



**PEMANFAATAN KONVERSI LISTRIK *DIRECT CURRENT* MENJADI
ALTERNATING CURRENT PADA SEPEDA STATIS PENGHASIL
ENERGI LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI
UNDERVOLTAGE BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

Irsalina Almas Nur Sabrina

40040619650033

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN KONVERSI LISTRIK *DIRECT CURRENT* (DC)
MENJADI *ALTERNATING CURRENT* (AC) PADA SEPEDA STATIS
PENGHASIL ENERGI LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING DAN
DETEKSI *UNDERVOLTAGE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Diajukan oleh :

Irsalina Almas Nur Sabrina

NIM : 40040619650033

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,



Drs. Eko Arivanto, M.T.
NIP. 196004051986021001

Tanggal : 20 Juni 2023

Mengetahui

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Arkhan Subari, S.T., M. Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN KONVERSI LISTRIK *DIRECT CURRENT* MENJADI
ALTERNATING CURRENT PADA SEPEDA STATIS PENGHASIL ENERGI
LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI
UNDERVOLTAGE BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

Oleh :

Irsalina Almas Nur Sabrina

NIM : 40040619650033

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada,

hari :

tanggal :

PENGUJI I

PENGUJI II

PENGUJI III

Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Ir. H. Saiful Manan, M.T.
NIP. 196104221987031001

Drs. Eko Ariyanto, M.T.
NIP. 196004051986021001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irsalina Almas Nur Sabrina
NIM : 40040619650033
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Judul tugas akhir : **PEMANFAATAN KONVERSI LISTRIK *DIRECT CURRENT* MENJADI *ALTERNATING CURRENT* PADA SEPEDA STATIS PENGHASIL ENERGI LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI *UNDERVOLTAGE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 12 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,

Irsalina Almas Nur Sabrina

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya dan adik saya yang sudah memberikan doa serta semangat yang tak pernah henti sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Drs. Eko Ariyanto, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi STr. Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
4. Teman sekelompok tugas akhir saya Clarisa Yolandyta
5. Teman-teman program studi STr. Teknik Listrik Industri angkatan 2019 yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan baik dalam proses perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir.
6. Semua pihak yang telah mendoakan, memberi motivasi dan bantuan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan tugas akhir dengan judul **“PEMANFAATAN KONVERSI LISTRIK *DIRECT CURRENT* MENJADI *ALTERNATING CURRENT* PADA SEPEDA STATIS PENGHASIL ENERGI LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI *UNDERVOLTAGE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*”** sebagai salah satu syarat kelulusan pada program studi STr. Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun mendapatkan banyak arahan, bimbingan, dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua dan adik yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir
2. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom, selaku Ketua Program Studi dan Bapak Yuniarto, S.T., M.T., selaku Sekertaris Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Eko Ariyanto, M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing, memberikan arahan dan semangat kepada penyusun dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi STr Teknik Listrik Industri

6. Teman – teman yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir.
7. Serta seluruh pihak yang telah terlibat memberikan semangat, bantuan dan dukungan yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Semoga Laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun maupun semua pihak terutama mahasiswa Teknik Listrik Industri. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik.

Semarang, 12 Juni 2023

Penyusun

ABSTRAK

Pemenuhan kebutuhan energi yang terus bertambah mendorong pentingnya pengembangan energi terbarukan. Diperlukan inovasi energi baru terbarukan dengan skala rumahan yang dapat digunakan untuk alat elektronik rumah tangga. Salah satu inovasi yang lahir adalah sepeda statis penghasil energi listrik. Energi mekanik kayuhan sepeda dapat digunakan untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk pengisian aki. Untuk pemanfaatan yang lebih meluas lagi, maka dilakukan konversi listrik *direct current* (DC) menjadi *alternating current* (AC) menggunakan *inverter*. Aki digunakan sebagai penyimpanan listrik DC yang akan diubah *inverter* menjadi listrik AC sehingga dapat digunakan untuk penerangan dan alat elektronik rumah tangga.

Sistem konversi listrik DC menjadi AC dilengkapi dengan sistem monitoring tegangan dan arus serta sistem kontrol *on off* untuk *inverter* serta deteksi *undervoltage* dengan sistem *cut off* tegangan terhadap beban. Semua data ditampilkan pada sistem monitoring melalui aplikasi blynk. Begitu pula dengan sistem kontrol *on off* sehingga dapat menyalakan dan mematikan *inverter* dari aplikasi *blynk* yang dapat di akses pada *smartphone* pengguna. Berdasarkan data tegangan dan arus input serta output yang dimonitoring dapat diketahui efisiensi *inverter* tertinggi yaitu Lampu pijar 60 watt dan solder 40 watt sebesar 71,44 %.

Kata Kunci : energi listrik, efisiensi, *inverter*, monitoring

ABSTRACT

Fulfilling the growing need for energy encourages the importance of developing renewable energy. Required innovation of new renewable energy on a home scale that can be used for household electronic devices. One of the innovations that was born is a static bicycle that produces electrical energy. The mechanical energy of pedaling a bicycle can be used to drive a generator to produce electrical energy. The generated electrical energy is used to charge the battery. For more widespread use, direct current (DC) electricity is converted to alternating current (AC) using an inverter. The battery is used as a DC electricity storage which the inverter will convert into AC electricity so that it can be used for lighting and household electronic devices.

The DC to AC electricity conversion system is equipped with a voltage and current monitoring system as well as an on off control system for the inverter as well as undervoltage detection with a voltage cut off system against the load. All data is displayed on the monitoring system through the blynk application. Likewise with the on off control system so that the inverter can turn on and off from the blynk application which can be accessed on the user's smartphone. Based on the monitored input and output voltage and current data, it can be seen that the highest efficiency of the inverter is 60 watt incandescent lamp and 40 watt solder of 71.44%..

Keywords : electrical energy, efficiency, inverter, monitoring

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metode Penyusunan	6
1.7 Sistematika Penyusunan Laporan Tugas Akhir	7
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Tinjauan Pustaka	10
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Konsumsi Energi di Indonesia	11
2.2.2 Sistem Konversi Energi	12
2.2.3 Sistem Konversi Listrik DC ke AC	13
2.2.4 Sistem Proteksi <i>Undervoltage</i>	16
2.2.5 Karakteristik Beban Listrik Bolak-Balik (AC)	17
2.2.6 Efisiensi <i>Inverter</i>	19
2.2.7 Sistem Monitoring	21
2.3 Komponen Dasar	22
2.3.1. Sepeda Statis	22

2.3.2. Generator DC	22
2.3.3. Baterai Aki Kering	24
2.3.4. <i>Inverter</i>	25
2.3.5. Modul Sensor Tegangan DC	29
2.3.6. Sensor ACS712	30
2.3.7. Relay 2 <i>Channel</i>	31
2.3.8. Modul Sensor PZEM-004T	33
2.3.9. ESP32	35
2.3.10. Volt Ampere Meter Digital	37
2.3.11. <i>Miniatur Circuit Breaker</i> (MCB)	38
2.3.12. Stop Kontak	38
2.3.13. <i>Blynk Cloud</i>	39
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR	42
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	42
3.1.1 Blok Diagram	42
3.1.2 Cara Kerja Rangkaian Tiap Blok	44
3.1.2.1 Rangkaian Pengisian Aki	44
3.1.2.2 Rangkaian Konversi Listrik DC ke Listrik AC	45
3.1.2.3 Rangkaian Catu Daya	49
3.1.2.4 Rangkaian Relay	50
3.1.2.5 Rangkaian Sistem Monitoring	52
3.2 Perancangan <i>Software</i>	54
3.2.1 Flowchart Sistem	54
3.2.2 Cara Kerja Keseluruhan	54
BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT	56
4.1 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	56
4.1.1 Pembuatan Rangkaian <i>Inverter</i> ke Beban	59
4.1.2 Pembuatan Rangkaian Sistem Monitoring dan Kontrol	62
4.2 Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	63
4.2.1 Pembuatan Program Arduino IDE	64
4.2.2 Pembuatan Monitoring <i>Blynk</i>	67

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....	72
5.1 Tujuan dan Prosedur Pengukuran dan Pengujian.....	72
5.2 Pengukuran Alat.....	73
5.2.1 Pengukuran Rangkaian Catu Daya.....	73
5.2.2 Pengukuran Rangkaian Relay	74
5.2.3 Pengukuran Tegangan Kerja Sensor Tegangan DC dan Sensor ACS712	75
5.2.4 Pengukuran Tegangan Input dan Tegangan yang Diubah Inverter Tanpa Beban	75
5.3 Pengujian Alat.....	76
5.3.1 Pengujian Tegangan dan Arus <i>Input Inverter</i>	77
5.3.2 Pengujian Kontrol Relay	83
5.3.3 Pengujian Tegangan dan Arus yang Diubah <i>Inverter</i> terhadap Beban	84
5.3.4 Analisa Hasil Sistem Monitoring Tegangan dan Arus Terhadap Beban ..	90
5.3.5 Pengujian Deteksi <i>Undervoltage</i>	93
BAB VI PENUTUP	95
6.1 Kesimpulan	95
6.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Gelombang Arus DC.....	13
Gambar 2. 2. Gelombang Arus AC.....	14
Gambar 2. 3. Sistem Konversi Listrik DC.....	16
Gambar 2. 4. Grafik Gelombang Beban Resistif.....	18
Gambar 2. 5. Grafik Gelombang Beban Induktif.....	18
Gambar 2. 6. Grafik Gelombang Beban Kapasitif.....	19
Gambar 2. 7. Sepeda Statis.....	22
Gambar 2. 8. Generator DC.....	23
Gambar 2. 9. Aki Kering.....	25
Gambar 2. 10. Inverter.....	26
Gambar 2. 11. Bentuk Gelombang Square Sine Wave.....	27
Gambar 2. 12. Bentuk Gelombang Modified Sine Wave.....	27
Gambar 2. 13. Bentuk Gelombang Pure sine wave.....	28
Gambar 2. 14. Sensor Tegangan DC.....	29
Gambar 2. 16. Sensor ACS712.....	30
Gambar 2. 17. Konfigurasi pin ACS712.....	31
Gambar 2. 18. Relay 2 Channel.....	32
Gambar 2. 19. Bagian - bagian relay.....	32
Gambar 2. 20. Modul Sensor PZEM004T V.30 Open CT.....	34
Gambar 2. 21. Diagram Modul Sensor PZEM004T V.30.....	34
Gambar 2. 22. Mikrokontroler ESP32.....	35
Gambar 2. 23. Konfigurasi Pin ESP32.....	36
Gambar 2. 24. Volt Ampere Meter Digital.....	37
Gambar 2. 25. Miniatur Circuit Breaker (MCB).....	38
Gambar 2. 26. Stop Kontak 2 Lubang.....	39
Gambar 2. 27. Dashboard Blynk.....	40
Gambar 3. 1. Blok Diagram Alat.....	42
Gambar 3. 2. Rangkaian Inverter.....	47
Gambar 3. 3. Kondisi MOSFET Q1 On.....	47
Gambar 3. 4. Kondisi MOSFET Q2 On.....	48

Gambar 3. 5. Rangkaian Power Supply	49
Gambar 3. 6. Rangkaian Komponen Relay.....	50
Gambar 3. 7. Wiring Relay dan ESP32.....	51
Gambar 3. 8. Rangkaian Sistem Monitoring.....	52
Gambar 3. 9. Flowchart Keseluruhan	54
Gambar 4. 1. Design akrilik	59
Gambar 4. 2. Mempersiapkan box akrilik beserta komponen yang akan dipasang	60
Gambar 4. 3. Pengecekan inverter	60
Gambar 4. 4. Pemasangan inverter	61
Gambar 4. 5. Merangkai wiring untuk beban	61
Gambar 4. 6. Peletakkan Box.....	62
Gambar 4. 7. Wiring sistem monitoring dan kontrol	62
Gambar 4. 8. Melakukan wiring sistem monitoring	63
Gambar 4. 9. Mengatur Board.....	64
Gambar 4. 10. Mengatur Port.....	65
Gambar 4. 11. Program Sistem Monitoring dan Kendali Relay	66
Gambar 4. 12. Memverifikasi Program.....	66
Gambar 4. 13. Program selesai diverifikasi	67
Gambar 4. 14. Melakukan upload program ke ESP.....	67
Gambar 4. 15. Mengunduh dan Mendaftar aplikasi blynk.....	68
Gambar 4. 16. Widget pada aplikasi blynk	68
Gambar 4. 17. Membuat datastream	69
Gambar 4. 18. Datastream yang digunakan	69
Gambar 4. 19. Opsi Device Info pada Website Blynk.....	70
Gambar 4. 20. Memasukkan informasi Token Blynk	71
Gambar 5. 1. Beban lampu menyala	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Perbedaan Arus AC dan DC	15
Tabel 2. 2. Spesifikasi Inverter	26
Tabel 2. 3. Spesifikasi Sensor Tegangan DC.....	29
Tabel 2. 4. Spesifikasi sensor ACS712	30
Tabel 2. 5. Deskripsi pin sensor ACS712	31
Tabel 2. 6. Spesifikasi Relay 2 channel	33
Tabel 2. 7. Spesifikasi Modul Sensor PZEM004T	35
Tabel 2. 8. Spesifikasi ESP32	36
Tabel 3. 1. Konfigurasi Pin Relay 2 channel Input	51
Tabel 3. 2. Konfigurasi Pin Relay 2 Channel Output	51
Tabel 3. 3. Konfigurasi Pin Sistem Monitoring	52
Tabel 3. 4. Datastreams Blynk	53
Tabel 4. 1. Daftar Bahan yang Digunakan	56
Tabel 4. 2. Daftar Alat yang Digunakan	58
Tabel 5. 1. Hasil Pengukuran Power Supply	73
Tabel 5. 2. Hasil Pengukuran Rangkaian Relay.....	74
Tabel 5. 3. Hasil Pengukuran Tegangan Kerja Sensor Tegangan DC dan Sensor ACS712.....	75
Tabel 5. 4. Hasil Pengukuran Rangkaian Sensor Tegangan DC dan PZEM004T tanpa beban.....	76
Tabel 5. 5. Hasil Pengujian Arus Input Inverter	78
Tabel 5. 6. Hasil Pengujian Tegangan Input Inverter	79
Tabel 5. 7. Selisih Error Pembacaan Sensor Tegangan DC.....	81
Tabel 5. 8. Selisih Error Pembacaan Sensor ACS712	82
Tabel 5. 9. Hasil Pengujian Kontrol Relay	83
Tabel 5. 10. Hasil Pengujian Arus yang Output Inverter.....	85
Tabel 5. 11. Hasil Pengujian Tegangan yang Diubah Inverter	86
Tabel 5. 12. Analisa Error Hasil Pengujian Tegangan yang Diubah Inverter....	88
Tabel 5. 13. Analisa Error Hasil Pengujian Arus Output Inverter	89
Tabel 5. 14. Daya Input dan Output Inverter	91

Tabel 5. 15. Perhitungan Efisiensi Inverter.....	92
Tabel 5. 16. Hasil Pengujian Deteksi Undervoltage	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Umum Alat.....	99
Lampiran 2. Gambar Rangkaian Keseluruhan.....	101
Lampiran 3. Program ESP32	102
Lampiran 4. Datasheet	111
Lampiran 5. Bukti Fisik Laporan Tugas Akhir.....	133
Lampiran 6. <i>LogBook</i> Tugas Akhir.....	135