

**PENGARUH PERGESERAN SUDUT FASA
TERHADAP KINERJA MOTOR SWITCHED
RELUCTANCE**

LAPORAN TUGAS AKHIR



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

2021

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 **“PENGARUH PERGESERAN SUDUT FASA TERHADAP KINERJA MOTOR SWITCHED RELUCTANCE”**, 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, 20 Januari 2021

Yang menyatakan,



Agata Dita Wardani

NIM : 16.F1.0008



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir: : Pengaruh Pergeseran Sudut Fasa Terhadap Kinerja Motor Switched Reluctance

Diajukan oleh : Agata Dita Wardani

NIM : 16.F1.0008

Tanggal disetujui : 22 Januari 2021

Telah setuju oleh

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

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

Penguji 2 : Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan 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=16.F1.0008

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

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agata Dita Wardani

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

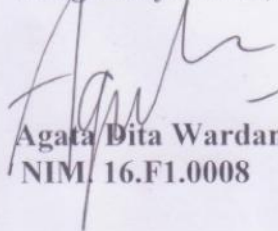
Jenis Karya : Jurnal Ilmiah

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atau karya ilmiah yang berjudul **"Peningkatan Efisiensi Kinerja Switched Reluctance Motor Dengan Metode Pergeseran Sudut Fasa"** pada **Jurnal TEKNIK (Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan)**. 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, 20 Januari 2021

Yang menyatakan,



**Agata Dita Wardani
NIM. 16.F1.0008**

ABSTRAK

Penggerak listrik banyak digunakan pada kendaraan listrik, sebagai contoh adalah *switched reluctance motor* (SRM). SRM memiliki keunggulan seperti konstruksi sederhana, perawatan mudah, performa tinggi, dan ramah lingkungan. Dalam pengoperasiannya dibutuhkan kendali dan sensor. Deteksi posisi rotor pada umumnya menggunakan sensor *hall effect* yang akan menentukan interval eksitasi walaupun banyak kelemahan muncul, di antaranya kepresisian. Peletakan sensor *hall effect* secara geometris memiliki kelemahan mencakup akurasi serta tidak dapat mengatur sudut yang diperlukan dapat mempengaruhi kinerja SRM itu sendiri. Dari kelemahan sensor *hall effect* diantisipasi dengan *rotary encoder* sebagai deteksi posisi rotor. Alat tersebut memiliki tingkat kepresisian yang tinggi dan dapat mengatur sudut yang diperlukan lebih akurat dalam operasi SRM. Pemberian sudut eksitasi dapat dilihat dari karakteristik induktansi SRM. Sudut eksitasi yang tepat dapat menghasilkan torka optimum dan memaksimalkan kinerja SRM. Dalam penelitian ini diusulkan strategi meningkatkan efisiensi SRM melalui pergeseran sudut fasa eksitasi stator. Untuk mendukung hasil kajian dilakukan simulasi dan divalidasi dengan pengujian laboratorium. Dari hasil tersebut diperoleh pengaruh pergeseran sudut fasa SRM terhadap torka yang dihasilkan.

Kata kunci : *switched reluctance motor, hall effect, rotary encoder, posisi rotor, induktansi*

KATA PENGANTAR

Rasa puja dan puji syukur penulis panjatkan terhadap kehadiran Allah SWT, berkat rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul **PENGARUH PERGESERAN SUDUT FASA TERHADAP KINERJA MOTOR SWITCHED RELUCTANCE** ini di susun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Penulis memberi ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang diberikan, baik bantuan secara langsung maupun bantuan secara tidak langsung selama proses penyusunan tugas akhir ini. Secara khusus ucapan terimakasih saya berikan kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberikan rahmat, anugerah, kemudahan dan kelancaran dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan akhir.
2. Bunda Maria yang senantiasa memberikan rahmat, anugerah, kemudahan dan kelancaran dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan akhir.
3. Kedua Orang tua dan adik yang tidak kenal lelah memberikan semangat dan memberikan dukungan secara moril maupun secara materil kepada penulis.
4. Bapak Prof. Dr. Ign. Slamet Riyadi, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dan sekaligus dosen pembimbing Tugas

Akhir, yang telah bersedia membimbing dari awal hingga akhir dalam pelaksanaan Tugas Akhir.

5. Bapak Dr. Leonardus Heru Pratomo, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ijin dan menyediakan fasilitas untuk penggunaan laboratorium yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM. Selaku dosen Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan semangat dan memberikan dukungan kepada penulis.
7. Ibu Retno selaku Tata Usaha yang telah membantu administrasi dan informasi yang diperlukan saat masa perkuliahan.
8. Mas Arifin Wibisono yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan berlangsung.
9. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
10. Nelson Roberto Tavares Duarte sebagai rekan Tugas Akhir sekaligus partner susah dan senang yang telah banyak membantu secara moril maupun secara materiil dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016 yang telah menjadi teman seperjuangan melewati masa-masa perkuliahan.
12. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2013, 2014, 2015, dan 2017 terima kasih atas doa dan dukungannya.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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 apabila terdapat hal-hal yang kurang berkenan dalam penulisan laporan tugas Akhir ini. Besar harapan penulis semoga laporan ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi kemajuan iptek di lingkungan kampus, masyarakat dan negara

Semarang, 20 Januari 2021



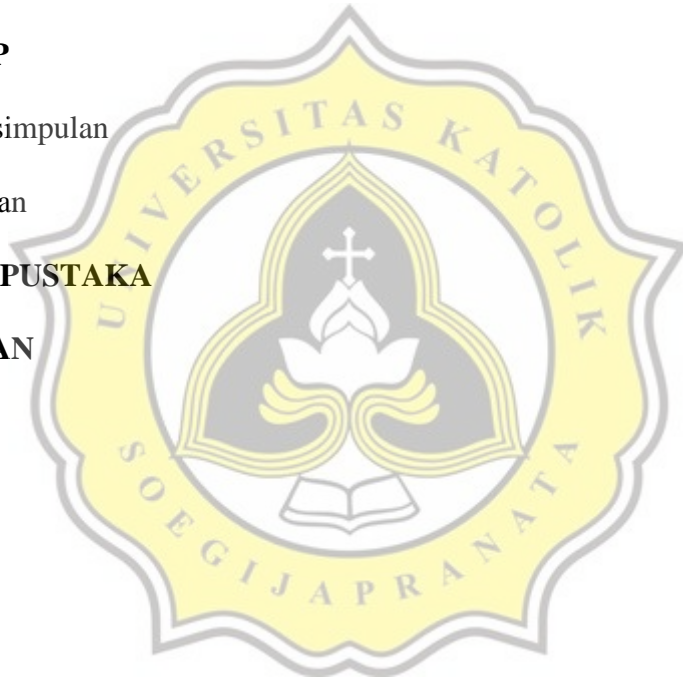
Agata Dita Wardani
Agata Dita Wardani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Tujuan dan Manfaat	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
DASAR TEORI	6
2.1. Pendahuluan	6
2.2. Karakteristik <i>Switched Reluctance Motor</i>	7
2.3. Pengaruh Pergeseran Sudut Fasa Terhadap Arus	9
2.4. Komponen Pendukung	11

2.4.1	<i>Rotary Encoder</i>	11
2.4.2	MOSFET (<i>Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor</i>)	12
2.4.3	Mikrokontroler	12
2.4.4	Sensor Arus	13
2.4.5	Optocoupler	14
2.4.6	DC-DC <i>isolated regulator</i>	15
2.4.7	<i>Logic Switch</i>	15
BAB III		17
PERANCANGAN KENDALI PERGESERAN SUDUT FASA		
MENGGUNAKAN <i>ROTARY ENCODER</i> PADA SRM		17
3.1.	Pendahuluan	17
3.2.	Penentuan Sudut Fasa menggunakan <i>Rotary Encoder</i>	18
3.3.	Rangkaian Konverter <i>Asymmetric</i>	20
3.4.	Blok Kendali	21
3.5.	Rangkaian <i>Driver</i>	25
3.6.	Rangkaian Sensor Arus	26
3.7.	Rangkaian <i>Power supply</i>	26
BAB IV		28
HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Pendahuluan	28
4.3.	Hasil Simulasi	28
4.2.1	Hasil Simulasi Kondisi-1	29
4.2.2	Hasil Simulasi Kondisi-2	30

4.2.3	Hasil Simulasi Kondisi-3	31
4.4.	Hasil Pengujian Alat	32
4.3.1	Hasil Pengujian Alat Kondisi-1	33
4.3.2	Hasil Pengujian Alat Kondisi-2	35
4.3.3	Hasil Pengujian Alat Kondisi-3	37
4.5.	Pembahasan	39
BAB V		41
PENUTUP		41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN		44



DAFTAR GAMBAR

Gambar-2.1 Kontruksi SRM 8/6	7
Gambar-2.2 Rangkaian ekivalen SRM	8
Gambar-2.3 Keluaran gelombang tegangan dan arus fasa pada penyalaan sudut fasa SRM	9
Gambar-2.4 Pengaruh penyalaan sudut fasa terhadap arus SRM	10
Gambar-2.5 (a) piringan <i>rotary encoder</i> (b) pulsa setiap pin pada <i>rotary encoder</i>	11
Gambar-2.6 Konfigurasi pin MOSFET	12
Gambar-2.7 Konfigurasi pin mikrokontroler	13
Gambar-2.8 Konfigurasi pin sensor arus	14
Gambar-2.9 Konfigurasi pin <i>optocoupler</i>	14
Gambar-2.10 Komponen (a) B1212S-1W (b) B1205S-2W	15
Gambar-2.11 Konfigurasi pin <i>logic switch</i>	15
Gambar-3.1 Blok diagram perancangan kendali SRM	17
Gambar-3.2 Posisi rotor terhadap profil induktansi	19
Gambar-3.3 Pendeteksian posisi rotor dengan <i>rotary encoder</i>	19
Gambar-3.4 Rangkaian konverter <i>asymmetric 4 fasa</i>	20
Gambar-3.5 Mode operasi <i>magnetizing</i> konverter <i>asymmetric</i>	21
Gambar-3.6 Mode operasi <i>demagnetizing</i> konverter <i>asymmetric</i>	21
Gambar-3.7 <i>System minimum dsPIC 33EP512MU810</i>	22
Gambar-3.8 Pergeseran sudut fasa dengan tiga kondisi	22
Gambar-3.9 <i>Flowchart</i> pergeseran sudut fasa Tahap-1	23

Gambar-3.10 <i>Flowchart</i> pergeseran sudut fasa Tahap-2	24
Gambar-3.11 Skema rangkaian <i>driver</i>	25
Gambar-3.12 Skema rangkaian sensor arus	26
Gambar-4.1 Hasil simulasi Kondisi-1	29
Gambar-4.2 Hasil simulasi Kondisi-2	30
Gambar-4.3 Hasil simulasi Kondisi-3	31
Gambar-4.4 Prototype SRM	32
Gambar-4.5 Hasil pensaklaran (a) fasa A (b) fasa B (c) fasa C (d) fasa D Kondisi-1	33
Gambar-4.6 Hasil gelombang (a) arus fasa A (b) arus fasa B (c) arus Fasa C (d) fasa D Kondisi-1	34
Gambar-4.7 Hasil (a) tegangan fasa A (b) arus fasa A Kondisi-1	34
Gambar-4.8 Hasil kecepatan motor Kondisi-1	34
Gambar-4.9 Hasil pensaklaran (a) fasa A (b) fasa B (c) fasa C (d) arus fasa D Kondisi-2	35
Gambar-4.10 Hasil gelombang (a) arus fasa A (b) arus fasa B (c) Fasa C (d) arus fasa D Kondisi-2	35
Gambar-4.11 Hasil (a) tegangan fasa A (b) arus fasa A Kondisi-2	36
Gambar-4.12 Hasil kecepatan motor Kondisi-2	36
Gambar-4.13 Hasil pensaklaran (a) fasa A (b) fasa B (c) fasa C (d) fasa D Kondisi-3	37
Gambar-4.14 Hasil gelombang (a) arus fasa A (b) arus fasa B (c) arus Fasa C (d) fasa D Kondisi-3	38

Gambar-4.15 Hasil (a) tegangan fasa A (b) arus fasa A Kondisi-3

36

Gambar-4.16 Hasil kecepatan motor Kondisi-3

38



DAFTAR TABEL

Tabel-4.1 Parameter Motor	29
Tabel-4.2 Hasil Arus dan Kecepatan pada proses pergeseran sudut fasa	40

