

PERANCANGAN PENGENDALI MOTOR *BRUSHED*
DIRECT CURRENT 1000 WATT PADA *ELECTRIC VEHICLE*

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:
Rakha Ardi Nugraha
20160120014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2020

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Rakha Ardi Nugraha
NIM : 20160120014
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PERANCANGAN PENGENDALI MOTOR *BRUSHED DIRECT CURRENT* 1000 WATT PADA *ELECTRIC VEHICLE***" adalah hasil karya tulis saya sendiri dan karya tulis tersebut tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan tingkat Perguruan Tinggi serta sepengetahuan penulis tidak ada karya ataupun pendapat yang pernah dipublikasikan dalam karya ilmiah tersebut, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 April 2020

Penulis



Rakha Ardi Nugraha

MOTTO

Jika Kamu Keras Terhadap Dunia maka Dunia akan Lunak Kepadamu tapi,

Jika Kamu Lunak Terhadap Dunia maka Dunia akan Keras Kepadamu

(Pak Purwanto, Guru Bahasa Inggris, SMP N 1 Sewon)

-----***-----

Bila Kamu Tak Tahan Lelahnya Belajar,

Maka Kamu Harus Menanggung Pedihnya Kebodohan

(Imam Syafi'i)

-----***-----

Jangan Salahkan Waktu yang Terlalu Cepat Berputar tapi,

Salahkanlah Dirimu yang Terlalu Lambat Melakukan Sesuatu

(Penulis)

-----***-----

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN I.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN II	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
INTISARI.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Mobil Listrik	7
2.2.2. Motor Direct Current / Motor DC.....	10

2.2.3. Mikrokontroler ATmega16.....	20
2.2.4. MOSFET IRFP260.....	25
2.2.5. LCD (Liquid Crystal Display)	29
2.2.6. Driver MOSFET TC4427	30
2.2.7. Sistem Kendali Loop Terbuka	31
BAB III.....	32
METODE PENELITIAN.....	32
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	32
1.Menentukan Topik	33
2.Menentukan Tujuan dan Batasan Masalah	
3.Studi Literatur	33
4.Perancangan Desain Skematik dan Layout	33
5.Perancangan Alat dan Sistem	33
6.Pengujian Alat dan Sistem.....	33
7.Menganalisis Data.....	34
8.Penyusunan Kesimpulan	34
3.2. Perancangan Sistem.....	34
3.2.1. Perancangan Hardware	35
3.2.2. Perancangan Software	42
3.3. Perlakuan Pengujian	45
BAB IV	55
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1. Pengujian Throttle	55
4.2. Pengujian DC to DC Converter / Step Down Reducer	56
4.3. Pengujian Sinyal PWM pada Mikrokontroler, Driver MOSFET dan MOSFET.....	60

4.4. Pengujian Menggunakan Beban Resistif	71
4.5. Pengujian Frekuensi PWM Terhadap Kondisi Motor DC.....	74
4.7. Pengujian Menggunakan Motor Direct Current 250 Watt 24 V Tanpa Beban	85
4.8. Pengujian Menggunakan Motor Direct Current 1000 Watt 48 V Tanpa Beban	87
4.9. Pengujian dengan Beban dan Pengambilan Data pada Prototype Mobil Listrik Lingsar Proto EV.....	91
BAB V.....	94
KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
5.1. Kesimpulan	94
5.2. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Prototype</i> Mobil Listrik	8
Gambar 2.2 Rangka <i>Prototype</i> Mobil Listrik.....	8
Gambar 2.3 Baterai <i>Prototype</i> Mobil Listrik Jenis Lithium Ion	9
Gambar 2.4 Diagram BMS.....	9
Gambar 2.5 <i>Battery Management System</i>	9
Gambar 2.6 <i>Throttle</i> pada Mobil Listrik.....	10
Gambar 2.7 Motor DC 1000 Watt 48 Volt.....	11
Gambar 2.8 Konstruksi Motor DC	11
Gambar 2.9 Prinsip Kerja Motor DC.....	13
Gambar 2.10 Ilustrasi Motor DC Magnet Permanen.....	14
Gambar 2.11 Ilustrasi Motor DC Sumber Daya Terpisah	14
Gambar 2.12 Ilustrasi Motor DC <i>Shunt</i>	15
Gambar 2.13 Ilustrasi Motor DC Seri.....	16
Gambar 2.14 Ilustrasi Motor DC <i>Compound</i>	16
Gambar 2.15 Gelombang PWM	18
Gambar 2.16 Variasi Gelombang PWM.....	19
Gambar 2.17 Rangkaian Relay.....	19
Gambar 2.18 Rangkaian <i>H-Bridge</i>	19
Gambar 2.19 Mikrokontroler ATmega16	20
Gambar 2.20 Blok Diagram Mikrokontroler ATmega16	21
Gambar 2.21 Nilai OCR dan TCNT	22
Gambar 2.22 Konfigurasi Pin Atmega16.....	23
Gambar 2.23 Struktur MOSFET	25
Gambar 2.24 MOSFET IRFP260	26
Gambar 2.25 Kurva Karakteristik MOSFET	27
Gambar 2.26 Rangkaian <i>Cut-Off</i> MOSFET.....	27
Gambar 2.27 Rangkaian ON MOSFET	28
Gambar 2.28 Struktur LCD.....	29
Gambar 2.29 <i>Liquid Crystal Display</i> 16x2	30
Gambar 2.30 Skema <i>Driver</i> MOSFET TC4427	31
Gambar 2.31 <i>Driver</i> MOSFET TC4427	31
Gambar 2.32 Contoh Rangkaian TC4427.....	31
Gambar 2.33 Diagram Sistem Kendali Loop Terbuka	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Diagram Perancangan Sistem.....	35
Gambar 3.3 Gambar Skema Penurun Tegangan	36
Gambar 3.4 Mikrokontroler ATmega16	38
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Throttle</i>	38
Gambar 3.6 <i>High Power</i> MOSFET TC4427.....	39

Gambar 3.7 Skema Rangkaian TC4427.....	39
Gambar 3.8 Skematik Rangkaian	40
Gambar 3.9 <i>Layout</i> PCB	41
Gambar 3.10 Hasil <i>Assembly</i> Komponen.....	42
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Program	42
Gambar 3.12 Pengujian <i>Throttle</i>	46
Gambar 3.13 Pengujian <i>Output</i> Sinyal PWM Mikrokontroler.....	47
Gambar 3.14. Pengujian <i>Output</i> Sinyal PWM <i>Driver</i> MOSFET	48
Gambar 3.15 Pengujian <i>Output</i> Sinyal PWM MOSFET	48
Gambar 3.16 Pengujian DC to DC Converter 72 to 12 V	49
Gambar 3.17 Pengujian DC to DC Converter 12 to 10 V	49
Gambar 3.18 Pengujian DC to DC Converter 12 to 5 V	50
Gambar 3.19 Pengujian Beban Resistif	51
Gambar 3.20 Pengujian Menggunakan Motor DC 250 Watt 24 V	52
Gambar 3.21 Pengujian Motor DC 1000 Watt 48 V	53
Gambar 3.22 Peletakan Alat Ukur pada <i>Prototype</i> Mobil Listrik.....	54
Gambar 3.23 Lintasan Stadion Maguwoharjo.....	54
Gambar 4.1 Persentase Putaran <i>Throttle</i> Terhadap Tegangan Keluaran	55
Gambar 4.2 Pengujian DC to DC Converter 72 to 12 V	56
Gambar 4.3 Pengujian DC to DC Converter 12 to 10 V	58
Gambar 4.4 Pengujian DC to DC Converter 12 to 5 V	59
Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Arus pada Beban Resistif.....	71
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Frekuensi.....	75
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Variasi Nilai PWM.....	84
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Sudut Putar <i>Throttle</i> Terhadap Arus	86
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sudut Putar <i>Throttle</i> Terhadap Putaran Motor.	86
Gambar 4.10 Grafik Pengukuran Arus pada Motor DC 48 V 1000 W	87
Gambar 4.11 Grafik Pengukuran Rpm pada Motor DC 48 V 1000 W	88
Gambar 4.12 Grafik Sudut Putar <i>Throttle</i> Terhadap Arus Puncak.....	92
Gambar 4.13 Grafik Sudut Putar <i>Throttle</i> Terhadap Tegangan	92
Gambar 4.14 Grafik Sudut Putar <i>Throttle</i> Terhadap Arus Rerata.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Penelitian Tinjauan Pustaka.....	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Baterai.....	8
Tabel 2.3 Spesifikasi MOSFET IRFP260.....	26
Tabel 2.4 <i>Datasheet</i> LCD 16x2.....	30
Tabel 3.1 Pin Pada ATmega16	36
Tabel 4.1 Tabel Nilai Persen <i>Throttle</i> Terhadap Tegangan Keluaran	55
Tabel 4.2 Pengujian DC to DC Converter 72 to 12 V	56
Tabel 4.3 Pengujian DC to DC Converter 12 to 10 V	57
Tabel 4.4 Pengujian DC to DC Converter 12 to 5 V	58
Tabel 4.5 Pengujian Gelombang Sinyal PWM Mikro	60
Tabel 4.6 Pengujian Gelombang Sinyal PWM Driver MOSFET	62
Tabel 4.7 Perbedaan Gelombang Sinyal PWM Mikro dan Driver MOSFET	64
Tabel 4.8 Pengujian Gelombang Sinyal PWM pada MOSFET	67
Tabel 4.9 Perbedaan Sinyal PWM Mikro, Driver MOSFET dan MOSFET	69
Tabel 4.10 Pengukuran Arus pada Beban Resistif	71
Tabel 4.11 Bentuk Gelombang dengan Beban Resistif	72
Tabel 4.12 Pengujian pada Frekuensi 15.625 kHz	74
Tabel 4.13 Pengujian pada Frekuensi 62.500 kHz	74
Tabel 4.14 Pengujian pada Frekuensi 250.000 kHz	74
Tabel 4.15 Pengujian pada Frekuensi 2.000.000 kHz	75
Tabel 4.16 Bentuk Gelombang pada Frekuensi 15.625 kHz.....	76
Tabel 4.17 Bentuk Gelombang pada Frekuensi 62.500 kHz.....	77
Tabel 4.18 Bentuk Gelombang pada Frekuensi 250.000 kHz.....	79
Tabel 4.19 Bentuk Gelombang pada Frekuensi 2.000.000 kHz.....	81
Tabel 4.20 Pengujian dengan Variasi 0, 150, 200, 230, 255.....	83
Tabel 4.21 Pengujian dengan Variasi 0, 64, 128, 191, 255.....	83
Tabel 4.22 Pengujian dengan Variasi 0, 100, 150, 200, 255.....	84
Tabel 4.23 Pengujian pada Motor DC 250 Watt 24 V.....	85
Tabel 4.24 Pengukuran Arus pada Motor DC.....	87
Tabel 4.25 Bentuk Gelombang dengan Beban Motor DC 48 V 1000 W	88
Tabel 4.26 Pengujian pada Mobil Listrik Lingsar Proto EV.....	91

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1.....	10
Persamaan 2.2.....	10
Persamaan 2.3.....	10
Persamaan 2.4.....	10
Persamaan 2.5.....	11
Persamaan 2.6.....	11
Persamaan 2.7.....	11
Persamaan 2.8.....	12
Persamaan 2.9.....	12
Persamaan 2.10.....	12
Persamaan 2.11.....	14
Persamaan 2.12.....	14