

**EFISIENSI PEMBANGKIT TENAGA ANGIN
DENGAN TURBIN SUMBU HORIZONTAL PADA PLTB
PT. LENTERA BUMI NUSANTARA**



**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

OLEH

AYU MUTIYARA

061930310029

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2022

**EFISIENSI PEMBANGKIT TENAGA ANGIN
DENGAN TURBIN SUMBU HORIZONTAL PADA PLTB
PT. LENTERA BUMI NUSANTARA**



OLEH

AYU MUTIYARA

061930310029

Palembang, Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Carlos RS, S.T., M.T.
NIP. 196403011989031003

Pembimbing II

Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ir. Iskandar Lutfi, S.T., M.T.
NIP. 196501291991031002

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik

Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Ayu Mutiyara
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Baturaja, 03 Februari 2002
Alamat : Jl. Mataram Ujung No. 232 RT. 07 RW. 02 Kel. Kemas
Rindo Kec. Kertapati, Palembang, Sumatera Selatan
NPM : 061930310029
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : Efisiensi Pembangkit Tenaga Angin Dengan Turbin
Sumbu Horizontal Pada PLTB PT. Lentera Bumi
Nusantara

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2022

Yang Menyatakan,



Ayu Mutiyara

Mengetahui,

Pembimbing I

Carlos RS, S.T., M.T

Pembimbing II

Yessi Marniati, S.T., M.T

* Coret yang tidak perlu



MOTO

- ✿ *“Jadilah orang yang tetap sejuk di tempat panas, tetap manis di tempat yang begitu pahit, tetap merasa kecil meskipun telah menjadi besar, tetap tenang di tengah badai yang paling hebat”*
- ✿ *“Jadilah gelas kosong yang selalu berharap air mengisi, namun tetap tidak pernah penuh. Bukan menjadi gelas penuh”*
- ✿ *“Lihatlah keatas sebagai motivasi dan bukan untuk menjadi rendah diri. Dan lihatlah kebawah agar lebih mensyukuri dan bukan untuk menjadi sombong.*
- ✿ *“Duniaku dibatasi oleh kaca tipis bertangkai tapi tidak dengan impianku”*

Ku Persembahkan kepada :

- 1. Bapak dan Ibu tercinta atas kasih sayang dan kesabarannya dalam membesarkanku, yang disetiap doanya selalu terselip namaku.*
- 2. Adikku tersayang sebagai penyemangatku.*
- 3. Pembimbing – pembimbing terbaikku.*
- 4. Sahabat – sahabatku*
Khususnya seperjuangan kelas 6 LB
- 5. Teman seperjuangan D3-Teknik Listrik*
- 6. Almamater kebanggaanku Politeknik Negeri Sriwijaya*

ABSTRAK

EFISIENSI PEMBANGKIT TENAGA ANGIN DENGAN TURBIN SUMBU HORIZONTAL PADA PLTB PT. LENTERA BUMI NUSANTARA

(2022 : xiii + 53 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Ayu Mutiyara

061930310029

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan melalui teknologi turbin angin. Terbatasnya kecepatan angin yang berbeda-beda, sehingga yang paling cocok digunakan yaitu Turbin Angin Sumbu Horizontal. Dengan kecepatan angin yang berbeda-beda atau terbatas tersebut, sehingga mempengaruhi kinerja atau efisiensi dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

Penyelidikan dilakukan pada PT. Lentera Bumi Nusantara. Penyelidikan dengan mengumpulkan data kecepatan angin, nilai tegangan dari output generator, menghitung nilai dari input dan output turbin angin yang akan digunakan untuk menghitung *Tip Speed Ratio* dan efisiensi pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

Berdasarkan hasil penyelidikan dari data pengujian dan hasil perhitungan Turbin Angin di PT. Lentera Bumi Nusantara bahwa saat kecepatan angin 8 m/s didapatkan Efisiensi Turbin angin dan Generator sebesar 40,0 % dan 27,7%, saat kecepatan angin 9 m/s didapatkan Efisiensi Turbin angin dan Generator sebesar 40,10 % dan 29,19%, saat kecepatan angin 10 m/s didapatkan Efisiensi Turbin angin dan Generator sebesar 48,69 % dan 33,1 %, saat kecepatan angin 11 m/s didapatkan Efisiensi Turbin angin dan Generator sebesar 49,08 % dan 34,09 %, saat kecepatan angin 12 m/s didapatkan Efisiensi Turbin angin dan Generator sebesar 40,73 % dan 34,91 %.

Kata Kunci : Turbin angin, Sumbu Horizontal, Efisiensi, Generator

ABSTRACT

EFFICIENCY WIND POWER WITH HORIZONTAL AXIS TURBINE

AT PLTB PT. LENTERA BUMI NUSANTARA

(2022 : xiii + 53 Pages + References + Attachment)

Ayu Mutiyara

061930310029

Department of Electrical Engineering

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic of Sriwijaya

Utilization of wind energy can be done through wind turbine technology. The limited wind speed is different, so the most suitable for use is the Horizontal Axis Wind Turbine. With these different or limited wind speeds, it affects the performance or efficiency of the Wind Power Plant.

The investigation was carried out at PT. Lentera Bumi Nusantara. An investigation by collecting wind speed data, current and voltage values from the generator output, calculating the value of the input and output wind turbines that will be used to calculate the Tip Speed Ratio and efficiency of the Wind Power Plant.

Based on the results of the investigation of the test data and the calculation results of the Wind Turbine at PT. Lentera Bumi Nusantara that when the wind speed is 8 m/s, the wind turbine and generator efficiency is 40.0% and 27.7%, when the wind speed is 9 m/s, the wind turbine and generator efficiency is 40.10% and 29.19. %, when the wind speed is 10 m/s, the wind turbine and generator efficiency is 48.69% and 33.1%, when the wind speed is 11 m/s, the wind turbine and generator efficiency is 49.08% and 34.09%, respectively. when the wind speed is 12 m/s, the efficiency of the wind turbine and generator is 40.73% and 34.91%, respectively.

Keywords : Wind Turbine, Horizontal Axis, Efficiency, Generator

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul “Efisiensi Pembangkit Tenaga Angin dengan Turbin Sumbu Horizontal Pada PLTB PT. Lentera Bumi Nusantara”.

Adapun tujuan laporan akhir ini yaitu sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Carlos RS, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Politeknik Negeri Sriwijaya.

atas segala dukungan, arahan dan bantuannya sehingga Laporan Akhir ini tersusun dengan baik.

Dengan terselesaikannya Laporan Akhir ini, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

3. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Anton Firmansyah, S.,T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
7. Bapak Ricky Elson selaku *Founder and Chairman* PT Lentera Bumi Nusantara yang berkenan membimbing dan mengarahkan penulis untuk belajar banyak saat Kerja Praktek sehingga tema laporan akhir ini didapatkan dari sana.
8. Bang Alroshady Said Pembimbing di PT Lentera Bumi Nusantara dan seluruh tim Lentera Bumi Nusantara yang telah membagi ilmunya dan membantu penulis untuk belajar banyak hal.

9. Kedua orangtua dan adik saya yang selalu memberikan dukungan moril dan materil dan selalu ada dalam keadaan sedih ataupun senang.
10. Sahabat Penulis khususnya Nurul Mifthahul Z yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
11. Teman seperjuangan DIII-Teknik Listrik POLSRI Angkatan 2019 Khususnya teman seperjuangan 6LB dan teman seperjuangan bimbingan yang saling mendukung satu sama lain.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kerja praktek dan penyusunan Laporan Akhir.

Dalam penulisan laporan akhir ini mungkin terdapat kekurangan baik dalam penulisan maupun isi laporan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan akhir ini. Semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan	3
1.3.2 Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penulisan	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Energi Angin	7
2.2 Jenis – jenis Energi Angin.....	8
2.3 Potensi Energi Angin di Indonesia.....	11
2.4 Syarat Angin Untuk PLTB ³	14
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	16
2.6 Turbin Angin	19
2.6.1 Turbin Angin Sumbu <i>Horizontal</i> (HAWT)	21
2.6.2 Turbin Angin Sumbu <i>Vertikal</i> (VAWT).....	23
2.7 Unjuk Kerja Turbin Angin	25
2.7.1 Torsi dan koefisien daya	25

2.7.2	<i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	26
2.8	Generator.....	28
2.8.1	Generator Sinkron.....	29
2.8.2	<i>Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)</i>	29
2.8.3	Konstruksi Generator Sinkron Magnet Permanent.....	31
2.8.4	Prinsip Kerja PMSG	32
2.9	Daya Input.....	33
2.10	Daya Output	33
2.11	Efisiensi.....	34
 BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Peralatan yang Digunakan.....	36
3.2	Bahan.....	37
3.3	Prosedur Penelitian.....	37
3.4	Diagram Aliran (<i>Flow Chart</i>)	39
 BAB IV PEMBAHASAN.....		40
4.1	Data Hasil Pengujian.....	40
4.1.1	Perhitungan Daya Mekanik (<i>Input</i>)	40
4.1.2	Perhitungan Daya Keluaran (<i>Output</i>)	42
4.1.3	Perhitungan Daya Angin.....	43
4.1.4	Perhitungan Efisiensi Turbin dan Generator	45
4.1.5	Perhitungan <i>Tip Speed Ratio</i>	47
4.2	Pembahasan	49
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Sirkulasi Terjadinya Angin Darat dan Laut	9
Gambar 2.2 Angin Lembah dan Angin Laut.....	10
Gambar 2.3 Persebaran Angin Monsun	11
Gambar 2.4 Peta Potensi Energi Angin Indonesia 2020	12
Gambar 2.5 Hambatan Aliran Angin	13
Gambar 2.6 Kincir Angin dengan Sudu	15
Gambar 2.7 Diagram Blok Konversi Energi Angin.....	17
Gambar 2.8 Diagram Blok <i>Wind Turbine</i> PT. Lentera Bumi Nusantara.....	17
Gambar 2.9 <i>Wind Turbine The Sky Dancer – 500</i>	20
Gambar 2.10 Blok Diagram Turbin Angin	20
Gambar 2.11 Jenis Turbin Angin HAWT	22
Gambar 2.12 Jenis turbin angin VAWT	24
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Generator.....	27
Gambar 2.14 Diagram Blok Jenis generator	28
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Generator Sinkron	29
Gambar 2.16 Konversi Energi Oleh PMSG.....	30
Gambar 2.17 Generator Sinkron Magnet Permanen	31
Gambar 2.18 Garis Gaya Magnet.....	32
Gambar 3.1 Lokasi PT Lentera Bumi Nusantara	35
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i>	39
Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin Dengan Daya Mekanik	42
Gambar 4.2 Grafik Kecepatan Angin Dengan Daya Generator.....	43
Gambar 4.3 Grafik Kecepatan Angin Dengan Daya Angin.....	45
Gambar 4.4 Grafik Kecepatan Angin Dengan Efisiensi	46
Gambar 4.5 Grafik Kecepatan Angin Dengan <i>Tip Speed Ratio</i>	48
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Daya Input,Daya Output,Daya Mekanik	48

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Kondisi Angin.....	14
Tabel 2.2 Tingkatan Kecepatan Angin 10 Meter di Atas Permukaan Tanah.....	15
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kincir Angin	40
Tabel 4.2 Tabel Konstruksi Turbin Angin	40
Tabel 4.3 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Mekanik	41
Tabel 4.4 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Generator.....	43
Tabel 4.5 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Angin.....	45
Tabel 4.6 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi	46
Tabel 4.7 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Pengujian Turbin Angin (TSD) Tipe Tapperless
Lampiran 2	Lembar Konsultasi Bimbingan Pembimbing I
Lampiran 3	Lembar Konsultasi Bimbingan Pembimbing II
Lampiran 4	Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
Lampiran 5	Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
Lampiran 6	Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
Lampiran 7	Surat Pengantar Kerja Praktek
Lampiran 8	Surat Konfirmasi Kerja Praktek
Lampiran 9	Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir
Lampiran 10	Lembar Pelaksanaan Ujian Laporan Akhir