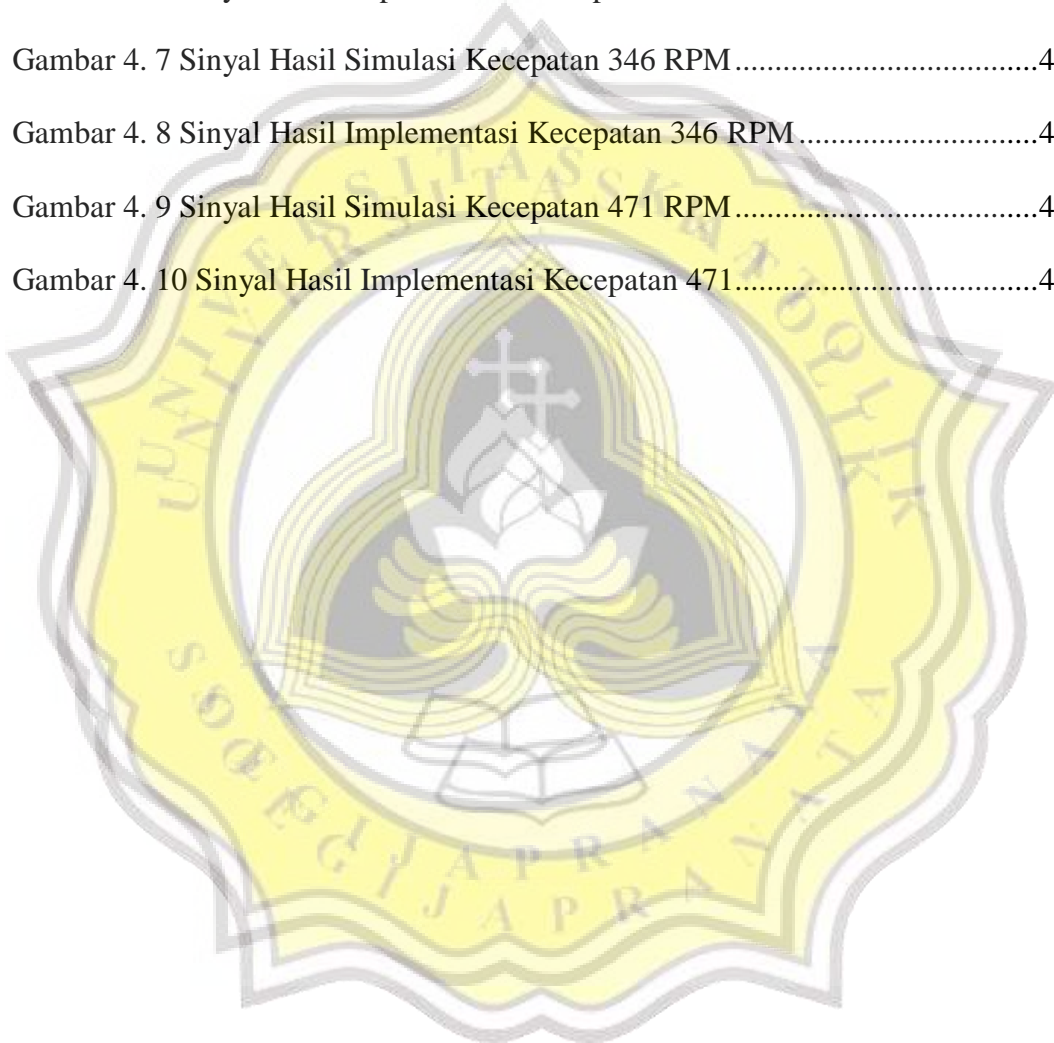
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Dan Manfaat.....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9
2.1 Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) .....	9
2.2 DC – DC Konverter Buck Ganda.....	10
2.3 Pulse Width Modulation (PWM).....	14
2.4 Kontroler PI.....	16

2.5	Strategi Kontrol Konverter Buck Ganda .....	17
BAB III.....		20
3.1	Pendahuluan .....	20
3.2	Simulasi <i>Hardware</i> Konverter DC – DC Buck Konverter.....	22
3.3	Driver TLP250.....	23
3.4	Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET) .....	26
3.5	Rangkaian B1212S .....	27
3.6	Rangkaian A1212S .....	28
3.7	Sensor Tegangan Rangkaian LV25-P .....	28
3.8	Mikrokontroler STM32F407VET6 .....	29
3.9	Alur Pemrograman .....	32
BAB IV .....		39
4.1	Implementasi Desain <i>Hardware</i> .....	39
4.2	Perbandingan Hasil Simulasi dan <i>Hardware</i> .....	41
BAB V.....		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....		50
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....		53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) .....	9
Gambar 2. 2 Topologi Konverter DC - DC Buck Ganda.....	10
Gambar 2. 3 Mode Operasi Satu .....	11
Gambar 2. 4 Mode Operasi Dua .....	12
Gambar 2. 5 Mode Operasi Tiga.....	13
Gambar 2. 6 Mode Operasi Empat.....	14
Gambar 2. 7 <i>Duty-Cycle</i> PWM .....	15
Gambar 2. 8 Strategi Kontrol PI .....	18
Gambar 2. 9 Rangkaian Daya dan Rangkaian Kendali Konverter DC - DC Buck Ganda Teregulasi Tegangan.....	19
Gambar 3. 1 Diagram Blok Konverter Buck Ganda .....	20
Gambar 3. 2 Simulasi Konverter DC - DC Buck Ganda .....	22
Gambar 3. 3 Rangkaian TLP250 Sebagai Driver MOSFET .....	24
Gambar 3. 4 Konfigurasi PIN TLP250 .....	25
Gambar 3. 5 MOSFET .....	26
Gambar 3. 6 Komponen B1212S .....	27
Gambar 3. 7 Komponen A1212S .....	28
Gambar 3. 8 Sensor Tegangan LV25-P .....	29
Gambar 3. 9 Mikrokontroler STM32F407VET6.....	30
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> Program .....	33
Gambar 4. 1 <i>Hardware</i> Konverter .....	39

Gambar 4. 2 Rangkaian Daya Konverter DC - DC Buck Ganda.....	40
Gambar 4. 3 Rangkaian Kendali Konverter DC - DC Buck Ganda.....	40
Gambar 4. 4 Variasi Kecepatan PMSG.....	42
Gambar 4. 5 Sinyal Hasil Simulasi Kecepatan 298 RPM.....	43
Gambar 4. 6 Sinyal Hasil Implementasi Kecepatan 298 RPM.....	43
Gambar 4. 7 Sinyal Hasil Simulasi Kecepatan 346 RPM.....	44
Gambar 4. 8 Sinyal Hasil Implementasi Kecepatan 346 RPM.....	45
Gambar 4. 9 Sinyal Hasil Simulasi Kecepatan 471 RPM.....	46
Gambar 4. 10 Sinyal Hasil Implementasi Kecepatan 471.....	46



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mode Pensaklaran dan Keluaran Konverter .....14

Tabel 3. 1 Parameter Simulasi dan Implementasi *Hardware* .....21

