

**METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER
ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN
PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI
BERBASIS FPGA**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh :

Naufal Imam Mufid

17.F1.0020

**TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK
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 *"METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI BERBASIS FPGA"*, 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, 14 Juli 2022

Yang menyatakan,



NAUFAL IMAM MUFID

NIM. 17.F1.0020

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER
ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN
PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI
BERBASIS FPGA

Diajukan oleh : Naufal Imam Mufid

NIM : 17.F1.0020

Tanggal disetujui : 13 Juli 2022Telah setuju oleh

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

Penguji 1 : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

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

Penguji 3 : Arifin Wibisono 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=17.F1.0020

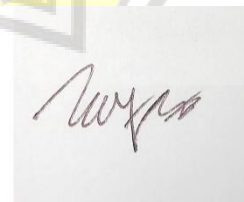
PERNYATAAN

KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir yang berjudul **“METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI BERBASIS FPGA”** ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan 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 hukumannya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan / atau perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 13 Juli 2022



(Naufal Imam Mufid)

NIM: 17.F1.0020

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

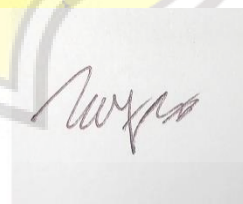
Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naufal Imam Mufid
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Jurnal Ilmiah

Setuju untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI BERBASIS FPGA”** pada JTSISKOM: Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. 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 pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 13 Juli 2022

Yang menyatakan



Naufal Imam Mufid

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kita panjatkan kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyanyang, atas ridho-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul “METODE PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA MODE OPERASI BERBASIS FPGA“ ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum starta-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang diberikan, baik bantuan secara langsung maupun bantuan yang secara tidak langsung selama dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini. Secara khusus rasa ucapan terimakasih saya berikan kepada:

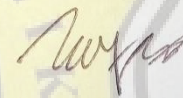
1. Allah SWT yang senantiasa memberikan karunia-Nya, serta kekuatan dan cinta dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan akhir.
2. Orang tua dan saudara yang telah mendoakan dan semangat dukungan selama perkuliahan.
3. Bapak Prof. Dr. Ign. Slamet Riyadi, MT. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah bersedia membimbing dengan sabar dalam pelaksanaan Tugas Akhir hingga tuntas.
4. Bapak Dr. Leonardus Heru Pratomo, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ijin dan menyediakan fasilitas penggunaan laboratorium yang digunakan sebagai penunjang pelaksanaan Tugas Akhir.

5. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM. Selaku dosen Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu, semangat dan memberikan dukungan kepada penulis.
6. Bapak Arifin Wibisono, ST. Selaku dosen Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu, semangat dan memberikan dukungan kepada penulis.
7. Ibu Fransiska Tri Retno selaku Tata Usaha Teknik Elektro yang telah membantu dalam mengurus administrasi dan informasi saat masa perkuliahan.
8. Seluruh Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata
9. Tania Ikalia Putri Permana yang selalu memberi dukungan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
10. Ronaldo, Guntur, dan Sulaiman sebagai satu kelompok yang sama – sama berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2017 yang telah menjadi teman seperjuangan dalam perkuliahan sampai akhir.
12. Teman-teman alumni dan adik tingkat yang selalu mendukung dan mendoakan.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir beserta laporan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

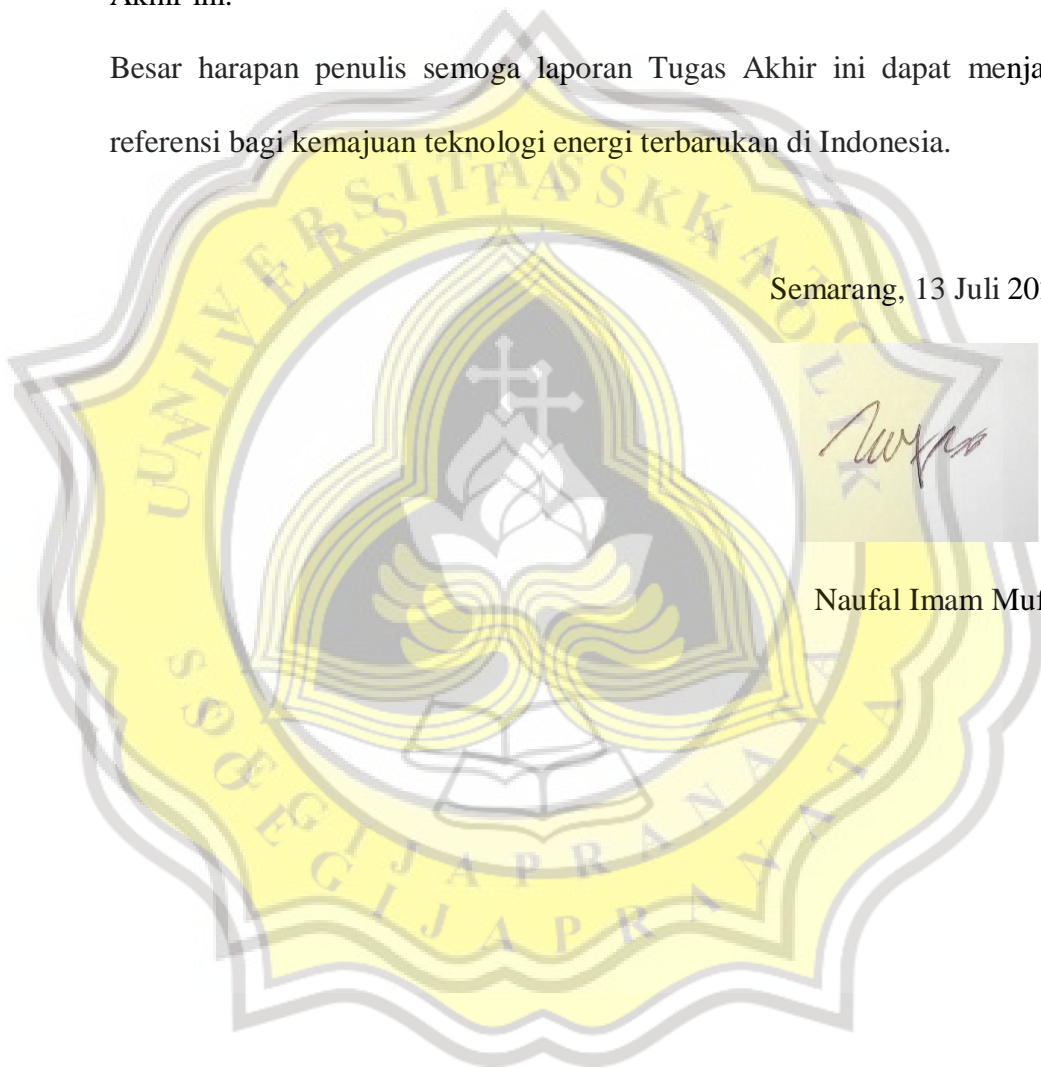
Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sebagai penunjang perbaikan serta kemajuan. Penulis juga mohon maaf apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi bagi kemajuan teknologi energi terbarukan di Indonesia.

Semarang, 13 Juli 2022



Naufal Imam Mufid



ABSTRAK

Perkembangan pada dunia industri dapat dijumpai pada bidang transportasi. Sudah banyak alat transportasi yang telah menggunakan motor modern sebagai tenaga penggerak. Salah satu contoh motor modern saat ini adalah Switched Reluctance Motor (SRM). SRM memiliki kelebihan seperti struktur sederhana dengan konstruksi tanpa magnet permanen di sisi rotor. Untuk menggerakkan motor ini dibutuhkan sebuah rangkaian konverter. Ada banyak jenis konverter yang dapat mengoperasikan SRM tetapi yang sering digunakan adalah konverter asimetrik. Konverter asimetrik dapat mengurangi tegangan riak pada saklar statis sehingga efisiensi daya dapat ditingkatkan secara efektif, maka dari itulah konverter asimetrik digunakan. Konverter asimetrik memiliki kelebihan lain yaitu teknik kontrol yang mudah dan kecepatan motor dapat diatur. SRM menggunakan konverter asimetrik dengan tiga mode yaitu, mode magnetizing, mode demagnetizing dan mode freewheeling yang diterapkan pada SRM. Setiap mode akan mempengaruhi kinerja dari SRM. Pada penelitian ini ketiga mode operasi itu diuji coba pada SRM 12/8. Untuk mengetahui validitas analisa maka dilakukan uji laboratorium, dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa mode operasi yang menerapkan ketiga mode memberikan hasil yang lebih baik karena kerugian pensaklaran lebih rendah dan juga gelombang yang dihasilkan hanya memiliki sedikit riak.

Kata Kunci: Demagnetizing, Freewheeling, Konverter Asimetrik, Magnetizing, Switched Reluctance Motor.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I	15
PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Pembatasan Masalah	1
1.4 Tujuan dan Manfaat	1
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Switched Reluctance Motor (SRM)	6
2.3 Konverter Asimetrik	7
2.4 Komponen Pendukung	9
2.4.1 FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>)	9

2.4.2	<i>Rotary Encoder</i>	10
2.4.3	<i>MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor)</i>	12
2.4.4	<i>Sensor Arus</i>	12
2.4.5	<i>Optocoupler</i>	13
2.4.6	Catu Daya	14
BAB III		16
DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM		16
3.1	Pendahuluan	16
3.2	Rangkaian Tiga Mode Operasi Konverter Asimetrik	17
3.2.1	Mode Operasi <i>Magnetizing</i> pada Konverter Asimetrik	18
3.2.2	Mode Operasi <i>Freewheeling</i> pada Konverter Asimetrik	18
3.2.3	Mode Operasi <i>Demagnetizing</i> pada Konverter Asimetrik	19
3.3	Rangkaian Driver Optocoupler	20
3.4	Rangkaian Sensor Arus	22
3.5	Rangkaian Catu Daya	23
BAB IV		25
HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Pendahuluan	25
4.2	Hasil pengujian Prototype	25
4.3	Hasil Pengujian Mode Magnetizing Demagnetizing	26
4.4	Hasil Pengujian Mode Magnetizing Freewheeling	27
4.5	Hasil Pengujian Mode Magnetizing Freewheeling Demagnetizing	28

4.6	Pembahasan	30
	BAB V	32
	PENUTUP	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA	33
	LAMPIRAN	36
		36



DAFTAR GAMBAR

Gambar-2. 1 Kontruksi SRM	6
Gambar-2. 2 Rangkaian Ekivalen SRM	6
Gambar-2. 3 Rangkaian konverter asimetrik	8
Gambar-2. 4 Arus fasa pada konverter asimetrik menggunakan mode magnetizing-freewheeling-demagnetizing	8
Gambar-2. 5 Contoh FPGA dari Altec	10
Gambar-2. 6 Rotary encoder	11
Gambar-2. 7 Piringan rotary encoder	11
Gambar-2. 8 Dua jenis MOSFET	12
Gambar-2. 9 Bentuk fisik sensor arus	13
Gambar-2. 10 Konfigurasi optocoupler	14
Gambar-2. 11 Rangkaian catu daya	14
Gambar-2. 12 Bentuk komponen voltage regulator	15
Gambar-3. 1 Skema SRM	16
Gambar-3. 2 Flowchart program pada SRM	17
Gambar-3. 3 Aliran arus mode magnetizing	18
Gambar-3. 4 Aliran arus mode freewheeling	19
Gambar-3. 5 Aliran arus mode demagnetizing	20
Gambar-3. 6 Rangkaian driver optocoupler	21
Gambar-3. 7 Skema rangkaian OP-AMP dengan sensor arus HX 10-P/SP2	23

Gambar-3. 8 Rangkaian catu daya linier	24
Gambar-3. 9 Rangkaian catu daya simetris	24
Gambar-4. 1 Prototype alat uji laboratorium	25
Gambar-4. 2 Hasil Gelombang (a) tegangan fasa (b) arus fasa SRM mode magnetizing-demagnetizing	27
Gambar-4. 3 Hasil Gelombang (a) tegangan fasa (b) arus fasa SRM pada mode magnetizing-freewheeling	28
Gambar-4. 4 RTL (Register Transfer Logic) algoritma mode magnetizing-freewheeling-demagnetizing	28
Gambar-4. 5 Hasil Gelombang (a) tegangan fasa (b) arus fasa SRM pada mode magnetizing-freewheeling-demagnetizing	29
Gambar-4. 6 Hasil Gelombang (a) tegangan fasa (b) arus fasa SRM pada mode magnetizing-freewheeling-demagnetizing jarak dekat	29