

**PENGENDALIAN MOTOR SWITCHED
RELUCTANCE BERBASIS dsPIC30F4012**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh :

HENDRA WINARTO

13.50.0013

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR SWITCHED RELUCTANCE BERBASIS dsPIC30F4012”** diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.


Laporan Tugas Akhir ini disetujui pada tanggal 21 Desember 2017.

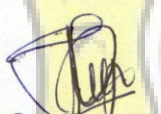
Semarang, 21 Desember 2017

Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

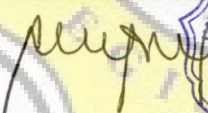

Prof. Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT.
058.1.1992.110


Prof. Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT.
058.1.1992.110

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Progdi Teknik Elektro


Dr. Ir. Djoko Suwarno, MS.
058.1.1988.032


Dr. Ir. Florentius Budi Setiawan, MT., IPM.
058.1.1994.050

PERNYATAAN

KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang berjudul "PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR SWITCHED RELUCTANCE BERBASIS dsPIC30F4012" 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, 21 Desember 2017



(Hendra Winarto)
NIM : 13.50.0013

ABSTRAK

Penggunaan motor *switched reluctance* pada kendaraan listrik sudah banyak dikembangkan. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh kendaraan konvensional. Berbagai macam metode digunakan untuk mengontrol motor *switched reluctance*. Pada kendaraan listrik pengaturan kecepatan sangat dibutuhkan, karena berhubungan dengan laju kecepatan pada kendaraan listrik agar dapat berubah-ubah. Pada makalah ini akan dikaji tentang pengendalian kecepatan motor *switched reluctance* dengan menggunakan dsPIC30F4012. Untuk melengkapi kajian tersebut dilakukan simulasi dan pengujian laboratorium. Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan gelombang keluaran sesuai dengan yang sudah disimulasikan.

Kata Kunci: Kendaraan listrik, Motor *switched reluctance*, Topologi konverter N+1, PWM, dsPIC30F4012.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat dan mukjizat-Nya yang senantiasa menyertai penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR SWITCHED RELUCTANCE BERBASIS dsPIC30F4012”**. Tugas akhir beserta laporan ini sebagai tugas penulis untuk menyelesaikan perkuliahan di Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.

Dalam proses pembuatan tugas akhir dan penyusunan laporan, penulis mendapat bimbingan dan support dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

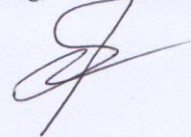
1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberi rahmat, berkat, kemudahan dan kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan.
2. Orang tua dan adik dari penulis yang selalu memberi semangat dan dukungan baik secara moril maupun materiil kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ign. Slamet Riyadi, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini dan yang memberikan saran, kritik, dan semangat serta subsidi komponen kepada penulis.
4. Bapak Dr. Ir. Djoko Suwarno, MSi selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

5. Bapak Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, yang telah memfasilitasi laboratoruim dan perlengkapannya.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, terutama Bapak Juang.
7. Teman-teman seperjuangan yaitu teman-teman elektro angkatan 2013 terima kasih sudah menemani dan saling berdinamika bersama selama kuliah.
8. Teman-teman Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.
9. Teman-teman fakultas yang lain yang turut mendukung saya.
10. 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, 21 Desember 2017



Hendra Winarto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
LEMBAR PENGESAHAN	ii	
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii	
ABSTRAK	iv	
KATA PENGANTAR	v	
DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR GAMBAR	x	
DAFTAR TABEL	xiv	
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Perumusan Masalah	2
1.3.	Pembatasan Masalah	3
1.4.	Tujuan dan Manfaat	3
1.5.	Metodologi Penelitian	3
1.6.	Sistematika Penulisan	4
BAB II	KAJIAN PUSTAKA	
2.1.	Pendahuluan	6
2.2.	<i>Motor Switched Reluctance</i>	6
2.2.1	Konstruksi <i>Motor Switched Reluctance</i>	7
2.2.2.	Prinsip Kerja <i>Motor Switched Reluctance</i>	8

2.2.3.	Prinsip Dasar Operasi Motor <i>Switched Reluctance</i>	10
2.3.	<i>Rotary Encoder</i>	11
2.4.	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	12
2.5.	Topologi Konverter N+1 pada Motor <i>Switched Reluctance</i>	13
2.6.	MOSFET Model IRFP250	14
2.7.	<i>Digital Signal Controller (DSC) dsPIC30F4012</i>	15
2.8.	<i>Driver</i>	17
2.7.1.	<i>IC Buffer 74HC541</i>	18
2.7.2.	<i>IC Optocoupler TLP250</i>	18
2.9.	Catu Daya <i>Switching</i> jenis <i>Push Pull</i>	19
BAB III	DESAIN DAN IMPLEMENTASI	
3. 1.	Pendahuluan	21
3.2.	Rancangan Motor <i>Switched Reluctance</i>	22
3.2.1.	Stator	23
3.2.2.	Rotor	25
3.2.3.	Deteksi Menggunakan <i>Rotary Encoder</i>	26
3.3.	Rangkaian Daya	26
3.4.	Rangkaian <i>Driver</i>	28
3.5.	Blok Kontrol	29
3.5.1.	Alogaritma Pemrograman dsPIC30F4012	30

BAB IV	HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	
4.1.	Pendahuluan	32
4.2.	Hasil Simulasi Pada <i>Software</i> PSIM	32
4.3.	Hasil Pengujian Labolatorium	35
4.3.1.	Hasil Pengujian Tegangan dan Arus	38
4.3.1.1.	Hasil pengujian pada <i>duty cycle</i> $\frac{1}{2}$	38
4.3.1.2.	Hasil pengujian pada <i>duty cycle</i> $\frac{1}{2}$	42
4.3.1.3.	Hasil pengujian pada <i>duty cycle</i> 1 $\frac{3}{4}$	44
4.4.	Hasil Pembahasan	47
BAB V	PENUTUP	
5.1.	Kesimpulan	48
5.2.	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51

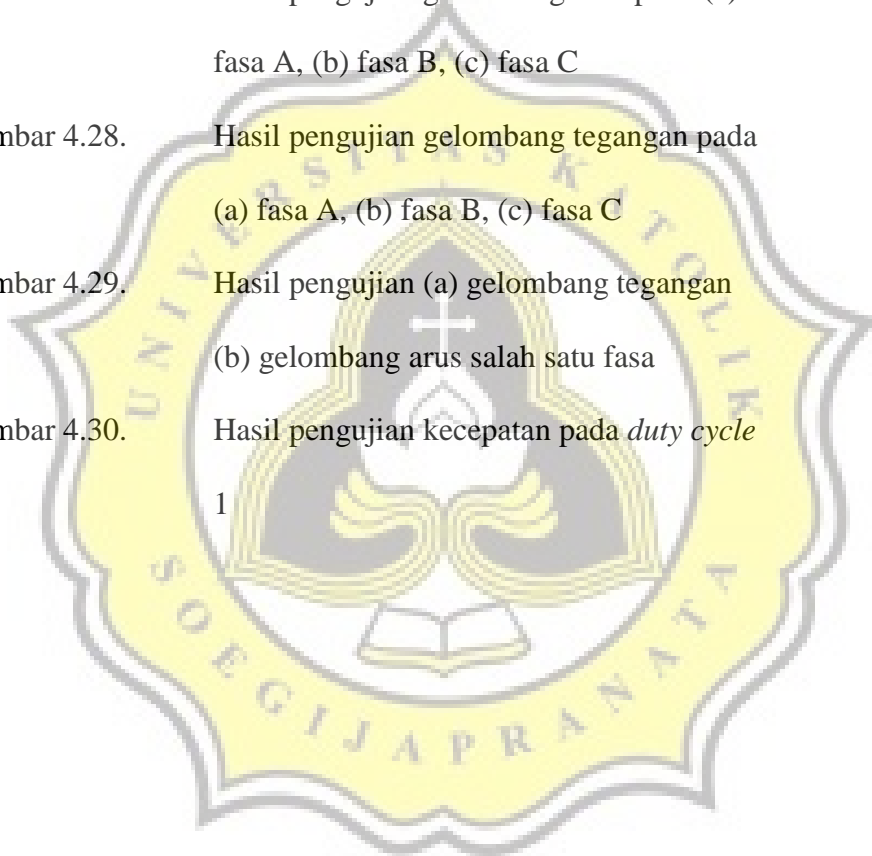
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Motor <i>switched reluctance</i>	7
Gambar 2.2.	Stator motor <i>switched reluctance</i>	7
Gambar 2.3.	Rotor motor <i>switched reluctance</i>	8
Gambar 2.4.	(a) Posisi segaris (b) posisi tidak segaris	9
Gambar 2.5.	<i>Output waveform rotay encoder</i>	11
Gambar 2.6.	<i>Rotary Encoder</i>	12
Gambar 2.7.	Sinyal PWM	13
Gambar 2.8.	Konverter N+1	14
Gambar 2.9.	Tipe MOSFET	14
Gambar 2.10.	Konfigurasi pin dsPIC30F4012	16
Gambar 2.11.	Konfigurasi pin 74HC541	18
Gambar 2.12.	Konfigurasi pin TLP250	18
Gambar 2.13.	Rangkaian <i>push pull</i>	19
Gambar 3.1.	Diagram blok sistem	21
Gambar 3.2.	Stator pada motor <i>switched reluctance</i>	23
Gambar 3.3.	Bentuk lilitan pada stator	24
Gambar 3.4.	Hubungan lilitan antar kutub	24
Gambar 3.5.	Rangkaian ekuivalen antar kutub	25
Gambar 3.6.	Hubungan bintang antar fasa	25
Gambar 3.7.	(a) Rotor motor <i>switched reluctance</i> (b) rotor tampak atas	26
Gambar 3.8.	Konverter topologi N+1	27

Gambar 3.9.	Blok <i>driver</i>	28
Gambar 3.10.	Skema sistem minimum dsPIC30F4012	30
Gambar 3.11.	<i>Flowchart</i> Pemrograman	31
Gambar 4.1.	Skema simulasi rangkaian motor <i>switched reluctance</i>	32
Gambar 4.2.	Hasil Simulasi (a) sinyal PWM (b) sinyal pensaklaran fasa A (c) sinyal pensaklaran fasa B (d) sinyal pensaklaran fasa C	33
Gambar 4.3	Hasil simulasi (a) gelombang arus fasa A, B, C (b) gelombang tegangan fasa A, B, C	33
Gambar 4.4.	(a) Gelombang tegangan (b) gelombang arus pada salah satu fasa dengan <i>duty cycle</i> $\frac{1}{2}$	34
Gambar 4.5.	(a) Gelombang tegangan (b) gelombang arus pada salah satu fasa dengan <i>duty cycle</i> 1	34
Gambar 4.6	Prototip yang dibuat	35
Gambar 4.7	Konstruksi dari motor <i>switched reluctance</i>	36
Gambar 4.8.	Rangkaian <i>driver</i>	36
Gambar 4.9.	Rangkaian DSC dsPIC30F4012	37
Gambar 4.10.	Rangkaian konverter N+1	37
Gambar 4.11.	Posisi pemasangan <i>rotary encoder</i> pada motor <i>switched reluctance</i>	37
Gambar 4.12.	Hasil pengujian (a) pulsa keluaran <i>rotary</i>	38

	<i>encoder</i> (b) pulsa setiap 2000 putaran	
Gambar 4.13.	Hasil pengujian (a) pulsa keluaran <i>rotary encoder</i> (b) pulsa setiap 2000 yang di perbesar	39
Gambar 4.14.	Hasil pengujian (a) pulsa keluaran <i>rotary encoder</i> setiap 2000 (b) <i>timer interrupt</i>	39
Gambar 4.15.	Hasil pengujian (a) Sinyal <i>timer interrupt</i> (b) PWM pada <i>duty cycle</i> $\frac{1}{2}$	39
Gambar 4.16.	Hasil Pengujian <i>Output</i> PORTE RE3, RE0, RE1, dan RE2	40
Gambar 4.17.	Hasil pengujian gelombang arus pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	40
Gambar 4.18.	Hasil pengujian gelombang tegangan pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	40
Gambar 4.19.	Hasil pengujian (a) gelombang tegangan (b) gelombang arus salah satu fasa	41
Gambar 4.20.	Hasil pengujian kecepatan pada <i>duty cycle</i> $\frac{1}{2}$	42
Gambar 4.21.	Hasil pengujian (a) sinyal <i>timer interrupt</i> dan (b) PWM pada <i>duty cycle</i> $\frac{3}{4}$	42
Gambar 4.22.	Hasil pengujian gelombang arus pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	43
Gambar 4.23.	Hasil pengujian gelombang tegangan pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	43

Gambar 4.24.	Hasil pengujian (a) gelombang tegangan (b) gelombang arus salah satu fasa	44
Gambar 4.25.	Hasil pengujian kecepatan pada <i>duty cycle</i> $\frac{3}{4}$	44
Gambar 4.26.	Hasil pengujian (a) sinyal <i>timer interrupt</i> dan (b) PWM pada <i>duty cycle</i> 1	45
Gambar 4.27.	Hasil pengujian gelombang arus pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	45
Gambar 4.28.	Hasil pengujian gelombang tegangan pada (a) fasa A, (b) fasa B, (c) fasa C	46
Gambar 4.29.	Hasil pengujian (a) gelombang tegangan (b) gelombang arus salah satu fasa	46
Gambar 4.30.	Hasil pengujian kecepatan pada <i>duty cycle</i> 1	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Spesifikasi dsPIC30F4012	17
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian	47

