

**PERANCANGAN INVERTER TIGA FASA DENGAN MONITORING
KECEPATAN MASTS MENGGUNAKAN SENSOR HALL
BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektronika Fakultas
Teknik Universitas Negeri Padang Sebagai Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

**MHD IKBAR
NIM. 15065014/2015**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN INVERTER TIGA FASA DENGAN MONITORING
KECEPATAN MASTS MENGGUNAKAN SENSOR HALL
BERBASIS ARDUINO**

Nama : Mhd Ikbar
NIM : 15065014
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, November 2019

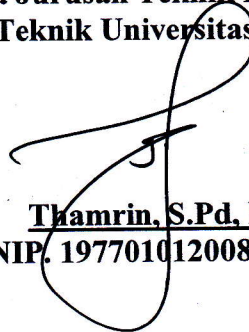
Disetujui Oleh

Pembimbing,



Zulwisli, S.Pd, M.Eng
NIP. 196802052002121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Thamrin, S.Pd, M.T
NIP. 197701012008121001

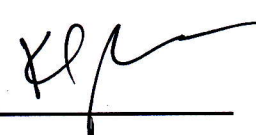


PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Tugas Akhir Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Perancangan inverter tiga fasa dengan monitoring kecepatan MASTS menggunakan sensor hall berbasis arduino
Nama : Mhd Ikbar
NIM : 15065014
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, November 2019

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Khairi Budayawan, S.Pd., M.Kom	1. 
2. Anggota	: Zulwisli, S.Pd., M.Emg.	2. 
3. Anggota	: Dr. Muhammad Anwar, S.Pd., M.T.	3. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikut tata penulisan karya tulis yang lazim.

Padang, November 2019

Yang menyatakan,



Mhd Ikbar

15065014/2015

ABSTRAK

Mhd Ikbar : Perancangan Inverter Tiga Fasa dengan Monitoring Kecepatan MASTS Menggunakan Sensor Hall Berbasis Arduino

Penggunaan Mesin Arus Searah Tanpa Sikat (MASTS) sangat banyak diaplikasikan didunia industri dibandingkan dengan mesin penggerak jenis lain. Untuk penggerak MASTS diperlukan inverter tiga fasa, Inverter tiga fasa merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi tertentu. Sistem yang digunakan untuk mengendalikan inverter adalah menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM), dimana lebar pulsa dimanfaatkan untuk mengatur kecepatan. Untuk mengoptimalkan Kecepatan putaran MASTS perlu dibuat monitoring kecepatan untuk mengetahui kesetabilan kecepatan MASTS, maka dilakukan perancangan dengan menggabungkan monitoring kecepatan MASTS dengan inverter tiga fasa. Alat ini menggunakan sensor hall, arduino, dan tampilan liquid crystal display (LCD). Prinsip kerja dari sensor hall ini yaitu mendeteksi kecepatan putaran MASTS berdasarkan prinsip kerja elektromagnetik hall sensor. Pada penelitian ini digunakan 5 buah variasi input PWM potensiometer 20%, 40%, 60%, 80%, 100% untuk mengetahui hasil monitoring kecepatan MASTS tiap variasi input. Pada penelitian ini monitoring kecepatan terjadi eror sebesar 6,2%.

Keyword: Sensor Hall, SMATS, Inverter, RPM

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “perancangan inverter tiga fasa dengan monitoring kecepatan MASTS menggunakan sensor hall berbasis arduino”.

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi pada Program S1/Akta IV di Universitas Negeri Padang. Dalam penelitian dan penulisan ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Thamrin S.Pd, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Ibuk Delsina Faiza, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Zulwisli, S.Pd, M.Eng., selaku pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Khairi Budayawan, S.Pd., M.kom., selaku ketua penguji.
6. Dr Muhammad Anwar, S.Pd., M.T., selaku penguji.

7. Ibuk Dra. Nelda Azhar, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Seluruh Staf Pengajar beserta Teknisi Labor Jurusan Teknik Elektronika.
9. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu ada disetiap waktu dan selalu memberikan dukungan dan telah memberikan bantuan yang tak ternilai harganya.
10. Evi Fitria S.Pd, Selaku Penyemangat dan motivator dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Teknik Elektronika 2015 Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang turut memberi semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang turut membantu baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan Alhamdulillah, semoga Allah selalu menyertai langkah penulis. Aamin. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak dan bernilai ibadah di sisi Allah SWT.

Padang, November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	4
F. Manfaat.....	4
BAB II KERANGKA TEORI	
A. Sensor Hall	5
B. Arduino Nano	9
C. Motor Arus Searah Tanpa Sikat (MASTS)	16
D. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16x2.....	23
E. Inverter Tiga Fasa.....	26
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
A. Konsep Perancangan Sistem.....	31
B. Prinsip Kerja Alat	36
C. Perancangan Perangkat Keras	37

D. Perancangan Perangkat Lunak	43
E. Proses Pembuatan Alat	46
F. Rancang Fisik Alat	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pembuatan Alat	50
B. Pembahasan	57
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	73
B. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel Kinerja Sensor Hall	8
2. Pin LCD 16x2	24
3. Urutan Langkah Kerja MOSFET Inverter Tiga Fasa.....	28
4. Sfesifikasi MASTS	33
5. Komponen Inverter Tiga Fasa.....	47
6. Alat-Alat Yang Digunakan	47
7. Hasil Pengukuran RPM dan Erornya.....	61
8. Hasil Pengukuran Gelombang PWM Inverter	63
9. Hasil Pengukuran Gelombang Sensor Hall.....	66
10. Hasil Pengukuran <i>Output</i> Inverter	69
11. Hasil Pengukuran Frekuensi Gelombang <i>Output</i> Inverter.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Transduser Efek Hall Menggunakan Sebuah Keping Semikonduktor	5
2. Efek Hall Pada Suatu Konduktor Setelah Diberi Medan Magnet	5
3. Sensor Hall dan Perubahan sinyal PWM	8
4. Kombinasi Nilai Sensor Hall Pada Motor 2 Pole	8
5. <i>Board</i> Arduino Nano dan Kabel USB.....	10
6. Tampilan Program Arduino Ide	15
7. Konstruksi MASTS.....	19
8. Wiring diagram MASTS	21
9. Tegangan stator MASTS.....	21
10. LCD 16x2.....	23
11. Rangkaian Inverter Tiga Fasa	27
12. Proses kerja Inverter Tiga Fasa.....	28
13. Model <i>Waterfall</i>	31
14. Diagram Blok Keseluruhan.....	31
15. Konstruksi Sensor Hall pada MASTS	33
16. MASTS u-winfly	34
17. Flowchart Algoritma Pengendali	35
18. Skematik Rangkaian Arduino Nano	38
19. Layout Arduino Nano	38
20. Simbol MOSFET kanal N dan bentuk fisinya	39
21. Rangkaian Driver Motor Tiga Fasa	39
22. Layout Driver Motor Tiga Fasa	40
23. Skema rangkaian Monitoring Kecepatan MASTS	41
24. Layout Rangkaian Monitoring Kecepatan MASTS.....	41
25. Skema Rangkaian LCD 16x2 dengan i2c	42
26. LCD 16x2 menggunakan i2c	42
27. Proses Perancangan Perangkat Lunak Pada Arduino	43
28. Rancang Fisik Alat.....	49

29. Rancangan MASTS	50
30. Inverter Keseluruhan.....	51
31. Power Supply Protek PL-3005T	57
32. Pengukuran RPM menggunakan Sensor Hall dan Tachometer 20%	59
33. Pengukuran RPM menggunakan Sensor Hall dan Tachometer 40%	59
34. Pengukuran RPM menggunakan Sensor Hall dan Tachometer 60%	60
35. Pengukuran RPM menggunakan Sensor Hall dan Tachometer 80%	60
36. Pengukuran RPM menggunakan Sensor Hall dan Tachometer 100%	61
37. Pengukuran PWM Inverter	62
38. Pengukuran Gelombang pada Sensor Hall A.....	65
39. Pengukuran Gelombang pada Sensor Hall B.....	65
40. Pengukuran Gelombang pada Sensor Hall C.....	66
41. Proses Pengukuran Gelombang Pada Fasa A	68
42. Proses Pengukuran Gelombang Pada Fasa B.....	68
43. Proses Pengukuran Gelombang Pada Fasa C.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Sheet IRF 3205	76
2. Data Sheet LCD 16x2	84
3. Data Sheet SS 8050.....	92
4. Data Sheet SS 8550.....	97
5. Data Sheet Arduino Nano	102

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dari berkembangnya teknologi bidang industri banyak dibutuhkan alat-alat yang dapat mendukung cara kerja manusia menjadi lebih praktis. Mesin Arus Searah Tanpa Sikat (MASTS) sudah banyak terapkan sebagai contoh yaitu kereta listrik, dan manipulator robot yang memerlukan kontrol performa kecepatan. Namun penggunaan MASTS dalam bidang industri tidak serta merta ditinggalkan karena efisiensi MASTS yang tinggi. Kebutuhan tersebut menginginkan agar suatu MASTS memiliki *performance* yang lebih baik, dari posisi kecepatannya maupun keandalan mempertahankan kecepatannya.

MASTS biasanya memiliki kecepatan lebih tinggi dan biaya perawatan yang rendah dibandingkan motor penggerak jenis lain. Hal ini terjadi karena MASTS tidak menggunakan sikat untuk menunjang komutasi. Namun MASTS memiliki efisiensi yang rendah dibandingkan mesin penggerak jenis lain dan cepat panas. Ini terjadi akibat rotor yang terbuat dari kumparan diinduksi dengan medan magnet putar stator sehingga akan menimbulkan arus pada rotor. Arus pada kumparan rotor ini menyebabkan rotor menjadi panas karena terdapat disipasi daya. Selain itu karena motor ini hanya dapat bekerja pada saat kumparan rotor dialiri arus dan menjadi magnet, kecepatan putaran rotor akan lebih jauh dibandingkan dengan kecepatan putaran medan magnet stator. Hal ini

menyebabkan efisiensi MASTS cenderung lebih rendah dibandingkan dengan mesin penggerak jenis lain.

Sistem komutasi pada MASTS harus diatur secara elektronik karena lilitan kawat pada stator harus dinyalakan-dimatikan (on-of) atau dienergizer secara berurutan dan teratur. Oleh karena itu, dibutuhkan sensor hall yang dapat memberikan informasi secara persisi kepada controller untuk mengatur lilitan mana yang harus dialiri listrik.

Pada MASTS memiliki cara kerja yang berbeda dengan mesin penggerak jenis lain yaitu dengan mengatur perpindahan arus elektromagnetis secara bertahap pada komutator. Sehingga untuk membuat motor MASTS bergerak dan berputar dibutuhkan penggerak daya (*driver*) dengan rangkaian kontrol analog ataupun mikrocontroller.

Penggerak daya (*driver*) merupakan alat yang memfasilitasi dalam menggerakkan dan mengatur kecepatan MASTS dengan komponen utama pada driver tersebut adalah komponen switching. Konstruksi MASTS terdiri dari stator yang terbuat dari kumparan dan rotor terbuat dari magnet permanen. Sumber tegangan utama MASTS adalah tegangan DC, MASTS memiliki back EMF *trapezoidal*. Agar MASTS dapat bekerja, diperlukan adanya medan putaran magnet stator. Untuk mendapatkan medan magnet putaran stator diperlukan sumber tegangan AC 3 fasa pada stator MASTS. Oleh karena itu digunakan inverter 3 fasa untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC 3 fasa. Berdasarkan bentuk tegangan AC 3 fasa yang dihasilkan oleh inverter dapat dilihat dalam pengendalian inverter

MASTS yakni mengukur kecepatan MASTS pada sensor hall. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis tertarik untuk membuat seperangkat alat sebagai Tugas Akhir dengan judul *“perancangan inverter tiga fasa dengan monitoring kecepatan MASTS menggunakan sensor hall berbasis arduino”*

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada sebagai berikut:

1. Pengontrol MASTS yang kurang efisien.
2. Pengendali kecepatan motor belum efektif .
3. Operasi kecepatan pada MASTS belum terkontrol.
4. Kecepatan putaran MASTS belum termonitoring.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan indentifikasi masalah, permasalahan dibatasi pada perancangan inverter tiga fasa dengan monitoring kecepatan mesin arus searah tanpa sikat menggunakan sensor hall berbasis arduino, dengan ruang lingkup kajian sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembuatan inverter tiga fasa.
2. Perancangan dan pembuatan rangkaian monitoring kecepatan MASTS.
3. Perancangan pengontrol kecepatan MASTS dengan menggunakan arduino.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah dapat dirumuskan permasalahannya yaitu:

1. Bagaimana perancangan dan pembuatan inverter tiga fasa.
2. Bagaimana perancangan dan pembuatan rangkaian monitoring kecepatan MASTS?
3. Bagaimana perancangan pengontrol kecepatan MASTS dengan menggunakan arduino?

E. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang akan dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancangan dan pembuatan inverter tiga fasa untuk menggerakkan MASTS.
2. Dapat merancang dan membuat rangkaian monitoring kecepatan MASTS.
3. Dapat merancang pengontrol kecepatan MASTS dengan menggunakan arduino.

F. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui fungsi inverter tiga fasa pada MASTS.
2. Mengetahui sistem monitoring kecepatan .
3. Mengetahui sistem rangkaian pengontrol kecepatan MASTS dengan menggunakan arduino.

BAB V

PENUTUP

berdasarkan perancangan inverter tiga fasa dengan monitoring kecepatan motor arus searah tanpa sikat menggunakan sensor hall berbasis arduino dari hasil pengujian alat yang dilakukan dan memperhatikan cara kerja alat, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

A. Kesimpulan

1. Inverter tiga fasa yang dirancang dapat menggerakkan MASTS dengan cara mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC tiga fasa.
2. Rangkaian monitoring kecepatan MASTS dapat membaca Kecepatan MASTS melalui sinyal sensor hall dengan toleransi 6,2%.
3. Arduino yang digunakan dapat mengontrol kecepatan MASTS melalui sinyal PWM yang diberikan oleh arduino berdasarkan input Potensiometer.

B. Saran

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama perancangan dan pembuatan sistem keamanan kendaraan terintegrasi ada beberapa kendala yang dihadapi dan disini akan disampaikan beberapa saran yang bermanfaat untuk pengembangan dan penyempurnaan rancangan alat ini selanjutnya.

1. Rangkaian inverter membutuhkan 2 sumber tegangan yaitu 48 dan 12 volt, untuk itu sebaiknya ditambahkan rangkaian regulator untuk

menurunkan tegangan 48 menjadi 12 volt agar inverter hanya menggunakan 1 input sumber tegangan.

2. Untuk menampilkan data kecepatan dan pembacaan sensor hall, digunakan 2 arduino, agar tidak mengganggu jalan program pada arduino utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, Abdul. 2012. *Algoritma & Pemrograman menggunakan Bahasa C dan C++*. Yogyakarta: Andi.
- Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduin*. Yogyakarta: Andi.
- B. Gustomo. 2015. *Pengenalan Arduino dan pemrogramannya*. Bandung: Informatika Bandung.
- Ajje, Sapta. 2016. *Buku Mudah Belajar Mikrokontroller dengan Arduino*. https://www.academia.edu/11472322/Buku_Mudah_Belajar_Mikrokontroller_dengan_Arduino. Diakses 23 Mei 2016.
- Giancoli, Douglas. 1988. *Fisika Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Anonim. 2013. *Pengertian Dasar Inverter*. <http://mujangdwi.blogspot.com/2013/01/Pengertian-Dasar-Inverter.html>.
- Leonard N. Elevich. 2005. *3-Phase BLDC Motors Control with Hall Sensors Using 56800/E Digital*.