

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN *INVERTER* 5-
TINGKAT DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN
SEIMBANG MENGGUNAKAN STM32F047VET6**



Disusun Oleh:

FAIZAL BUKHORI

NIM: 18.F1.0032

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

SEMARANG

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN *INVERTER* 5-
TINGKAT DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN
SEIMBANG MENGGUNAKAN STM32F047VET6**

**Diajukan dalam Rangka Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar S1 Teknik Elektro**



Disusun Oleh:

FAIZAL BUKHORI

NIM: 18.F1.0032

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

SEMARANG

2022

FAKULTAS TEKNIK
Program Studi Teknik Elektro
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur Semarang 50234
Telp : (024) 8441555 (hunting) Fax : (024) 8415429 – 8445265
Email : tu.elektro@unika.ac.id



**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 *“PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN INVERTER 5-TINGKAT DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN SEIMBANG MENGGUNAKAN STM32F047VET”*, 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,



FAIZAL BUKHORI

NIM. 18.F1.0032

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN INVERTER 5-TINGKAT
DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN SEIMBANG MENGGUNAKAN
STM32F047VET

Diajukan oleh : Faizal Bukhori

NIM : 18.F1.0032

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.F1.0032

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

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faizal Bukori
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 berjudul **“PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN INVERTER 5-TINGKAT DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN SEIMBANG MENGGUNAKAN STM32F047VET6”**. 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,



Faizal Bukhori

ABSTRAK

Makalah ini membahas tentang inverter satu fasa 5 tingkat dengan kontrol tegangan. Inverter 5 tahap terbuat dari inverter jembatan penuh yang dimodifikasi. Inverter jembatan penuh membutuhkan sinyal frekuensi tinggi untuk mencapai output maksimum. Karena beroperasi pada frekuensi tinggi, diperlukan filter induktor besar; Oleh karena itu, solusi untuk menghasilkan sinyal keluaran inverter dengan filter induktor kecil dan membuat inverter lebih sederhana adalah dengan menggunakan inverter 5 tingkat satu fasa dengan saklar daya lebih sedikit dengan beroperasi pada frekuensi rendah dan menggunakan filter kecil untuk mencapai THD rendah. Kontrol tegangan keluaran pada inverter lima tahap satu fase menciptakan catu daya independen. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi untuk menghasilkan tegangan keluaran yang terkontrol dengan filter induktor kecil sehingga inverter lebih sederhana. Prinsip kerja dari penelitian ini adalah melakukan metode sinusoidal digital pulse width modulation (MLPDS) pada empat sinyal pembawa ke sinyal referensi. Metode ini menggunakan mikrokontroler STM32F407 untuk mengatur setiap saklar daya (IRFP460) yang dikendalikan. Memvalidasi keluaran inverter lima tingkat yang dikendalikan tegangan dan diimplementasikan di laboratorium. Hasilnya, inverter dapat mengontrol tegangan keluaran dengan nilai THD 4,07%.

Kata kunci: Inverter lima-tingkat, MLPDS, STM32F407, THD, Inverter jembatan penuh.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, kelancaran dan rahmat-Nya yang melimpah senantiasa menyertai , sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**PENGENDALIAN TEGANGAN KELUARAN INVERTER 5-TINGKAT DENGAN SISI MASUKAN TEGANGAN SEIMBANG MENGGUNAKAN STM32F047VET6**”. Pengerjaan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir ini merupakan tugas studi 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, mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sehingga pada kesempatan kali ini, ingin mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan berkat, kelancaran dan rahmat-Nya yang senantiasa menyertai untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
2. Kepada kedua orang tua dan adik saya yang selalu memberi semangat dan dukungan baik secara moril maupun materil dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Leonardus Heru P., ST. MT; selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini juga memberikan saran, kritik, dan semangat serta subsidi komponen.

4. Bapak Dr. Slamet Riyadi; selaku dosen wali angkatan 2018, yang juga membantu memberikan masukan ilmu selama masa pengajaran.
5. Teman-teman seperjuangan yaitu teman-teman elektro angkatan 2018 terimakasih sudah selalu menemani dan mendukung ketika melaksanakan tugas akhir.
6. Teman satu kelompok saya Eko yaitu Yoyok telah membantu dalam memberikan banyak masukan pada kelompok dalam pembuatan alat tugas akhir.
7. Teman-teman kelompok bimbingan tugas akhir saya yang telah membantu ketika ada *troubleshoot* pada alat tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya yang tidak dapat sebutkan satu persatu.

Dengan rendah hati mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perubahan dan kemajuan di masa yang akan datang karena menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Juga ingin menyampaikan penyesalannya atas segala aspek yang kurang memuaskan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Semarang, 21 Oktober 2022



FAIZAL BUKHORI

NIM: 18.F1.0032

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	ii
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 Manfaat.....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 <i>Optocoupler</i>	8
2.2 Sensor tegangan.....	8
2.3 <i>Inverter</i>	9

2.4	<i>Inverter</i> 5-tingkat.....	11
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI		17
3.1	Pendahuluan	17
3.2	Simulasi <i>Hardware</i> <i>Inverter</i> 5-tingkat	19
3.3	Driver TLP250	20
3.4	Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET)	22
3.5	Rangkaian B1212S	24
3.6	Rangkaian A1212S	25
3.7	Sensor Tegangan Rangkaian LV25-P	25
3.8	Mikrokontroler STM32F407VET6	26
3.9	Alur Pemrograman	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Implementasi Desain <i>Hardware</i>	37
4.2	Perbandingan Hasil Simulasi dan <i>Hardware</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN – LAMPIRAN		50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema <i>Optocoupler</i>	8
Gambar 2. 2 Skema Rangkaian Sensor Tegangan	9
Gambar 2. 3 Rangkaian <i>Inverter</i> Konvensional.....	10
Gambar 2. 4 Rangkaian <i>Inverter</i> 5-Tingkat	11
Gambar 2. 5 Rangkaian OP-AMP pada <i>Inverter</i> 5-Tingkat	15
Gambar 2. 6 Pola <i>Switching</i> MLPDS.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Blok	17
Gambar 3. 2 Simulasi <i>Inverter</i> 5-Tingkat	19
Gambar 3. 3 Skema TLP250.....	20
Gambar 3. 4 Rangkaian TLP250 Sebagai Driver MOSFET.....	21
Gambar 3. 5 Konfigurasi PIN TLP250	22
Gambar 3. 6 Skema MOSFET	22
Gambar 3. 7 Komponen B1212S	24
Gambar 3. 8 Komponen A1212S	25
Gambar 3. 9 Sensor Tegangan Lv25-P	26
Gambar 3. 10 Mikrokontroler STM32F407VET6.....	27
Gambar 3. 11 <i>Flowchart</i> Program	29
Gambar 4. 1 <i>Hardware Inverter</i> 5-Tingkat.....	37
Gambar 4. 2 Rangkaian Daya <i>Inverter</i> 5-Tingkat.....	38
Gambar 4. 3 Rangkaian Kendali Konverter 5-Tingkat	38
Gambar 4. 4 Hasil Tegangan Keluaran V_o (a) Simulasi (b) <i>Hardware</i>	40

Gambar 4. 5 Sinyal Hasil Keluaran <i>Inverter</i> 5-Tingkat pada Simulasi	40
Gambar 4. 6 Sinyal Hasil Keluaran <i>Inverter</i> 5-Tingkat pada Implementasi.....	41
Gambar 4. 7 Simulasi Uji Responsi Keluaran Tegangan & Arus.....	42
Gambar 4. 8 Hasil Implementasi Uji Responsi Keluaran Tegangan dan Arus.....	42
Gambar 4. 9 Hasil THD pada <i>Inverter</i> 5-Tingkat	43



DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Mode operasi <i>inverter</i> 5-tingkat.....	14
Tabel 3. 1 Parameter Simulasi dan Implementasi <i>Hardware</i>	18

