

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

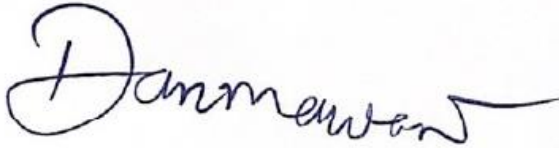
**RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA
SISTEM 24 V DAN 48 V MENGGUNAKAN MOSFET
DENGAN DRIVER EGS002 PURE SINE WAVE
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTH)**

Oleh:

Nama : Ilham Raafli
NPM : 19410300348

Telah disetujui oleh:
Tanggal: 31 Juli 2023

Dosen Pembimbing I



Isra' Nuur Darmawan, S.T., M.Eng.
NIDN. 0609038904

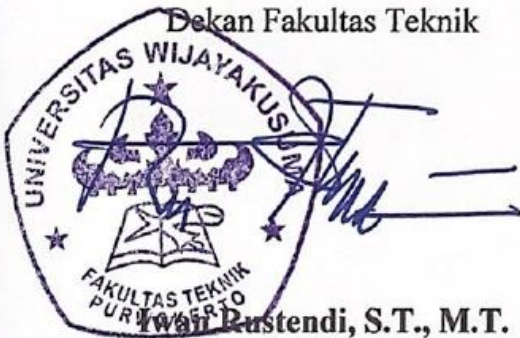
Dosen Pembimbing II



Kholistianingsih, S.T., M.Eng.
NIDN. 0019107501

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Wahid Rustendi, S.T., M.T.
NIDN. 0610017201

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Isra' Nuur Darmawan, S.T., M.Eng.
NIDN. 0609038904

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA
SISTEM 24 V DAN 48 V MENGGUNAKAN MOSFET
DENGAN DRIVER EGS002 PURE SINE WAVE
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTH)**

Oleh:

Nama : Ilham Raafli
NPM : 19410300348

Telah diuji dan disahkan:

Tanggal: 26 Agustus 2023

Dosen Penguji I



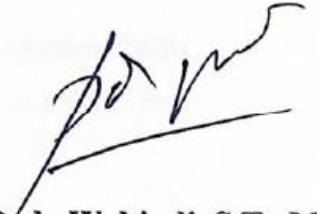
Isra' Nuur Darmawan, S.T., M.Eng.
NIDN. 0609038904

Dosen Penguji II



Kholistianingsih, S.T., M.Eng.
NIDN. 0019107501

Dosen Penguji III



Dody Wahjudi, S.T., M.T.
NIDN. 0621057501

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Iwan Rustendi, S.T., M.T.
NIDN. 0610017201

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Isra' Nuur Darmawan, S.T., M.Eng.
NIDN. 0609038904

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Ilham Raafli
NPM : 19410300348
Email : ilhamraflay12@gmail.com
Phone : 081542862697
Tempat, Tanggal Lahir : Banyumas, 27 November 2000
Alamat : Jalan Tipar Baru No 29 RT 004 RW 003, Kranji,
Purwokerto Timur, Banyumas, Jawa Tengah, 53116
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA
SISTEM 24 V DAN 48 V MENGGUNAKAN MOSFET
DENGAN *DRIVER* EGS002 *PURE SINE WAVE*
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTH)

MENYATAKAN

Bahwa judul Tugas Akhir yang saya ajukan dan saya buat menjadi Tugas Akhir adalah hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil duplikasi dari karya orang lain, kecuali telah disebutkan sumbernya jelas.

Purwokerto, 08 September 2023

Penulis



Ilham Raafli

ABSTRAK

Perkembangan sistem pembangkit listrik mulai terasa seperti sistem pembangkit listrik saat ini sedang dikonversi ke sumber energi terbarukan, sebagai contoh Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) yang biasanya bersumber dari dua pembangkit yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). PLTH menghasilkan arus berupa arus searah (DC) yang kemudian dialirkan ke baterai untuk disimpan, diperlukan inverter untuk mengkonversi arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Tugas akhir ini merancang bangun inverter *pure sine wave* 450 W dengan sistem 24 V dan 48 V frekuensi 50 Hz dan 60 Hz. Hasil dari rancangan inverter menggunakan *main board kit* inverter 8 mosfet TO-247 HY 4008 dengan *driver* EGS002 menghasilkan tegangan *output* AC 210 V-240 V. Pengujian dilakukan 8 kali disetiap sistem dan frekuensi menggunakan beban 10 %-85 % dari kapasitas inverter. Perbedaan nilai efisiensi pada inverter sistem 24 V dan 48 V dengan frekuensi 50 Hz dan 60 Hz tidak terlalu jauh ketika inverter terbebani beban 30 % keatas dari kapasitas inverter. Inverter yang telah di bangun memiliki efisiensi 71,73 %-82,01 % pada sistem 24 V frekuensi 50 Hz/60 Hz dan 69,65 %-82,03 % pada sistem 48 V frekuensi 50 Hz/60 Hz. Inverter sistem 48 V frekuensi 50 Hz/60 Hz memiliki nilai efisiensi lebih besar dari sistem 24 V frekuensi 50 Hz/60 Hz. Sistem proteksi *low voltage disconnect* bekerja dengan cara memutus tegangan ke beban ketika tegangan baterai turun menjadi 50 % dan akan kembali menghubungkan kembali tegangan ke beban ketika tegangan baterai telah mencapai 100 %.

Kata kunci: PLTH, inverter, EGS002, sistem 24 V/48 V, frekuensi 50 Hz/60 Hz, efisiensi, *low voltage disconnect*.

ABSTRACT

The development of power generation systems is starting to feel like power generation systems are currently being converted to renewable energy sources, for example hybrid power plants (PLTH) which are usually sourced from two plants, namely Solar Power Plants (PLTS) and wind power plants (PLTB). PLTH produces current in the form of direct current (DC) which is then flowed to the battery for storage, an inverter is needed to convert direct current (DC) into alternating current (AC). This final project designing pure sine wave 450 W inverter with 24 V and 48 V system frequency 50 Hz and 60 Hz. The results of the inverter design using the inverter main board kit 8 mosfet to-247 HY 4008 with EGS002 driver produces an AC output voltage of 210 V-240 V. Testing was carried out 8 times in each system and the frequency using a load of 10% -85% of the inverter capacity. The difference in the efficiency value of the inverter system 24 V and 48 V with a frequency of 50 Hz and 60 Hz is not too far when the inverter is burdened with a load of 30% and above of the inverter capacity. The Inverter that has been built has an efficiency of 71.73 % -82.01 % on a 24 V system with a frequency of 50 Hz/60 Hz and 69.65 % - 82.03 % on a 48 V system with a frequency of 50 Hz/60 Hz. Inverter system 48 V frequency 50 Hz/60 Hz has a greater efficiency value than the system 24 V frequency 50 Hz / 60 Hz. The low voltage disconnect protection system works by disconnecting the voltage to the load when the battery voltage drops to 50 % and will reconnect the voltage to the load when the battery voltage has reached 100 %.

Keywords: *PLTH, inverter, EGS002, system 24 V/48 V, frequency 50 Hz/60 Hz, efficiency, low voltage disconnect.*

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur saya panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala, atas rahmat-Nya dan segala katunianya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA SISTEM 24 V DAN 48 V MENGGUNAKAN MOSFET DENGAN DRIVER EGS002 PURE SINE WAVE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTH)”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Wijayakusuma Purwokerto.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini saya menyampaikan terimakasih setulus-tulusnya kepada:

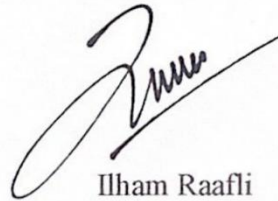
1. Bapak Dr. H. Heru Cahyo, M.Si. selaku Rektor Universitas Wijayakusuma Purwokerto.
2. Bapak Iwan Rustendi, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto.
3. Bapak Isra' Nuur Darmawan, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto dan selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Kholistianingsih, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh *staff* pengajar Fakultas Teknik Elektro Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang telah memberikan ilmu yang tak ternilai selama penulis menempuh Pendidikan di Universitas Wijayakusuma Purwokerto.
6. Seluruh tim PLTH Bayu Baru Mbah Wiji, Pak Hani, Pak Murjito, Mas Iwan, Mas Aar, Mas Arif, dan Mas Jefri yang telah memberikan ilmu yang tak ternilai selama penulis merancang dan membangun alat ini.
7. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas *support* yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis.
8. Diri saya sendiri yang selalu bersemangat mengerjakan Tugas Akhir setiap langkah demi langkah.

9. Teman satu team *project* Ghazy, Alif, dan Ilham yang telah berusaha keras menyumbangkan pikiran, tenaga, dan waktu sehingga *project* PLTH ini dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan keinginan.
10. Seluruh teman saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan *support* dan semangat.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, maka dari itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Purwokerto, 08 September 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ilham Raafli', with a long horizontal flourish extending to the right.

Ilham Raafli

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1 Inverter	5
2.2.2 <i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>	8
2.2.3 <i>Main Board Kit</i> Inverter Dengan Modul EGS002	8
2.2.4 <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>	9
2.2.5 Baterai.....	10
2.2.6 <i>Low Voltage Disconnect</i>	12
2.2.7 Kapasitor.....	13
2.2.8 <i>Transformator</i>	13
2.2.9 Induktor	14
2.2.10 <i>Mini Circuit Breaker</i>	15
2.2.11 Relay	15
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Perancangan Inverter	26
3.4 Variabel Penelitian.....	30
3.5 Prosedur Penelitian	30
3.6 Rangkaian Beban	31
3.7 Pengambilan Data	32
3.8 Analisis Sistem Proteksi	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Rancangan	36
4.2 Proses Pengambilan Data.....	39

4.3	Analisis Efisiensi	43
4.2.1	Perhitungan Efisiensi Inverter Sistem 24 V Frekuensi 50 Hz	45
4.2.2	Perhitungan Efisiensi Inverter Sistem 24 V Frekuensi 60 Hz	49
4.2.3	Perhitungan Efisiensi Inverter Sistem 48 V Frekuensi 50 Hz	52
4.2.3	Perhitungan Efisiensi Inverter Sistem 48 V Frekuensi 60 Hz	56
4.4	Analisis Sistem Proteksi LVD	60
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Dasar Kerja Inverter.....	6
Gambar 2.2 <i>Square Sine Wave</i>	6
Gambar 2.3 <i>Modified Sine Wave</i>	7
Gambar 2.4 <i>Pure Sine Wave</i>	7
Gambar 2.5 <i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>	8
Gambar 2.6 <i>Main Board Kit</i> Inverter Bermodul EGS002.....	9
Gambar 2.7 Modul EGS002.....	9
Gambar 2.8 Mosfet.....	10
Gambar 2.9 Baterai.....	11
Gambar 2.10 Low Voltage Disconnect.....	13
Gambar 2.11 Kapasitor.....	13
Gambar 2.12 <i>Transformator</i>	14
Gambar 2.13 Induktor.....	15
Gambar 2.14 <i>Mini Circuit Breaker</i>	15
Gambar 2.15 Relay.....	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	17
Gambar 3.2 <i>Panel Box</i>	19
Gambar 3.3 <i>Main Board</i> Inverter <i>Kit</i>	20
Gambar 3.4 Trafo Toroid.....	21
Gambar 3.5 Baterai.....	21
Gambar 3.6 Induktor.....	22
Gambar 3.7 Kapasitor.....	23
Gambar 3.8 <i>Low Voltage Disconnect</i>	23
Gambar 3.9 MCB DC dan AC.....	24
Gambar 3.10 Relay AC.....	25
Gambar 3.11 Wattmeter DC dan AC.....	25
Gambar 3.12 Diagram Blok Konfigurasi Sistem Inverter.....	27
Gambar 3.13 Skema Wiring Inverter Sistem 24 V.....	28
Gambar 3.14 Skema Wiring Inverter Sistem 48 V.....	29
Gambar 3.15 Diagram Blok Tahapan Penelitian.....	31
Gambar 3.16 Diagram Blok Rangkaian Pembeban.....	31
Gambar 4.1 Inverter Tampak Depan.....	36
Gambar 4.2 Inverter Tampak Dalam.....	36
Gambar 4.3 Bentuk Gelombang <i>Output</i> Inverter.....	37
Gambar 4.4 <i>Output</i> Inverter 50 Hz.....	38
Gambar 4.5 <i>Output</i> Inverter 60 Hz.....	38
Gambar 4.6 Selisih Tegangan AC pada <i>Display</i> dan Alat Ukur.....	39
Gambar 4.7 Selisih Arus AC pada <i>Display</i> dan Alat Ukur.....	39
Gambar 4.8 Selisih Tegangan Baterai atau DC pada <i>Display</i> dan Alat ukur.....	40
Gambar 4.9 Selisih Arus Baterai atau DC pada <i>Display</i> dan Alat Ukur.....	40
Gambar 4.10 Diagram Blok Konfigurasi <i>Oscilloscope</i> pada PLTH.....	41
Gambar 4.11 Letak <i>Probe Osilloscope</i> pada Inverter.....	41
Gambar 4.12 <i>Testing</i> Inverter menggunakan <i>Osillosope</i>	42
Gambar 4.13 Frekuensi 50 Hz pada <i>Display</i>	42
Gambar 4.14 Frekuensi 60 Hz pada <i>Display</i>	42

Gambar 4.15 <i>Sample</i> Pengujian.....	44
Gambar 4.16 Grafik Tegangan Baterai Sistem 24 V 50 Hz.....	47
Gambar 4.17 Grafik Efisiensi Inverter Sistem 24 V 50 Hz	48
Gambar 4.18 Grafik Tegangan Baterai Sistem 24 V 60 Hz.....	51
Gambar 4.19 Grafik Efisiensi Inverter Sistem 24 V 60 Hz	51
Gambar 4.20 Grafik Tegangan Baterai Sistem 48 V 50 Hz.....	54
Gambar 4.21 Grafik Efisiensi Inverter Sistem 48 V 50 Hz	55
Gambar 4.22 Grafik Tegangan Baterai Sistem 48 V 60 Hz.....	58
Gambar 4.23 Grafik Efisiensi Inverter Sistem 48 V 60 Hz	58
Gambar 4.24 Batas Bawah LVD.....	60
Gambar 4.25 <i>Reconnect</i> LVD.....	61
Gambar 4.26 Ketika Beban Terputus.....	61
Gambar 4.27 Ketika Beban Kembali Terhubung.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 SoC AGM 24 V.....	12
Tabel 2.2 SoC AGM 48 V.....	12
Tabel 3.1 Spesifikasi panel <i>box</i>	19
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>main board</i> inverter <i>kit</i>	20
Tabel 3.3 Spesifikasi trafo toroid	21
Tabel 3.4 Spesifikasi baterai	22
Tabel 3.5 Spesifikasi induktor.....	22
Tabel 3.6 Spesifikasi kapasitor	23
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>low voltage disconnect</i>	23
Tabel 3.8 Spesifikasi MCB DC.....	24
Tabel 3.9 Spesifikasi MCB AC.....	24
Tabel 3.10 Spesifikasi relay AC.....	25
Tabel 3.11 Spesifikasi wattmeter DC.....	25
Tabel 3.12 Spesifikasi wattmeter AC.....	26
Tabel 3.13 Tabel pengujian inverter	34
Tabel 4.1 Spesifikasi inverter yang telah dibangun	37
Tabel 4.2 Hasil kalibrasi alat ukur	40
Tabel 4.3 Hasil <i>osilloscope</i>	43
Tabel 4.4 Perbandingan nilai daya pada <i>display</i> dan perhitungan.....	45
Tabel 4.5 Sistem 24 V frekuensi 50 Hz terhadap tegangan baterai	45
Tabel 4.6 Sistem 24 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 90 %-100 %	46
Tabel 4.7 Sistem 24 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 70 %-80 %	46
Tabel 4.8 Sistem 24 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 50 %-60 %	47
Tabel 4.9 Sistem 24 V frekuensi 60 Hz terhadap tegangan baterai	49
Tabel 4.10 Sistem 24 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 90 %-100 %	49
Tabel 4.11 Sistem 24 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 70 %-80 %	50
Tabel 4.12 Sistem 24 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 50 %-60 %	50
Tabel 4.13 Sistem 48 V frekuensi 50 Hz terhadap tegangan baterai	52
Tabel 4.14 Sistem 48 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 90 %-100 %	53
Tabel 4.15 Sistem 48 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 70 %-80 %	53
Tabel 4.16 Sistem 48 V frekuensi 50 Hz simulasi SoC baterai 50 %-60 %	54
Tabel 4.17 Sistem 48 V frekuensi 60 Hz terhadap tegangan baterai	56
Tabel 4.18 Sistem 48 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 90 %-100 %	56
Tabel 4.19 Sistem 48 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 70 %-80 %	57
Tabel 4.20 Sistem 48 V frekuensi 60 Hz simulasi SoC baterai 50 %-60 %	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 5.1 Data Pada Sistem 24 V 50 Hz Terhadap Tegangan Baterai	68
Lampiran 5.2 Data Pada Sistem 24 V 50 Hz Simulasi SoC 90 %-100 %.....	69
Lampiran 5.3 Data Pada Sistem 24 V 50 Hz Simulasi SoC 70 %-80 %.....	70
Lampiran 5.4 Data Pada Sistem 24 V 50 Hz Simulasi SoC 50 %-60 %.....	71
Lampiran 5.5 Data Pada Sistem 24 V 60 Hz Terhadap Tegangan Baterai	72
Lampiran 5.6 Data Pada Sistem 24 V 60 Hz Simulasi SoC 90 %-100 %.....	73
Lampiran 5.7 Data Pada Sistem 24 V 60 Hz Simulasi SoC 70 %-80 %.....	74
Lampiran 5.8 Data Pada Sistem 24 V 50 Hz Simulasi SoC 50 %-60 %.....	75
Lampiran 5.9 Data Pada Sistem 48 V 50 Hz Terhadap Tegangan Baterai	76
Lampiran 5.10 Data Pada Sistem 48 V 50 Hz Simulasi SoC 90 %-100 %.....	77
Lampiran 5.11 Data Pada Sistem 48 V 50 Hz Simulasi SoC 70 %-80 %.....	78
Lampiran 5.12 Data Pada Sistem 48 V 50 Hz Simulasi SoC 50 %-60 %.....	79
Lampiran 5.13 Data Pada Sistem 48 V 60 Hz Terhadap Tegangan Baterai	80
Lampiran 5.14 Data Pada Sistem 48 V 60 Hz Simulasi SoC 90 %-100 %.....	81
Lampiran 5.15 Data Pada Sistem 48 V 60 Hz Simulasi SoC 70 %-80 %.....	82
Lampiran 5.16 Data Pada Sistem 48 V 50 Hz Simulasi SoC 50 %-60 %.....	83
Lampiran 5.17 Dokumentasi Saat Perancangan Inverter	84
Lampiran 5.18 Dokumentasi Saat Pengambilan Data.....	85
Lampiran 5.19 Dokumentasi Saat Pengambilan Data.....	86
Lampiran 5.20 Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNWIKU	87
Lampiran 5.21 Surat Ijin Penelitian DINAS PUP ESDM DIY	90
Lampiran 5.22 Surat Balasan Ijin Penelitian DINAS PUP ESDM DIY	91
Lampiran 5.23 Surat Ijin Penelitian Kelurahan Caturharjo Bantul DIY	92
Lampiran 5.24 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing I	93
Lampiran 5.25 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing II.....	94