

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN INVERTER 1 FASE DARI 12 VDC KE 220 VAC MENGGUNAKAN SINUSOIDAL PULSE WIDTH MODULATION (SPWM)

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Yuda Mandala Putra

N.I.M. : 41419110159

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN INVERTER 1 FASE DARI 12 VDC KE 220 VAC MENGGUNAKAN SINUSOIDAL PULSE WIDTH MODULATION (SPWM)



Disusun Oleh :

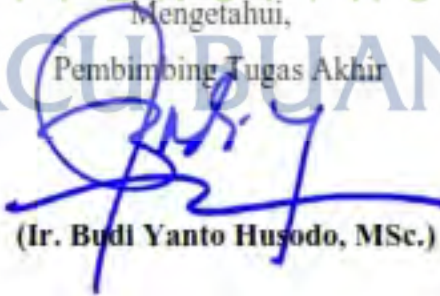
Nama : Yuda Mandala Putra

NIM : 41419110159


Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

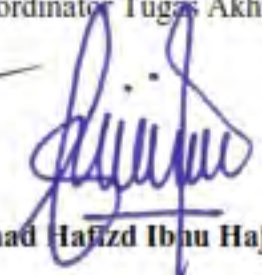
Pembimbing Tugas Akhir


(Ir. Budi Yanto Husodo, MSc.)

Kaprodi Teknik Elektro


(Dr. Setiyo Budlyanto, ST., MT.)

Koordinator Tugas Akhir


(Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST., M.Sc.)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuda Mandala Putra
N.I.M : 41419110159
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun Inverter 1 Fase dari 12 VDC ke 220
VAC Menggunakan Sinusoidal Pulse Width Modulation
(SPWM)

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

MERCU BUANA

Penulis,



Yuda Mandala Putra

KATA PENGANTAR

Puji sukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan anugerah, kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Inverter 1 Fase dari 12 VDC ke 220 VAC Menggunakan Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM)” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir, Universitas Mercu Buana.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, yang selama ini telah memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
5. Orang tua Saya Bapak Edward Hanan (Alm) dan Ibu Yuniah yang selalu memberikan doa, motivasi dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
6. Mama Yulianty dan Henni Meilany yang selalu memberikan doa, motivasi dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Elektro 2019 angkatan 35 Universitas Mercu Buana yang telah mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis.
8. Kak, Adik dan sahabat-sahabat saya seperti Kak Edwin, Kak Novi, Bang Wawan, Kak Andre, Kak Ade, Ayuk Lia, Ayuk Pipit, Ayuk Ery, Teh Ecy,

Manda, Bayu, Taufiq, Riza, Donna, Yopi dan Eli yang selalu menemani dan memberikan motivasi serta semangat kepada penulis selama kuliah.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas masukan dan waktu untuk memberi penulis masukan dalam proses penulisan Tugas Akhir.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan tersebut dan membuka diri untuk menerima saran dan kritik serta masukan bagi diri penulis.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas.



Jakarta, Januari 2021

Penulis

Yuda Mandala Putra

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Letak geografis Indonesia di antara benua Asia dan Amerika serta Samudra Pasifik dan Hindia berpengaruh terhadap kondisi alam yang berpotensi dalam pengembangan energi surya. Didukung dengan hanya memiliki 2 musim sepanjang tahunnya yaitu musim kemarau dan musim penghujan menyebabkan Indonesia memiliki nilai surplus sinar matahari sepanjang tahunnya.

Sel surya merupakan sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Listrik yang dihasilkan sel surya tersebut berupa listrik arus searah (DC) sehingga harus dikonversikan menjadi listrik arus bolak-balik (AC) 50Hz dengan menggunakan inverter. Dari segi efisiensi inverter jenis pure sine wave lebih baik daripada square wave dan modified sine wave. Sebab gelombang output yang dihasilkan berbentuk sinusoidal murni dengan distorsi yang rendah.

Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang sebuah inverter pure sinewave menggunakan topologi Voltage Source Inverter (VSI) dengan teknik pemicuan sinusoidal pulse-width modulation (SPWM). Dari hasil pengujian dengan beban lampu bohlam 5 watt sampai 60 watt diperoleh output inverter dengan bentuk gelombang sinus murni dengan efisiensi 58,42% sampai 71,25%.

Kata Kunci : inverter, pure sine wave , Voltage Source Inverter, SPWM, efisiensi.

ABSTRACT

Indonesia's geographic location between the continents of Asia and America as well as the Pacific and Indian Oceans has an impact on natural conditions that have the potential for the development of solar energy. Supported by only having 2 seasons throughout the year, namely the dry season and the rainy season, Indonesia has a surplus value of sunlight throughout the year.

Solar cell is a power plant that uses solar energy as the main energy source. The electricity generated by these solar cells is in the form of direct current (DC) electricity so that it must be converted into 50Hz alternating current (AC) electricity by using an inverter. In terms of efficiency, pure sine wave type inverters are better than square wave and modified sine wave. Because the resulting output wave is pure sinusoidal with low distortion.

Therefore, in this study, a pure sinewave inverter was designed using a Voltage Source Inverter (VSI) topology with sinusoidal pulse-width modulation (SPWM) technique. From the test results with a light bulb load of 5 watts to 60 watts, the inverter output is obtained with a pure sine wave form with an efficiency of 58.42% to 71.25%.

Kata Kunci : inverter, pure sine wave , Voltage Source Inverter, SPWM, efisiensi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Permasalahan	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.1.1 Literatur 1 (Jurnal 1)	5
2.1.2 Literatur 2 (Jurnal 2)	7
2.1.3 Literatur 3 (Jurnal 3)	8
2.1.4 Literatur 4 (Jurnal 4)	9
2.1.5 Literatur 5 (Jurnal 5)	9
2.2 Inverter	11
2.2.1 Square Wave PWM.....	14
2.2.2 Sinusoidal PWM	15
2.3 Topologi Voltage Source Inverter.....	18
2.4 Topologi Current Source Inverter	19
2.5 Topologi Z-Source Inverter	19
2.6 PWM	20

2.6.1	Pengertian PWM.....	20
2.6.2	Duty Cycle.....	21
2.7	Transistor Daya.....	21
2.7.1	SCR.....	22
2.7.2	TRIAC.....	22
2.7.3	MOSFET.....	23
2.7.4	IGBT.....	24
2.8.	Transformator.....	27
2.8.2	Prinsip Kerja Transformator.....	28
2.9	Arduino Uno R3.....	29
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM		33
3.1.	Diagram Alir Perancangan.....	33
3.2	Blok Diagram Sistem.....	34
3.3	Desain Perancangan Elektrik.....	35
3.3.1	Baterai.....	35
3.3.2	Regulator Suplai Daya DC 9 Volt.....	35
3.3.3	Rancangan Inverter 1 Fase.....	36
3.3.4	Rangkaian Kontrol SPWM.....	37
3.3.5	Pembangkitan PWM.....	37
3.3.6	Sensor Tegangan Feedback.....	38
3.3.7	Sistem Kontrol AVR.....	39
3.3.8	Filter L-C.....	40
3.4	Pembuatan Look up Table Sinusoidal.....	41
3.4	Perakitan Rancang Bangun Inverter.....	43
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Pengujian Sinyal Keluaran SPWM.....	44
4.2	Pengujian Tegangan dan Frekuensi Keluaran Inverter.....	46
4.3	Pengujian Keluaran Inverter Dengan Variasi Beban.....	48
4.4	Pengujian Efisiensi Inverter.....	50

BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	57



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tabel Perbandingan Jurnal.....	10
Tabel 2. 2	Tabel Perbandingan Transistor Daya	26
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian output variasi beban	49
Tabel 4. 2	Hasil pengujian efisiensi terhadap variasi beban	51



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambar Blok Diagram Sistem.....	6
Gambar 2. 2	Jaringan PLN yang terkoneksi dengan dua VSI.....	7
Gambar 2. 3	Blok Diagram Sistem.....	8
Gambar 2. 4	Blok Diagram Inverter.....	12
Gambar 2. 5	Rangkaian switching inverter jembatan penuh.....	12
Gambar 2. 6	Bentuk Gelombang Keluaran teganga inverter jembatan penuh ...	13
Gambar 2. 7	Single Pulse with modulation.....	14
Gambar 2. 8	Sinusoidal pulse width modulation.....	15
Gambar 2. 9	Topologi unipolar SPWM dan karakteristik gelombang keluaran	17
Gambar 2. 10	Karakteristik skema pensaklara dan gelombang keluara bipolar pulse-width modulation.....	17
Gambar 2. 11	Blok Diagram Topologi voltage source inverter.....	19
Gambar 2. 12	Blok Diagram Topologi current source inverter.....	19
Gambar 2. 13	Blok diagram topologi Z-Source pada aplikasi inverter 3 fasa	20
Gambar 2. 14	Sinyal PWM.....	21
Gambar 2.15	Duty Cycle PWM.....	21
Gambar 2. 16	Bentuk SCR.....	22
Gambar 2. 17	Bentuk Fisik IGBT.....	25
Gambar 2. 18	Karakteristik Switching dari IGBT.....	26
Gambar 2. 19	Lambang Transformator Step-Up.....	28
Gambar 2. 20	Skema transformator step-down.....	28
Gambar 2. 21	Bagian-bagian Transformator.....	28
Gambar 2. 22	Lambang Transformator.....	29
Gambar 2. 23	Skema Transformator Kumputan Primer dan Kumputan Sekunder terhadap Medan Magnet.....	29
Gambar 2. 24	Bentuk fisik arduino UNO R3.....	31
Gambar 2. 25	Nama pin ATmega328 yang dipakai oleh Arduino Uno R3.....	31
Gambar 3. 2	Diagram Alir Perancangan Alat.....	33
Gambar 3. 3	Blok diagram sistem.....	34
Gambar 3. 4	Baterai 12 Vol.....	35
Gambar 3. 5	Modul Regulator LM2596S.....	35
Gambar 3. 6	Desain Rangkaian Inverter 1 fase.....	36
Gambar 3. 7	Desain Rangkaian sensor tegangan feedback inverter.....	38
Gambar 3. 8	Blok Diagram sistem kontrol AVR.....	40
Gambar 3. 9	Desain Filter L-C.....	40
Gambar 3. 10	Software Smart Sine.....	42
Gambar 3. 11	Grafik sinus dan data konversi.....	42
Gambar 3. 12	Hasil Perakitan Inverter.....	43
Gambar 4. 1	Blok Diagram Pengujian keluaran SPWM.....	45
Gambar 4. 2	Hasil sinyal PWM pada pin 9 dan 10 arduino.....	45
Gambar 4. 3	Skema Pengujian output Inverter.....	46

Gambar 4. 4	Hasil Gelombang output.....	47
Gambar 4. 5	Hasil Pembacaan output inverter	47
Gambar 4. 6	Gelombang output inverter tanpa filter	48
Gambar 4. 7	Skema Pengujian.....	49
Gambar 4. 8	Skema Pengujian input output	51
Gambar 4. 9	Pengukuran tegangan dan arus input saat tanpa beban	52

