

**PERANCANGAN *DRIVER MOTOR CONTROLLER*
BLDC PADA *ELECTRIC VEHICLE CAR* 48V DENGAN
POWER MONITORING SYSTEM BERBASIS
TELEMETRY
TUGAS AKHIR**

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



Disusun Oleh :

DHIYA UDDIN RIJALUSALAM

20180120189

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Dhiya Uddin Rijalusalam
NIM : 20180120189
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PERANCANGAN DRIVER MOTOR CONTROLLER BLDC PADA ELECTRIC VEHICLE CAR 48V DENGAN POWER MONITORING SYSTEM BERBASIS TELEMETRY**" 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 telah disebutkan sumbernya dalam naskah serta daftar pustaka.

Yogyakarta, 3 Januari 2020

Penulis



Dhiya Uddin Rijalusalam

MOTTO

“Yakinlah ada sesuatu yang menantimu setelah banyak yang kau jalani,
yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”

(Ali bin Abi Thalib)

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

Bila kamu tak tahan lelahnya belajar,
Maka kamu harus menanggung pedihnya kebodohan

(Imam Syafi'i)

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

Barangsiapa yang mempelajari suatu ilmu yang seharusnya
Mengharap ridha Allah, namun ia mempelajari hanyalah untuk
Mencari harta benda dunia, maka dia tidak akan mendapat wangi surga di hari kiamat
(HR. Abu Daud. No.3664, Ibnu Majah no.252; dan Ahmad 2: 388. Syeikh Al Albani)

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat-Nya yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERANCANGAN *DRIVER MOTOR CONTROLLER* BLDC PADA *ELECTRIC VEHICLE CAR* 48V DENGAN *POWER MONITORING SYSTEM* BERBASIS *TELEMETRY*”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Proses yang dijalani selama penyusunan merupakan proses pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis untuk mencapai hasil yang didapatkan saat ini. Tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, penulis tidak akan mendapatkan pengalaman berharga dalam penyusunan ini. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., selaku rector Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan S.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr.Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu penulis dalam menjalankan masa studi lanjut di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng dan Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng, selaku dosen pembing Tugas Akhir yang telah membantu banyak dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya.
5. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam Tugas Akhir ini.

6. Ayahanda Sudarman dan Ibunda Evi Emilia Wati, Mbak Anis, dan Adik Alya yang tidak pernah berhenti untuk selalu memberikan dukungan dan do'a serta segenap keluarga yang selalu memberi dukungan dan kasih sayang kepada penulis
7. Seluruh staff dan dosen di Program Studi S1 Teknik Elektro UMY yang telah memberikan ilmu yang sangat berharga kepada penulis.
8. Seluruh anggota team mobil listrik KHAD yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam pembuatan alat, sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat terlaksana dengan baik
9. Teman-teman seperjuangan baik mahasiswa ekstensi sampai Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Elektro yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan saran, bantuan, dan semangat kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Segenap keluarga besar Micro Machina yang telah memberikan referensi dan pengalaman sehingga pelaksanaan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pennulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, karena itu penulis secara terbuka menerima masukan baik saran maupun kritik dari semua pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta wawasan ilmu bagi pembaca dan penulis

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 3 Januari 2020



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Mobil Listrik	8
2.2.2 Motor Brushless DC (BLDC)	10
2.2.3 Mikrokontroler	17
2.2.4 MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).....	21
2.2.5 MOSFET Gate <i>Driver</i>	22
2.2.6 Rangkaian Bootstrap Capacitor.....	24
2.2.7 Sistem <i>Telemetry</i>	27
2.2.8 Texas Instrument INA226.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30

3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.1.1.	Penentuan Spesifikasi Alat.....	32
3.1.2.	Studi Literatur	33
3.1.3.	Perancangan Sistem Secara Keseluruhan.....	34
3.1.4.	Pembuatan Hardware	45
3.1.5.	Pembuatan Firmware.....	47
3.1.6.	Perlakuan Pengujian	55
3.1.7.	Analisa Data	59
3.1.8.	Revisi Desain.....	59
3.1.9.	Penyimpulan Hasil Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1.	Pengujian ADC Input Throttle	60
4.2.	Pengujian PWM Output vs Input Throttle	60
4.3.	Pengujian Digital Input Hall Sensor vs Digital Output Sinyal	62
4.4.	Pengujian <i>Output</i> Mikrokontroler vs <i>Outout</i> MOSFET <i>gate driver</i>	63
4.5.	Pengujian Driver Motor Dijalankan.....	67
4.6.	Pengujian Power Monitoring System	75
4.6.1.	Pengujian Sensor Arus	75
4.6.2.	Pengujian Sensor Tegangan	77
4.6.3.	Pengujian Sensor Joule Meter (Watt Hour)	78
4.6.3.	Pengujian Sensor Putaran Motor (RPM).....	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Prototipe Mobil Listrik	8
Gambar 2. 2 Bentuk Fisik Throtle Speed Control	9
Gambar 2. 3 Batterai LifePO4 48V 20Ah	10
Gambar 2. 4 Bentuk Fisik Motor BLDC 3 Fase	11
Gambar 2. 5 Bentuk Fisik dari Stator dan Rotor pada Motor BLDC	12
Gambar 2. 6 Posisi Penempatan Sensor Hall	15
Gambar 2. 7 Perubahan Komutasi Step 1 dan Step 2	16
Gambar 2. 8 Skema Rangkaian Kontroler BLDC	17
Gambar 2. 9 Arsitektur Mikrokontroler	18
Gambar 2. 10 Arsitektur Chip ESP32	19
Gambar 2. 11 Konfigurasi Pin Module ESP32	20
Gambar 2. 12 Konfigurasi Pin Arduino Nano	21
Gambar 2. 13 Struktur Penyusun MOSFET	22
Gambar 2. 14 (a) Konfigurasi Pin IR2110 (b) Fungsi Pin IR2110	24
Gambar 2. 15 Rangkaian Bootstrap Capacitor	25
Gambar 2. 16 <i>Bootstrap Capacitor Charging</i>	25
Gambar 2. 17 Bootstrap Capacitor Discharging	26
Gambar 2. 18 Modul NRF24L01	27
Gambar 2. 19 Konstruksi Penyusun Sensor INA226	29
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian	31
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	34
Gambar 3. 3 Rangkaian Skematik Sistem Minimum Arduino Nano	36
Gambar 3. 4 Rangkaian Power Regulator	37
Gambar 3. 5 Digital <i>Input</i> Hall Sensor	37
Gambar 3. 6 Rangkaian Analog <i>Input Throtle</i>	38
Gambar 3. 7 Rangkaian Skematik MOSFET <i>Gate Driver</i> IR2110	39
Gambar 3. 8 Rangkaian Power MOSFET	40
Gambar 3. 9 Rangkaian Skematik Sistem Minimum ESP32	42
Gambar 3. 10 Rangkaian Skematik INA226	43
Gambar 3. 11 Rangkaian Skematik Sensor Tegangan	44
Gambar 3. 12 Rangkaian Skematik Telemetry	45
Gambar 3. 13 Layout PCB <i>High Voltage</i> (a) <i>Top Side</i> (b) <i>Bot Side</i>	46
Gambar 3. 14 Layout PCB <i>Low Voltage</i> (a) <i>Top Side</i> (b) <i>Bot Side</i>	46
Gambar 3. 15 Layout PCB Power Sistem Unit (a) <i>Top Side</i> (b) <i>Bot Side</i>	46
Gambar 3. 16 Hasil Assembly	47
Gambar 3. 17 <i>Flowchart</i> Master	48
Gambar 3. 18 <i>Flowchart</i> Slave	53
Gambar 4. 1 Pengujian ADC <i>Input Throtle</i>	60
Gambar 4. 2 Grafik Respon PWM terhadap Perubahan ADC	61
Gambar 4. 3 Grafik Perubahan Arus Terhadap Masukan <i>Throtle</i>	68
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Daya Terhadap Masukan <i>Throtle</i>	68
Gambar 4. 5 Grafik Kecepatan Putaran Motor vs Masukan <i>Throtle</i>	69
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Arus Motor Terbebani dan Tidak Terbebani	74
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Kecepatan Motor Terbebani dan Tidak Terbebani	75
Gambar 4. 8 Grafik Keberhasilan Pengiriman Data	82
Gambar 4. 9 Grafik Durasi Pengiriman Data vs Jarak	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian	7
Tabel 2. 2 Perubahan Komutasi Sensor Hall	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi IC ESP32	19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino Nano	20
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul NRF24L01	28
Tabel 2. 6 Spesifikasi INA226	29
Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor BLDC	33
Tabel 3. 2 Konfigurasi <i>Input Output</i> Arduino Nano	36
Tabel 3. 3 Konfigurasi <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sistem Minimum ESP32	41
Tabel 3. 4 Cara Pengujian Input dan Output Driver Motor Controller	55
Tabel 3. 5 Cara Pengujian Driver Motor dengan Dijalankan	56
Tabel 4. 1 Tabel Respon PWM Terhadap Perubahan ADC	61
Tabel 4. 2 Respon Digital Output terhadap Perubahan Hall Sensor CW	62
Tabel 4. 3 Respon Digital Output terhadap perubahan Hall Sensor CCW	62
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Arus, Daya, Kecepatan Motor Tanpa Beban	67
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Input dan Output Gelombang	70
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Motor BLDC dengan Kondisi Terbebani	73
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sensor Arus dengan Beban Resistif	76
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Sensor Arus dengan Beban Induktif Motor BLDC ...	76
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Sensor Tegangan	77
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Sensor Joule Meter dengan Beban Resistif	78
Tabel 4. 11 Tabel Pengujian Sensor Joule Meter Beban Induktif	79
Tabel 4. 12 Data Pengujian Sensor Putaran Motor	80
Tabel 4. 13 Data Pengujian Sistem Telemetry	81

