

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* TEGANGAN
OUTPUT PADA *WIND TURBINE* DENGAN *BLADES*
SAVONIUS**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan Pada
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik
Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH:

PUTRI ARDILLAH KURNIATI

061840341669

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Ardillah Kurniati
NIM : 061840341669
Judul : Sistem Kontrol dan *Monitoring* Tegangan Output Pada *Wind Turbine* Dengan Blades Savonius

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

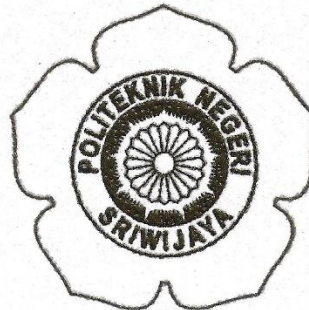
Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, September 2022

[Putri Ardillah Kurniati]

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING TEGANGAN
OUTPUT PADA WIND TURBINE DENGAN BLADES
SAVONIUS**



TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Terapan Pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**PUTRI ARDILLAH KURNIATI
061840341669**

Palembang, September 2022

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 197903102002122005**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro,**



**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196504291991031002**

**Masayu Anisah, S.T., M.T.
NIP. 197012281993032001**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE-PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Ardillah Kurniati
NIM : 061840341669
Judul : Sistem Kontrol dan *Monitoring* Tegangan Output Pada *Wind Turbine* Dengan *Blades Savonius*

Memberikan izin kepada Pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, September 2022

Putri Ardillah Kurniati
NIM. 061840341669

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia, sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah. “

(Imam Bin Al Qayim)

“Jika kamu tidak dapat berhenti memikirkannya, maka bekerja keraslah untuk mendapatkannya.”

(Michael Jordan)

“Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa.”

(Arthur Ashe)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya.
2. Ayah dan Ibu tercinta, serta kakak dan ayukku yang selalu memberikan bantuan doa, materiil, kasih sayang dan segalanya.
3. Keluarga besar H. M. Hasyim dan H. M. Saleh yang selalu memberikan bantuan doa dan semangat untukku.
4. Seluruh dosen Teknik Elektro terutama kedua pembimbingku yaitu Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T. dan Pak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. yang sangat membantu.
5. Teman-teman seperjuangan ELB Mekatronika Polstri angkatan 2018.
6. Teman-teman seperjuangan sesama Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK

SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* TEGANGAN OUTPUT PADA *WIND TURBINE* DENGAN *BLADES SAVONIUS*

(2022 : xvii + 68 Halaman, 36 Gambar, 10 Tabel, 35 Lampiran)

PUTRI ARDILLAH KURNIATI

061840341669

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Energi listrik memegang peran yang sangat penting dalam perkembangan suatu teknologi, karena penggunaan listrik sudah sangat luas, hampir mencakup segala bidang dan sangat erat kaitannya dengan aktivitas manusia dalam berbagai aspek. Dengan perkembangan tersebut dibangunlah energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik, yaitu energi listrik yang memanfaatkan angin atau bayu. Pada *Wind Turbine* ini, sistem kontrol yang digunakan yaitu Mikrokontroler ESP32, sensor tegangan, Modul PZEM-017, dan teknologi IoT (*Internet of Things*) dengan menggunakan aplikasi *Blynk*.

Kontrol yang terjadi pada *Wind Turbine* ini yaitu kontrol tegangan output, dimana tegangan yang dihasilkan oleh *Wind Turbine* diberi *set point*. Selanjutnya, jika tegangan yang dihasilkan oleh *Wind Turbine* ini melebihi *range*, maka kontrol akan aktif untuk mengerem putaran dari *Wind Turbine*. Selain itu, jika baterai yang digunakan sudah terisi dan menyentuh 12.5 volt maka sistem akan melakukan *switching charger* pada baterai yang lainnya (dalam hal ini menggunakan 2 baterai). Pengontrolan ini dilakukan agar tegangan output pada *Wind Turbine* tetap terjaga. Monitoring tegangan, arus, dan daya yang dipakai sebagai input untuk ke inverter dapat dilihat dengan aplikasi *Blynk* atau dapat dimonitor secara langsung pada tampilan LCD, sehingga tegangan output pada *Wind Turbine* dapat dipantau dari jarak jauh selama terhubung dengan WiFi.

Kata Kunci : kontrol tegangan, *Wind Turbine*, Modul PZEM-017, Mikrokontroler ESP32.

ABSTRACT

CONTROL AND MONITORING SYSTEM FOR THE OUTPUT VOLTAGE OF SAVONIUS BLADES WIND TURBINE

(2022 : xvii + 68 Pages, 36 Pictures, 10 Tables, 35 Appendices)

PUTRI ARDILLAH KURNIATI

061840341669

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Electrical energy is a very important role in the development of a technology, because the use of electricity is very broad, almost covers all fields and is closely related to human activities in various aspects. With these developments, alternative energy was built to meet electricity needs, namely electrical energy that utilizes wind or wind. In this Wind Turbine, the control system used is the ESP32 Microcontroller, voltage sensor, PZEM-017 Module, and IoT (Internet of Things) technology using the Blynk application.

The control that occurs in the Wind Turbine is the control of the output voltage, where the voltage generated by the Wind Turbine is given a set point. Furthermore, if the voltage generated by the Wind Turbine exceeds the range, the control will be active to brake the rotation of the Wind Turbine. In addition, if the battery used is already charged and touches 13V, the system will switch the charger on the other battery (in this case using 2 batteries). This control is carried out so that the output voltage on the Wind Turbine is maintained.

Monitoring the voltage, current, and power used as input to the inverter can be viewed with the Blynk application or can be monitored directly on the LCD display, so that the output voltage on the Wind Turbine can be monitored remotely as long as it is connected to WiFi.

Keywords: *Control Voltage, Wind Turbine, Modul PZEM-017, Mikrokontroler ESP32.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah yang maha kuasa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia serta hidayah-nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang penulis beri judul “**SISTEM KONTROL DAN MONITORING TEGANGAN OUTPUT PADA WIND TURBINE DENGAN BLADES SAVONIUS**” dengan baik dan tepat waktu. Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Kelancaran penulisan Tugas Akhir ini tidak luput berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1. Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T., selaku pembimbing I Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.**
- 2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku pembimbing II Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.**

Kemudian selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan dukungan dan mendoakan saya dalam penulisan Tugas Akhir ini.

6. Teman - teman kelas 8 ELB yang telah memberikan dukungan.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini belum sempurna mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu saran serta kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Elektro pada khususnya serta para pembaca pada umumnya.

Palembang, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE-PUBLIKASI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Energi Listrik	6
2.2 Energi Angin.....	6
2.3 Turbin Angin.....	6
2.4 Komponen Turbin Angin	8
2.4.1 Bilah Kipas (<i>Blades</i>).....	8
2.4.2 Sudut Bilah Kipas (<i>Pitch</i>).....	8
2.4.3 Rotor	9
2.4.4 Rem Cakram	9
2.4.5 <i>Gear Box</i>	9
2.4.6 Pengontrol Putaran.....	9
2.4.7 Anemometer	9
2.4.8 Rumah Mesin.....	9
2.4.9 <i>Wind Vane</i>	10

2.4.10	<i>Yaw Drive</i> (Penggerak Arah).....	10
2.4.11	<i>Yaw Drive Motor</i> (Motor Penggerak Arah).....	10
2.4.12	Tower atau Menara	10
2.5	Kelebihan dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	10
2.5.1	Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	10
2.5.2	Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	11
2.6	<i>Fuzzy Logic</i>	12
2.6.1	Sistem Inferensi Fuzzy	12
2.7	<i>Wind Turbine Controller</i>	14
2.8	Modul PZEM-017	15
2.9	Modul RS-485.....	16
2.9.1	Sisi Data.....	17
2.9.2	Sisi Keluaran.....	17
2.10	Sensor Tegangan	18
2.11	Modul <i>Relay</i>	19
2.12	Baterai.....	20
2.13	Inverter	21
2.14	Mikrokontroler ESP-32.....	22
2.15	Internet of Things (IoT).....	22
2.16	Aplikasi <i>Blynk</i>.....	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Kerangka Tugas Akhir.....	25
3.2	Pengembangan Perangkat Keras (Hardware)	25
3.2.1	Perancangan Elektronik	25
3.2.2	Perancangan Mekanik.....	28
3.3	Pengembangan Perangkat Lunak (Software)	29
3.3.1	Blok Diagram.....	30
3.3.2	<i>Flowchart</i> Rangkaian.....	32
3.3.3	Perancangan Pada Aplikasi <i>Blynk</i>	33
3.4	Teknik Atau Metode	34
BAB IV	PEMBAHASAN.....	35
4.1	Overview Pengujian.....	35

4.1.1	Tujuan Pengukuran Alat	35
4.1.2	Alat Pendukung Pengukuran	35
4.1.3	Langkah -langkah Pengoperasian alat.....	36
4.1.4	Sistem Kerja Alat.....	37
4.2	Data Pengujian Alat.....	37
4.2.1	Pengujian Karakteristik Kecepatan Angin Dengan Simulasi Menggunakan Blower.....	37
4.2.2	Pengujian Karakteristik Kecepatan Angin Tanggal 21 Agustus 2022	45
4.2.3	Pengujian Penggunaan Beban dengan Supply Baterai	49
4.2.4	Pengujian Nilai Tegangan pada Beban DC	49
4.2.5	Pengujian Nilai Arus pada Beban DC	52
4.2.6	Pengujian Daya Beban DC	55
4.3	<i>Fuzzy Logic</i>	59
4.4	Analisa.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN A		xviii
LAMPIRAN B		xix
LAMPIRAN C		xx

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal ...	7
Gambar 2. 2	Turbin angin vertikal	8
Gambar 2. 3	<i>Wind Turbine Controller</i>	14
Gambar 2. 4	Modul PZEM-017 100A.....	15
Gambar 2. 5	Modul RS-485	16
Gambar 2. 6	Sensor Tegangan	18
Gambar 2. 7	Modul <i>Relay</i>	19
Gambar 2. 8	Baterai.....	20
Gambar 2. 9	Inverter	21
Gambar 2. 10	Mikrokontroler ESP-32	22
Gambar 2. 11	Aplikasi <i>Blynk</i>	23
Gambar 2. 12	Tampilan <i>Monitoring</i> Pada <i>Blynk</i>	34
Gambar 3. 1	Perancangan Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Pada <i>Wind Turbine</i>	26
Gambar 3. 2	Skematik Rangkaian Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Pada <i>Wind Turbine</i>	27
Gambar 3. 3	Perancangan pondasi turbin angin.....	28
Gambar 3. 4	Bentuk Fisik <i>wind turbine</i> vertikal tipe savonius	28
Gambar 3. 5	Instalasi pemasangan alat	29
Gambar 3. 6	Blok Diagram Keseluruhan Dari Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Tegangan Output Pada <i>Wind Turbine</i>	30
Gambar 3. 7	Blok Diagram <i>Monitoring</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> (IoT)	31
Gambar 3. 8	<i>Flowchart</i> Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Pada <i>Wind Turbine</i> ...	32
Gambar 4. 1	Pengujian pertama antara kecepatan angin terhadap tegangan output <i>wind turbine</i>	39
Gambar 4. 2	Pengujian kedua antara kecepatan angin terhadap tegangan output <i>wind turbine</i>	42
Gambar 4. 3	Pengujian pertama antara kecepatan angin terhadap arus output <i>wind turbine</i>	44

Gambar 4. 4	Pengujian kedua antara kecepatan angin terhadap arus output <i>wind turbine</i>	44
Gambar 4. 5	Grafik kecepatan angin terhadap putaran Wind Turbine dan generator	46
Gambar 4. 6	Grafik kecepatan angin terhadap tegangan ouput dari generator ..	47
Gambar 4. 7	Grafik kecepatan angin terhadap arus ouput dari generator	48
Gambar 4. 8	Grafik pengujian tegangan pada beban DC.....	50
Gambar 4. 9	Grafik persentase <i>error</i> pengujian tegangan pada beban DC.....	52
Gambar 4. 10	Grafik pengujian arus pada beban DC.....	53
Gambar 4. 11	Grafik persentase <i>error</i> pengujian arus pada beban DC	55
Gambar 4. 12	Tampilan <i>Blynk</i> pada saat pengujian beban DC	56
Gambar 4. 13	Grafik pengujian daya pada beban DC.....	57
Gambar 4. 14	Grafik persentase <i>error</i> pengujian arus pada beban DC	59
Gambar 4. 15	Kurva <i>membership function</i> input	60
Gambar 4. 16	Kurva <i>membership function</i> output	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbedaan turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal.....	7
Tabel 4. 1	Data pengujian pertama simulasi kecepatan angin dengan menggunakan blower.....	38
Tabel 4. 2	Data pengujian kedua simulasi kecepatan angin dengan menggunakan blower.....	40
Tabel 4. 3	Data <i>real time</i> pengujian karakteristik <i>Wind Turbine</i> tanggal 21 Agustus 2022	45
Tabel 4. 4	Data pengujian tegangan pada beban DC.....	49
Tabel 4. 5	Data pengujian nilai arus pada beban DC	52
Tabel 4. 6	Data pengujian daya pada beban DC.....	55
Tabel 4. 7	<i>Membership function</i> input.....	60
Tabel 4. 8	<i>Membership function</i> input.....	61
Tabel 4. 9	<i>Rule base fuzzy logic</i>	62