

ANALISIS KINERJA SEPEDA LISTRIK

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh:

Mario Purwa Negara

13.50.0022

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ANALISIS KINERJA SEPEDA LISTRIK” diajukan untuk memenuhi sebagai 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 8 Februari 2018

Semarang, 8 Februari 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir


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

058.1.1992.110


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

085.1.1992.110

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Progdil Teknik Elektro




Dr. Ir. Djoko Suwarno, MSi., IPM.

085.1.1988.032




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

581.1.1994.150

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 “ **ANALISIS KINERJA SEPEDA LISTRIK**”, 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, 19 Februari 2018

Yang menyatakan,

METERAI
TEMPEL

2A987AEF899899058

6000
EMAS
RUBIPIAH

MARIO PURWA NEGARA

NIM. 13.50.0022

ABSTRAK

Perkembangan alat transportasi dari masa ke masa selalu mengalami perubahan. Merancang sepeda listrik merupakan salah satu upaya untuk mendapatkan alat transportasi yang lebih efisien. Sepeda listrik yang akan dirancang dalam aplikasinya menggunakan jenis motor *Switched Reluctance*, dipilih jenis motor ini bertujuan untuk membandingkan dengan jenis motor yang lain. Sepeda listrik yang akan dirancang terdiri dari delapan kutub rotor dan 12 kutub stator. Pada rotornya tidak menggunakan magnet permanen, dan pada motornya dilengkapi dengan sensor *hall effect* dipasang pada jarak 120 derajat untuk mendeteksi posisi rotor. Driver yang dipakai untuk memutar dan mengatur kecepatan motor menggunakan inverter tiga fasa dan sistem kontrol digital untuk mengatur waktu ON/OFF saklar menggunakan *Digital Signal Controller dsPIC30f4012*.

Kata kunci : Motor *Switched Reluctance*, Inverter Tiga Fasa, dsPIC30f4012

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa pencipta segala hal karena atas kasih, rahmat dan mukjizat-Nya yang senantiasa mengalir setiap waktu dalam kehidupan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS KINERJA SEPEDA LISTRIK**”. Tugas akhir beserta laporan ini sebagai tugas penulis untuk menyelesaikan studi di Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.

Dalam proses pembuatan tugas akhir dan penyusunan laporan, penulis mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberi kasih, berkat, kemudahan, kelancaran dan jalan keluar dari segala kesulitan dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan.
2. Orang tua dan kakak 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., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
5. Bapak Ir. Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, yang telah memfasilitasi laboratoruim dan perlengkapannya.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
7. Mas Enggar yang telah membantu terutama pada mekanik sepeda listrik.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2013 terimakasih atas dukungan dan dinamika bersamanya selama kuliah.
9. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2010, 2011 dan 2012, 2014 terima kasih atas doa, bantuan dan dukungannya.
10. Siti Fara Noviana yang senantiasa telah mendampingi, mendukung dan menghibur penulis dalam proses pelaksanaan maupun penyusunan Tugas Akhir.
11. Teman-teman Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.
12. Teman-teman fakultas yang lain yang turut mendukung saya.
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

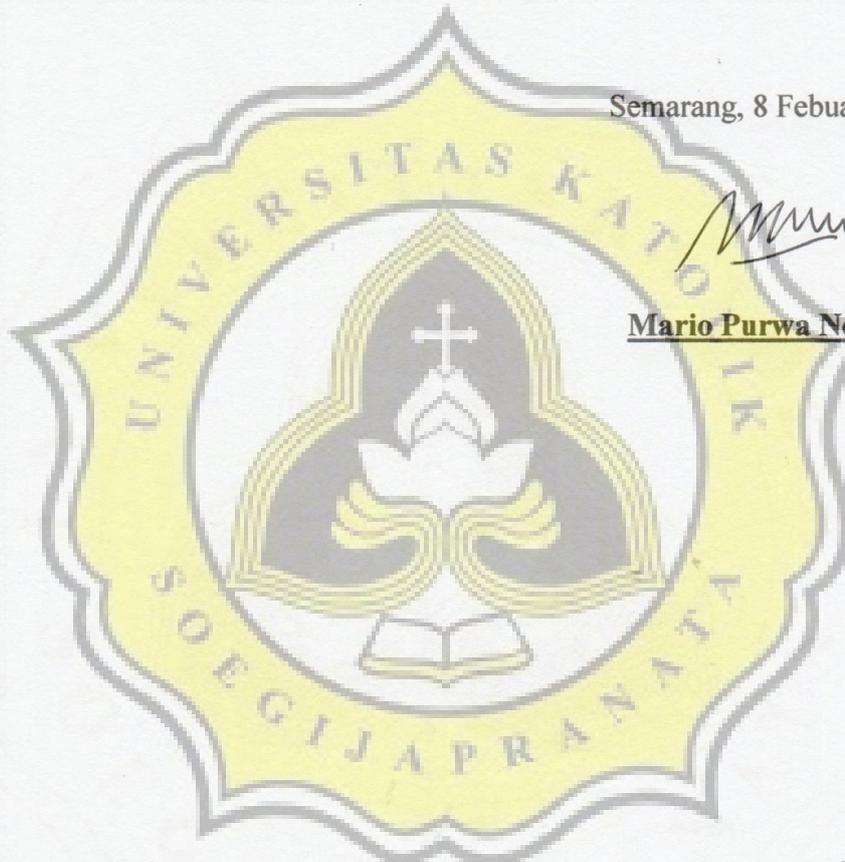
menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat hal-hal yang kurang berkenan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan penulis semoga laporan ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di lingkungan kampus, masyarakat dan negara.

Semarang, 8 Februari 2018



Mario Purwa Negara



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
LEMBAR PENGESAHAN	ii	
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii	
ABSTRAK	iv	
KATA PENGANTAR	v	
DAFTAR ISI	viii	
DAFTAR GAMBAR	xi	
DAFTAR TABEL	xiv	
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	2
1.3	Pembatasan Msalah	2
1.4	Tujuan dan Manfaat	3
1.5	Metodologi Penelitian	3
1.6	Sistematika Penulisan	4
BAB II	LANDASAN TEORI	
2.1	Pendahuluan	6
2.2	<i>Motor Switched Reluctance</i>	6

2.2.1	Karakteristik Motor	7
2.2.2	Prinsip Kerja Motor <i>Switched Reluctance</i>	8
2.2.3	Konstruksi Motor <i>Switched Reluctance</i>	10
2.3	Inverter Tiga Fasa	12
2.4	<i>Digital Signal Controller</i> dsPIC30f4012	12
2.5	Sensor <i>Hall Effect</i>	15
2.6	Potensiometer	16
2.7	<i>Gearbox</i>	16
2.7.1	Cara Kerja <i>Gearbox</i>	17
2.7.2	Fungsi <i>Gearbox</i>	17
2.8	Batere	17
2.9	<i>Optocoupler</i> TLP250	20
2.10	Modul IGBT Infeneon FF100R12KS4	21
2.11	Perhitungan Jarak Tempuh Sepeda Listrik	22

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN IMPLEMENTASI MOTOR *SWITCHED RELUCTANCE*

3.1	Pendahuluan	23
3.2	Konstruksi Motor <i>Switched Reluctance</i>	24
3.2.1	Rotor	25
3.2.2	Stator	27
3.3	Rangkaian Kontrol	28
3.4	Rangkaian Konverter	28

3.5	Rangkaian Driver TLP250	30
3.6	Rangkaian Catu Daya	31
3.7	Sensor <i>Hall Effect</i>	31
3.8	Perhitungan Jarak Tempuh Sepeda Listrik	32
BAB IV	HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	
4.1	Pendahuluan	35
4.2	Hasil Simulasi	35
4.3	Hasil <i>Prototype</i>	37
4.4	Hasil Pengujian	40
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis-jenis konstruksi stator dan rotor <i>Switched Reluctance Motor</i> (SRM)	7
Gambar 2.2	Kurva Karakteristik <i>Switched Reluctance Motor</i>	8
Gambar 2.3	<i>Switched Reluctance Motor</i> (SRM), memiliki delapan kutub rotor yang berbentuk inti besi dan 12 kutub stator yang memiliki belitan pada tiap kutub	10
Gambar 2.4	Rangkaian ekuivalen	11
Gambar 2.5	Konfigurasi PIN dsPIC30f4012	14
Gambar 2.6	Potensiometer	16
Gambar 2.7	<i>Gearbox</i>	17
Gambar 2.8	Batere basah konvensional	18
Gambar 2.9	Batere maintenance free (MF)	19
Gambar 2.10	<i>Circuit Diagram</i> modul IGBT Infineon FF100R12KS4	21
Gambar 3.1	Diagram blok sistem	24
Gambar 3.2	Konstruksi motor <i>Switched Reluctance</i>	25
Gambar 3.3	Konstruksi rotor motor <i>Switched Reluctance</i>	26
Gambar 3.4	Reluktansi minimum motor <i>Switched Reluctance</i>	26
Gambar 3.5	Reluktansi maksimum motor <i>Switched Reluctance</i>	26
Gambar 3.6	Konstruksi stator motor <i>Switched Reluctance</i>	27
Gambar 3.7	Topologi inverter <i>Asymmetric</i>	29
Gambar 3.8	Konfigurasi PIN TLP250	30

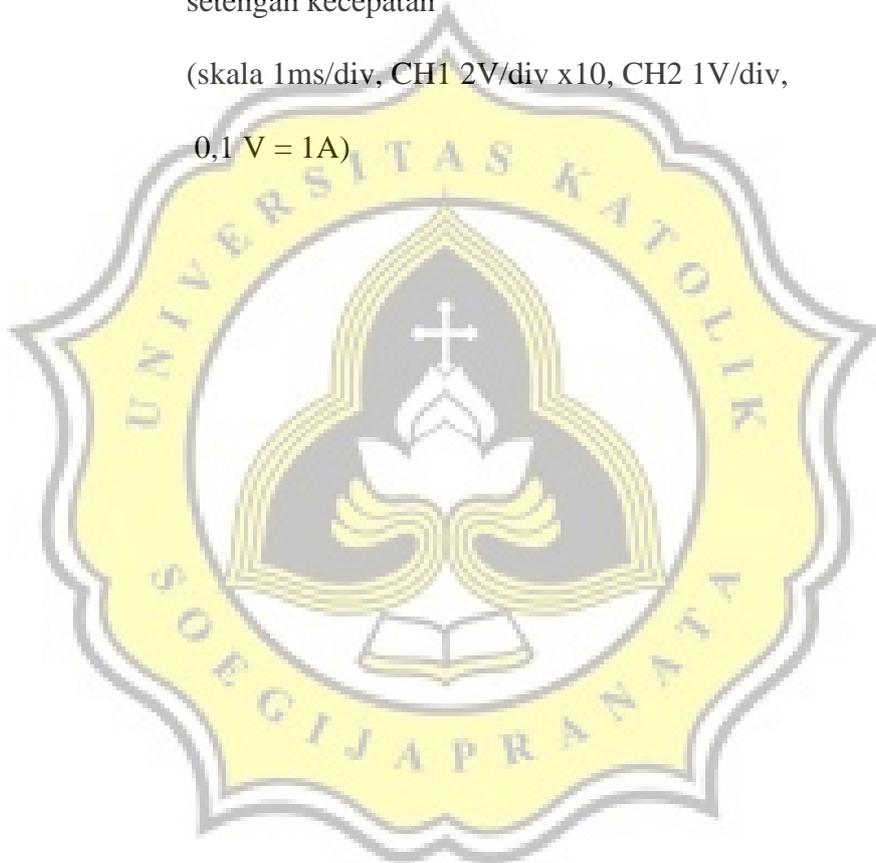
Gambar 3.9	Sensor <i>hall effect</i> pada motor <i>Switched Reluctance</i>	32
Gambar 3.10	Rangkaian seri batere	32
Gambar 3.11	Perpindahan sepeda listrik	34
Gambar 4.1	Hasil simulasi dengan tegangan sumber 150 Volt (a) arus fasa 16 Ampere dan (b) arus sumber 16 Ampere	35
Gambar 4.2	Hasil simulasi dengan tegangan sumber 75 Volt (a) arus fasa 16 Ampere dan (b) arus sumber 16 Ampere	36
Gambar 4.3	Hasil simulasi (a) tegangan fasa dan (b) arus fasa dengan tegangan sumber 150 Volt	36
Gambar 4.4	Hasil simulasi (a) tegangan fasa dan (b) arus fasa dengan tegangan sumber 75 Volt	36
Gambar 4.5	Motor <i>Switched Reluctance</i> dan <i>Gearbox</i>	37
Gambar 4.6	Blok kontrol, blok driver, blok catu daya pada <i>prototype</i> sepeda listrik	38
Gambar 4.7	Rangkaian inverter tiga fasa	38
Gambar 4.8	Bagian-bagian dari <i>prototype</i> sepeda listrik	39
Gambar 4.9	<i>Prototype</i> sepeda listrik	40
Gambar 4.10	Hasil pengujian (a) arus fasa dan (b) arus sumber kecepatan penuh (skala 1ms/div, CH1 2V/div, CH2 2V/div, 0,1V = 1A)	41
Gambar 4.11	Hasil pengujian (a) arus fasa dan (b) arus sumber setengah kecepatan (skala 1ms/div, CH1 2V/div, CH2 2V/div, 0,1V = 1A)	41

Gambar 4.12 Hasil pengujian (a) tegangan fasa dan (b) arus fasa 42
kecepatan penuh

(skala 1ms/div, CH1 2V/div x10, CH2 1V/div,
0,1V = 1A)

Gambar 4.13 Hasil pengujian (a) tegangan fasa dan (b) arus fasa 42
setengah kecepatan

(skala 1ms/div, CH1 2V/div x10, CH2 1V/div,
0,1 V = 1A)



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi dsPIC30f4012	15
Tabel 3.1	Spesifikasi motor <i>Switched Reluctance</i> buatan SLT	28
Tabel 3.2	Pola pensaklaran inverter tiga fasa	29

