

**PENGATURAN KECEPATAN PADA MOTOR BLDC
BERBASIS dsPIC30F4012**

TUGAS AKHIR



Oleh:

B. ANDRYAN WICAKSONO
11.50.0012

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SOEGIJAPRANATA
SEMARANG
2016

PENGESAHAN

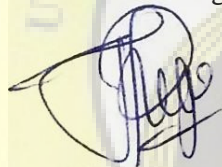
Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PENGATURAN KECEPATAN PADA MOTOR BLDC BERBASIS dsPIC30F4012**” diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. Laporan Tugas Akhir ini disetujui pada tanggal 29 November 2016.

Semarang, 23 Januari 2017

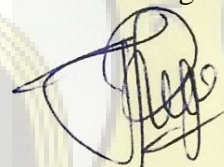
Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir



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



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Progdi Teknik Elektro



Dr. Ir. Djoko Suwarno, M. Si.
058.1.1988.032



Dr. Florentius Budi Setiawan, MT.
058.1.1994.050

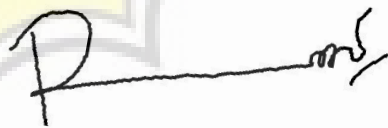
PERNYATAAN

KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang berjudul **“PENGATURAN KECEPATAN PADA MOTOR BLDC 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, 23 Januari 2017



(B. Andryan Wicaksono)

NIM : 11.50.0012

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dengan menggunakan motor listrik semakin pesat. Terdapat berbagai jenis motor listrik yang ada saat ini, salah satunya adalah *Motor Brushless Direct Current* (BLDC) yang memiliki banyak kelebihan dibanding motor lain. Salah satu implementasi motor BLDC yaitu pada kendaraan listrik, sudah banyak kendaraan listrik yang sudah diproduksi di seluruh dunia. Beberapa kendaraan listrik tersebut menggunakan motor BLDC sebagai penggerak utamanya.

Pada laporan Tugas Akhir ini, akan dikaji pengendalian kecepatan motor BLDC berbasis mikrokontroler menggunakan *Digital Signal Controller dsPIC30F4012*. Sehingga nantinya akan didapat sinyal tegangan tiga fasa berbentuk *trapezoid* untuk memutar motor BLDC yang kemudian dikonversi agar dapat diatur menggunakan potensio. Verifikasi sistem kendali ini menggunakan aki 12V, mikrokontroler, dsPIC30F4012, potensio untuk mengatur kecepatan, dan motor BLDC.

Kata kunci : Motor BLDC, dsPIC30f4012, controller.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan segala rahmat dan anugerahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporan Tugas Akhir yang berjudul “ **PENGATURAN KECEPATAN PADA MOTOR BLDC BERBASIS dsPIC30F4012** ” yang menjadi tugas studi penulis sebagai mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata. Pembuatan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa memberi rahmat, petunjuk, kemudahan, kelancaran dan mujizat kepada penulis.
2. Orang tua saya, Bapak saya R. Edy W dan Ibu saya Fransisca. S, adik saya Maria Christia W, pacar saya Rina.S beserta keluarga dan semua saudara yang selalu memberi semangat, doa dan dukungan baik kepada penulis.
3. Bapak Dr.Ir. Slamet Riyadi, MT. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Teman-teman satu angkatan 2011 yang selalu menemani, menghibur, dan menyemangati serta medoakan kesuksesan kami.
5. Kakak angkatan 2010, Nikolas, Enggar, dan teman-teman Fakultas Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Terimakasih sekali lagi saya ucapkan atas kebaikan teman-teman sekalian, semoga Rahmat Tuhan selalu beserta kita.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, maka penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik dari berbagai pihak untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat hal – hal yang kurang berkenan dalam penulisan laporan ini.

Akhirnya besar harapan penulis bahwa laporan ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi kemajuan ilmu dan teknologi di lingkungan kampus Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Semarang, 23 Januari 2017



B. Andryan Wicaksono

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Motor BLDC	7
2.3 Prinsip Kerja dan Perbandingan Torsi motor BLDC	9

2.4	Motor BLDC berdasarkan jumlah kutub	11
2.5	Inverter Sebagai Penggerak BLDC	14
2.5.1	MOSFET	16
2.5.2	DSC dsPIC30F4012	18
2.6	Pengendalian BLDC	21
2.6.1	Metode Six-Step	21
2.6.2	Metode PWM.....	22

BAB III RANCANGAN DESAIN DAN IMPLEMENTASI

PENGATUR KECEPATAN MOTOR BLDC BERBASIS

DSPIC30F4012	23	
3.1	Pendahuluan	23
3.2	Motor BLDC 3-fasa Outer Rotor	24
3.3	Pola pensaklaran BLDC dan pengendalian kecepatan	26
3.4	Rangkaian Driver Gate Saklar Statik	28
3.4.1	HCPL 2531 High Speed Transistor Optocoupler	28
3.4.2	IR 2132 3-Phase Bridge Driver	30
3.5	Rangkaian Inverter Tiga Fasa	32
3.6	Sistem Catu Daya/Power Supply.....	34
3.6.1	Transformator Multiwinding	34
3.6.2	Linier Regulator Power Supply	35
3.7	Implementasi perangkat lunak dan algoritma program	36
3.7.1	dsPIC programmer/Debugger	36

3.7.2 C Language Compiler	38
3.8 Pemrograman dsPIC30F4012	39
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Pendahuluan	40
4.2 Simulasi Power Simulator (PSIM)	40
4.3 Pengujian Laboratorium	46
4.4 Pembahasan	54
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor BLDC	8
Gambar 2.2 Kurva karakteristik torsi dan kecepatan motor BLDC	10
Gambar 2.3 Kurva Perbandingan torsi BLDC dengan motor lain	11
Gambar 2.4 Tipikal stator dan rotor pada motor BLDC 3-phase	10
Gambar 2.5 Step putar motor BLDC 2-phase	12
Gambar 2.6 Posisi sinyal keluaran hall effect sensor terhadap kutub magnet	13
Gambar 2.7 Sinyal keluaran hall effect terhadap posisi rotor	14
Gambar 2.8 Inverter Tiga Fasa	15
Gambar 2.9 Kurva karakteristik MOSFET	16
Gambar 2.10 MOSFET sebagai saklar pada kondisi saturasi(ON)	17
Gambar 2.11 MOSFET sebagai saklar pada kondisi cut-off	18
Gambar 2.12 Konfigurasi Pin Pada dsPIC30F4012	20
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	23
Gambar 3.2 Desain inner dan Outer rotor pada motor BLDC	24
Gambar 3.3 Motor BLDC Outer Rotor	25
Gambar 3.4 Konstruksi Motor BLDC	25
Gambar 3.5 Skema Kontrol motor BLDC	26
Gambar 3.6 Step motor BLDC	27
Gambar 3.7 Pengaturan Duty Cycle PWM	27
Gambar 3.8 Desain target layout PCB driver	28
Gambar 3.9 Konfigurasi HCPL 2531	30

Gambar 3.10 Konfigurasi Pin dan desain sistim minimum IR2132	31
Gambar 3.11 Skema Rangkaian Inverter 3-Fasa	32
Gambar 3.12 Konfigurasi MOSFET	33
Gambar 3.13 Transformator Multiwinding	35
Gambar 3.14 Skema Rangkaian Penyearah Catudaya Linier	36
Gambar 3.15 Software PICkit programmer	37
Gambar 3.16 PICkit downloader	37
Gambar 3.17 Software mikroC PRO for dsPIC	38
Gambar 3.18 Flow Chart program	39
Gambar 4.1 Skema rangkaian Motor BLDC pada simulasi PSIM	41
Gambar 4.2 Sinyal keluaran Vab, Vbc, Vca pada kecepatan A	43
Gambar 4.3 Sinyal pada kecepatan 'A' jika di perbesar	43
Gambar 4.4 Sinyal keluaran Vab, Vbc, Vca pada kecepatan B	44
Gambar 4.5 Sinyal pada kecepatan 'B' jika di perbesar	44
Gambar 4.6 Sinyal keluaran Vab, Vbc, Vca pada kecepatan C	45
Gambar 4.7 Sinyal pada kecepatan 'C' jika di perbesar	45
Gambar 4.8 Realisasi projek Tugas Akhir	46
Gambar 4.9 Perbandingan hasil keluaran arus DC saat start pada kecepatan A,B,C	48
Gambar 4.10 Hasil keluaran sinyal PWM RE0,RE1,RE2,RE3 pada kecepatan A,B,C	49
Gambar 4.11 Hasil keluaran sinyal PWM RE0,RE4,RE5 pada kecepatan A,B,C	49

Gambar 4.12 Sinyal arus (I_a) dan tegangan (V_{ab}) pada kecepatan A,B,C... 50

Gambar 4.13 Sinyal arus (I_b) dan tegangan (V_{bc}) pada kecepatan A,B,C ...50

Gambar 4.14 Sinyal arus (I_c) dan tegangan (V_{ca}) pada kecepatan A,B,C ...51

Gambar 4.15 Sinyal keluaran V_{ab} , V_{bc} , dan V_{ca} pada kecepatan A52

Gambar 4.16 Sinyal keluaran V_{ab} , V_{bc} , dan V_{ca} pada kecepatan B52

Gambar 4.17 Sinyal keluaran V_{ab} , V_{bc} , dan V_{ca} pada kecepatan C53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikasi Saklar nyala (ON) pada nverter tiga fasa	15
Tabel 2.2 Spesifikasi dsPIC30F4012	19
Tabel 3.1 Spesifikasi utama pada HCPL 2531	29
Tabel 3.2 Spesifikasi IR 2132	32
Tabel 4.1 Hasil pengecekan rotasi motor BLDC	47

