

LAPORAN TUGAS AKHIR

**METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN
PADA *INVERTER* LIMA-TINGKAT TEREKULASI ARUS
KELUARAN BERBASIS MODULASI LEBAR PULSA
SINUSOIDAL**



Oleh:

EKO YOYOK PUJANTO

18.F1.0013

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

SEMARANG

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

**METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN
PADA *INVERTER* LIMA-TINGKAT TEREKULASI
ARUS KELUARAN BERBASIS MODULASI LEBAR
PULSA SINUSOIDAL**

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



Oleh:

EKO YOYOK PUJANTO

18.F1.0013

**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 "*METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN PADA INVERTER LIMA-TINGKAT TEREKULASI ARUS KELUARAN BERBASIS MODULASI LEBAR PULSA SINUSOIDAL*", 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,



METEMPEL
5AAAJX952797813

EKO YOYOK PUJIANTO

NIM. 18.F1.0013

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN PADA INVERTER
LIMA-TINGKAT TEREKULASI ARUS KELUARAN BERBASIS
MODULASI LEBAR PULSA SINUSOIDAL

Diajukan oleh : Eko Yoyok Pujiyanto

NIM : 18.F1.0013

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.F1.0013

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eko Yoyok Pujianto

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 berjudul **“METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN PADA INVERTER LIMA-TINGKAT TEREKULASI ARUS KELUARAN BERBASIS MODULASI LEBAR PULSA SINUSOIDAL”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). 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,



Eko Yoyok Pujianto

ABSTRAK

Energi Terbarukan salah satunya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan *Photovoltaic* (PV) sebagai sarana *Konversi* Energi. Guna mendapatkan daya maksimal diperlukan *Konverter* DC-DC Beralgoritma *Maximum Power Point Tracker* (MPPT), sehingga sistem perlu diintegrasikan menjadi satu, dikenal dengan nama *Konversi* dua tahap. Masalah yang muncul adalah *Konverter* 5-tingkat satu fasa lazim Diimplementasikan menggunakan *Konverter* daya satu lengan, dimana Lengahnya terdapat dua buah Saklar daya. Hal ini akan mengakibatkan sistem pensaklaran yang tinggi, tapan dan stress tegangan yang besar. Untuk mengatasi hal tersebut, telah diteliti *Inverter* yang menggunakan 5-level *inverter*. *Inverter* 5-tingkat yang diteliti menggunakan metode *Sinusoidal Pulse Width Modulation* (SPWM) sebagai kendali *Inverter*. Pengatur kendali dan pensaklaran dengan menggunakan Mikrokontroler jenis STM32F407. Verifikasi menggunakan perangkat lunak PSIM dan Implementasi perangkat keras. Berdasarkan hasil pengujian dengan metode yang dilakukan mampu menghasilkan arus dan tegangan keluaran *Inverter* 5-tingkat dengan nilai THD arus 4,07%.

Kata kunci : *Inverter* 5-Tingkat, SPWM, MPPT, STM32F407, THD.

KATA PENGANTAR

Puji dan Rasa Syukur mendalam Penulis Panjatkan Kepada Tuhan YME, Sang Triratna (Buddha, Dharma, dan Sangha) Karena Berkah dan Karunia-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat saya selesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir yang Berjudul “METODE PENYEIMBANG TEGANGAN MASUKAN PADA INVERTER LIMA-TINGKAT TEREKULASI ARUS KELUARAN BERBASIS MODULASI LEBAR PULSA SINUSODAL” Disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum Sarjana Strata 1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Penulis Mengucapkan Terima Kasih yang Sebesar-Besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara tidak langsung maupun secara langsung dalam Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini hingga selesai. Saya sendiri akan mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, Sang Triratna (Buddha, Dharma, Dan Sangha) yang telah memberikan kekuatan, kemampuan, kesanggupan dan kesabaran sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Leonardus H. Pratomo, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing, yang memberikan bimbingan dari awal memulai sampai akhir Tugas Akhir serta selalu memberikan Bantuan, Kritik, dan Saran agar Penulis selalu semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh Dosen Bapak Prof. Dr. Ir Slamet Riyadi MT, Dr.Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM, Arifin Wibisono, ST. MT dan seluruh karyawan

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

4. Kepada Ayah, Ibu dan Adik saya Tercinta seluruh Keluarga Besar yang sangat saya sayangi, yang senantiasa mendoakan, memberi semangat jasmani Rohani, dan dukungannya kepada saya.
5. Kepada Biksuni Tantra Virya selaku Orang Tua Wali yang selalu memberikan dukungan, Nasehat baik serta Membiayai selama Perkuliahan saya.
6. Seluruh Keluarga Vihara Mahavira Graha Semarang yang selalu memberikan dukungan, mendoakan dan memberi semangat dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Teman Kelompok saya yaitu Faisal Bukhori yang sedia mau bekerja sama dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini di kala Susah maupun Senang.
8. Kakak-kakak tingkat Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata yang telah memberikan masukan nasehat dalam pengerjaan alat dan Laporan Tugas Akhir kepada saya.

9. Kepada Teman-teman Teknik Elektro Unika Soegijapranata angkatan 18 Terima Kasih untuk kebersamaannya selama kurang lebih 4 Tahun ini menemani dan mengajari Saya.

Saya menyadari bahwa sesungguhnya penulisan Laporan Tugas Akhir ini Jauh dari Kata Sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat sangat saya harapkan untuk menyempurnakan Laporan selanjutnya. dan saya berharap bahwa Laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Semarang, 21 Oktober 2022



EKO YOYOK PUJIANTO

NIM : 18.F1.0013

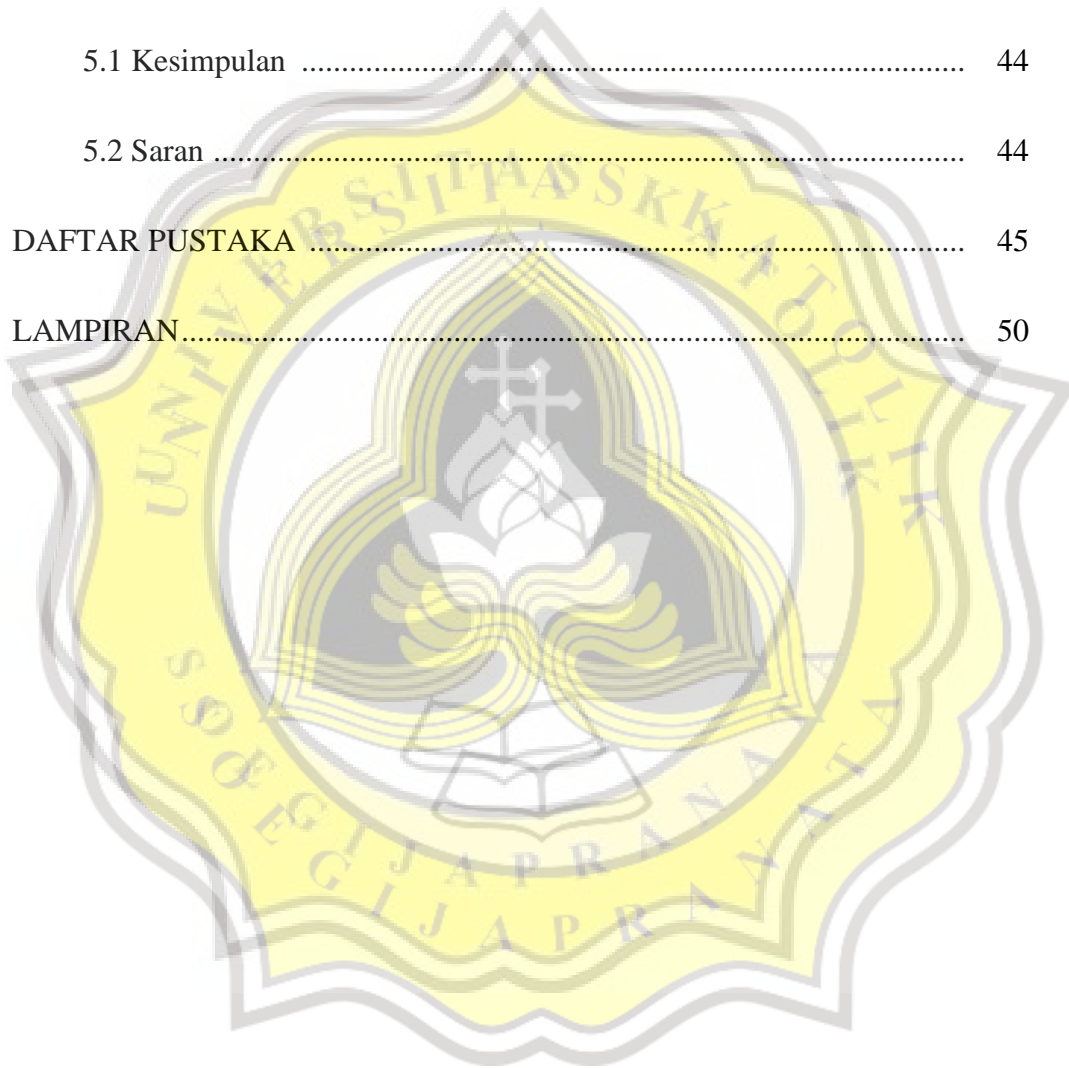


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI) ...	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5

BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 MOSFET	7
2.3 <i>Optocoupler</i>	8
2.4 Microkontroler	9
2.5 Sensor Arus	11
2.6 Catu Daya.....	11
2.7 <i>Inverter</i>	12
2.8 <i>Inverter</i> lima tingkat.....	13
BAB III DESAIN RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	19
3.1 Pendahuluan	19
3.2 Rangkaian <i>Optocoupler Driver</i>	19
3.3 Rangkaian Sensor Arus LEM HX-10P	20
3.4 Rangkaian Catu Daya	21
3.5 Rangkaian Daya <i>Inverter 5-Tingkat</i>	21
3.6 Algoritma Pemrograman.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pendahuluan	32

4.2 Hasil Pengujian Simulasi	32
4.3 Hasil Pengujian Alat	38
4.4 Pembahasan	43
BAB V PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 MOSFET N-Channel	8
Gambar 2.2 Skema <i>Optocoupler</i>	8
Gambar 2.3 Bentuk Fisik Mikrokontroler.....	10
Gambar 2.4 Bentuk Fisik Sensor Arus	11
Gambar 2.5 Rangkaian Catu Daya Sederhana.....	12
Gambar 2.6 Rangkaian Inverter Konvensional.....	13
Gambar 2.7 Rangkaian Inverter 5-Tingka	14
Gambar 2.8 Mode Operasi Satu.....	15
Gambar 2.9 Mode operasi Dua	16
Gambar 2.10 Mode Operasi Tiga Freewheeling Positif	17
Gambar 2.11 Mode Operasi Tiga Freewheeling Negatif.....	17
Gambar 2.12 Mode Operasi Empat.....	18
Gambar 2.11 Mode Operasi lima.....	18
Gambar 3.1 Rangkaian <i>Optocoupler Driver</i>	20
Gambar 3.2 Rangkaian Op-Amp Sensor arus LE MAX-10P	20
Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya Sensor dan Diagram Blok Catu Daya ...	21
Gambar 3.4 Rangkaian Inverter 5-Tingkat simulasi.....	22
Gambar 3.5 Sinyal SPWM B1 – S4.....	22

Gambar 3.6 Rangkaian kendali Analog Comparator Pada Simulasi	23
Gambar 3.7 Alur Pemrograman	31
Gambar 4.1 Simulasi pada software PSIM	33
Gambar 4.2 Hasil pensaklaran B1 & B2 pada Simulasi	34
Gambar 4.3 Hasil pensaklaran S1 & S2 pada Simulasi	35
Gambar 4.4 Hasil pensaklaran S3 & S4 pada Simulasi	35
Gambar 4.5 VOF keluaran pada Simulasi	36
Gambar 4.6 Arus keluaran pada Simulasi.....	36
Gambar 4.7 Tegangan keluaran pada Simulasi.....	37
Gambar 4.8 Tegangan keluaran saat penambahan Beban pada Simulasi	37
Gambar 4.9 THD Arus 5-Tingkat pada Simulasi	38
Gambar 4.10 Prototipe Inverter 5-Tingkat.....	38
Gambar 4.11 Sinyal Pensaklaran B1 & B2 pada Alat	40
Gambar 4.12 Sinyal Pensaklaran S1 & S2 pada Alat	40
Gambar 4.13 Sinyal Pensaklaran S3 & S4 pada Alat	41
Gambar 4.14 VOF keluaran pada Alat.....	41
Gambar 4.15 Arus keluaran pada Alat.....	42
Gambar 4.16 Tegangan keluaran pada Alat.....	42
Gambar 4.13 Tegangan keluaran saat penambahan Beban pada Alat	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi Pensaklaran <i>Inverter</i> 5-Tingkat	23
Tabel 4.1 Parameter Simulasi	33
Tabel 4.2 Parameter Implementasi Alat	39

