

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
GABUNGAN DARRIEUS-SAVONIUS PADA 3
VARIASI TINGGI ROTOR SAVONIUS DIPASANG
DILUAR TURBIN DARRIEUS**



**MUHAMAMD REDY SAK'BAN
03051381823094**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
GABUNGAN DARRIEUS-SAVONIUS PADA 3
VARIASI TINGGI ROTOR SAVONIUS DIPASANG
DILUAR TURBIN DARRIEUS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
MUHAMMAD REDY SAK'BAN
03051381823094**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
GABUNGAN DARRIEUS-SAVONIUS PADA 3
VARIASI TINGGI ROTOR SAVONIUS DIPASANG
DILUAR TURBIN DARRIEUS**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
MUHAMMAD REDY SAK'BAN
03051381823094**

Palembang, 15 Desember 2022

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh:
Pembimbing Skripsi**

**Prof. Dr.Ir.H. Kaprawi, DEA
NIP. 195701181985031004**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : MUHAMMAD REDY SAK'BAN
NIM : 03051381823094
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
GABUNGAN DARRIEUS-SAVONIUS PADA 3
VARIASI TINGGI ROTOR SAVONIUS
DIPASANG DILUAR TURBIN DARRIEUS
DIBUAT TANGGAL : 24 FEBRUARI 2022
SELESAI TANGGAL : 15 DESEMBER 2022**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyad Yani, S.T., M.Eng., PhD.
NIP. 197112251997021001**

**Palembang, Januari 2023
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi**



**Prof. Dr. Ir. Kaprawi, DEA.
NIP. 195701181985031004**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Studi Eksperimental Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius Pada 3 Variasi Tinggi Rotor Savonius Dipasang Diluar Turbin Darrieus.” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Desember 2022.

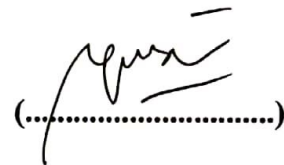
Palembang, 15 Desember 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

Ketua Penguji :

Ir. Hj. Marwani, M.T.

NIP. 196503221991022001



(.....)

Sekretaris Penguji :

Astuti, S.T., M.T.

NIP. 197210081998022001

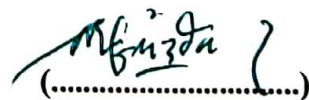


(.....)

Penguji :

Aneka Firdaus, S.T, M.T.

NIP. 197502261999031001



(.....)



Irsyah Yani, S.T., M.Eng., PhD

NIP. 197112251997021001

Palembang, 15 Desember 2022

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Prof. Dr.Ir.H. Kaprawi, DEA

NIP. 195701181985031004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Redy Sak'ban

NIM : 03051381823094

Judul : Studi Eksperimental Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius
Pada 3 Variasi Tinggi Rotor Savonius Dipasang Diluar Turbin
Darrieus

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

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

Palembang, Januari 2023



Muhammad Redy Sak'ban
NIM: 03051381823094

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Redy Sak'ban

NIM : 03051381823094

Judul : Studi Eksperimental Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius
Pada 3 Variasi Tinggi Rotor Savonius Dipasang Diluar Turbin
Darrieus.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwajaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Palembang, Januari 2023



Muhammad Redy Sak'ban

NIM: 03051381823094

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “studi eksperimental turbin angin gabungan darrieus-savonius pada 3 variasi tinggi rotor savonius dipasang diluar turbin darrieus”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Feri Susanto dan Ibu Khotimah selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Prof. Dr.Ir. Kaprawi, DEA Sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh teman teman Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2018 dan Keluarga semua yang membantu selama masa perkuliahan.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 15 Desember 2022

Muhammad Redy Sak'ban
NIM: 03051381823094

RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN GABUNGAN DARRIEUS-SAVONIUS PADA 3 VARIASI TINGGI ROTOR SAVONIUS DIPASANG DILUAR TURBIN DARRIEUS

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 12 Januari 2023

Muhammad Redy Sak'ban, di bimbing oleh Prof. Dr.Ir. Kaprawi, DEA.

LXXV+ 75 Halaman, 4 Tabel, 32 gambar, 2 lampiran

RINGKASAN

Karena kebutuhan energi yang terus meningkat, Indonesia saat ini sedang mengalami krisis energi. Salah satu penyebab peningkatan konsumsi energi adalah pertumbuhan industri, jumlah barang elektronik rumah tangga yang diproduksi, dan kemajuan teknologi. Turbin angin dapat digunakan sebagai alat untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik dan mungkin menjadi satu-satunya solusi untuk krisis energi saat ini. Karena itu, energi angin sangat cocok untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama. Prinsip kerja turbin angin Savonius adalah menggunakan *drag* untuk mendorong saat mesin sedang berjalan untuk menghasilkan torsi yang akan ditampilkan oleh rotor. Turbin angin Darrieus adalah turbin yang menggunakan prinsip aerodinamis dengan memanfaatkan gaya angkat pada penampang sudu rotor berguna meningkatkan energi angin. Turbin angin gabungan Darrieus dengan Savonius adalah jenis turbin yang memasang turbin rotor Darrieus dengan turbin rotor Savonius. Oleh karena itu, kemampuan tambahan turbin angin Savonius dapat digunakan, dan turbin angin Darrieus yang efektif dapat digunakan bersama-sama. Pada pengujian ini, penulis akan membuat turbin angin dengan menggabungkan dua sudu Darrieus dan dua sudu Savonius dengan 3 variasi masing-masing sudu Savonius memiliki tinggi 1,5 cm, 3 cm dan 4,5 cm dengan Darrieus panjang *chord* 5 cm. Kemudian turbin angin akan dirakit kedalam *wind tunnel* sedemikian rupa agar tidak terjadi vibrasi yang berlebihan ketika turbin berputar. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kecepatan turbin angin yang di hasilkan apabila ukuran sudu Savonius pada

lengan turbin angin diganti dan juga di berikan sebuah beban. Setelah melakukan uji eksperimen, maka didapatkan hasil pengujian dengan data yang didapat yaitu kecepatan putaran dalam rotasi permenit (rpm) yang diukur menggunakan tachometer, kecepatan angin (m/s) diukur menggunakan anemometer dan massa beban berupa kelereng yang diukur menggunakan timbangan digital. Dengan kecepatan angin 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s pengujian diawali pada turbin kombinasi Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu 1,5 cm kemudian pengujian dilanjutkan pada turbin kombinasi Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu 3 cm dan 4,5 cm dengan sudu Darrieus *chord* 5 cm. Hasil dari dari ketiga jenis turbin angin kombinasi Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu Savonius 1,5 cm, 3 cm dan 4,5 cm ini memiliki perbedaan dalam menghasilkan torsi dan koefisien daya karena sebagian besar torsi dan koefisien daya yang dihasilkan dari turbin angin gabungan secara keseluruhan dipengaruhi oleh tinggi rotor Savoniusnya. Pada penelitian ini torsi yang dihasilkan turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu 4,5 cm lebih besar dibandingkan turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 1,5 cm dan 3 cm. Hal ini ditunjukkan dengan nilai torsi yang dihasilkan pada turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu 1,5 cm adalah 4,892 Nm pada $TSR = \lambda = 1,318$ dengan panjang *chord* sudu Darrieus 5 cm. Sedangkan, hasil yang diperoleh pada turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi sudu Savonius 3 cm adalah 3,921 Nm pada $TSR = \lambda = 1,265$ dan 4,5 cm dengan torsi 3,493 Nm pada $TSR = \lambda = 1,389$.

Kata Kunci: Turbin Angin Darrieus, Turbin Angin Savonius, Turbin Angin Gabungan Darrieus – Savonius, Torsi dan Koefisien Daya.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF COMBINED DARRIEUS-SAVONIUS WIND TURBINE IN 3 HEIGHT VARIATIONS OF SAVONIUS ROTOR INSTALLED OUTSIDE OF DARRIEUS TURBINE

Pattern Scientific papers in the form of Undergraduate Thesis, 12 Januari 2022

Muhammad Redy Sak'ban, Supervised by Prof. Dr.Ir. Kaprawi, DEA.

LXXV+ 75 Pages, 4 Tabels, 32 Picture, 2 Attachements

SUMMARY

Due to the ever-increasing energy needs, Indonesia is currently experiencing an energy crisis. One of the reasons for the increase in energy consumption is industrial growth, the number of household electronic goods produced, and technological advances. Wind turbines can be used as a tool to convert wind energy into electrical energy and may be the only solution to the current energy crisis. Therefore, wind energy is very suitable for long-term use. The working principle of the Savonius wind turbine is to use drag to push while the engine is running to generate torque to be displayed by the rotor. The Darrieus wind turbine is a turbine that uses aerodynamic principles by utilizing the lift force on the cross-section of the rotor blades to increase wind energy. Darrieus combined wind turbine with Savonius is a type of turbine that pairs a Darrieus rotor turbine with a Savonius rotor turbine. Therefore, the additional capabilities of the Savonius wind turbine can be used, and the effective Darrieus wind turbine can be used together. In this test, the author will make a wind turbine by combining two Darrieus blades and two Savonius blades with 3 variations, each Savonius blade has a height of 1.5 cm, 3 cm and 4.5 cm with a Darrieus chord length of 5 cm. Then the wind turbine will be assembled into the wind tunnel in such a way as to prevent excessive vibration when the turbine rotates. Tests were carried out to find out how much speed the wind turbine produces when the size of the Savonius blade on the wind turbine arm is replaced and a load is also given. After conducting the experimental test, the test results were obtained with the data obtained, namely

rotational speed in rotation per minute (rpm) measured using a tachometer, wind speed (m/s) measured using an anemometer and the mass of the load in the form of marbles measured using a digital scale. With a wind speed of 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s the test begins on the Darrieus - Savonius combination turbine with a blade height of 1.5 cm then the test continues on the Darrieus - Savonius combination turbine with a blade height of 3 cm and 4.5 cm with a 5 cm Darrieus chord blade. The results of the three types of Darrieus - Savonius combination wind turbines with Savonius blade heights of 1.5 cm, 3 cm and 4.5 cm have differences in generating torque and power coefficient because most of the torque and power coefficient generated from the combined wind turbines are overall is affected by the height of the Savonius rotor. In this study the torque generated by the Darrieus - Savonius wind turbine with a blade height of 4.5 cm is greater than the Darrieus - Savonius wind turbine with a height of 1.5 cm and 3 cm. This is indicated by the value of the torque generated on the Darrieus - Savonius wind turbine with a blade height of 1.5 cm which is 4.892 Nm at $TSR = \lambda = 1.318$ with a chord length of the Darrieus blade of 5 cm. Meanwhile, the results obtained for the Darrieus - Savonius wind turbine with a Savonius blade height of 3 cm are 3.921 Nm at $TSR = \lambda = 1.265$ and 4.5 cm with a torque of 3.493 Nm at $TSR = \lambda = 1.389$.

Keyword: Darrieus Wind Turbine, Savonius Wind Turbine, Darrieus – Savonius Combined Wind Turbine, Torque and Power Coefficient.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	iii
Halaman Pengesahan	v
Halaman Persetujuan Agenda.....	vii
Halaman Persetujuan.....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xi
Halaman Pernyataan Integritas	xiii
Kata Pengantar.....	xv
Ringkasan	xvii
Summary	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar	xxv
Daftar Tabel.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Angin.....	5
2.2 Turbin Angin.....	6
2.2.1 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV).....	7
2.3 Turbin Savonius	9
2.4 Turbin Darrieus	11
2.5 Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius	13
2.6 Airfoil NACA	14
2.7 Parameter Turbin Angin Darrieus-Savonius	16
2.7.1 Torsi (T).....	16
2.7.2 Koefisien Daya (Cp).....	16
2.7.3 <i>Aspect ratio</i>	17

2.7.4	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).....	18
2.7.5	Bantalan	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2	Studi Literatur	22
3.3	Penentuan Dimensi dan Jumlah Sudu	22
3.4	Pembuatan Turbin Angin.....	23
3.5	Tempat Pengujian.....	23
3.6	Alat Yang Digunakan.....	23
3.6.1	Desain Pengujian.....	23
3.6.2	Wind Tunnel	25
3.6.3	Rope Break (Rem Tali)	25
3.6.4	Tachometer	26
3.6.5	Neraca Pegas.....	27
3.6.6	Anemometer Digital	27
3.6.7	Timbangan Digital.....	28
3.7	Cara Menentukan Sudu Darrieus <i>Airfoil</i> NACA 0020 Menggunakan Persamaan Simetris	28
3.8	Prosedur Pengujian.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil Pengujian	33
4.1.1	Hasil Pengujian Turbin Darrieus - Savonius Pada Tinggi Sudu Savonius 1,5 cm.....	33
4.1.2	Hasil Pengujian Turbin Darrieus - Savonius Pada Tinggi Sudu Savonius 3 cm.....	34
4.1.3	Hasil Pengujian Turbin Darrieus - Savonius Pada Tinggi Sudu Savonius 4,5 cm.....	35
4.2	Perhitungan	37
4.2.1	Perhitungan Torsi Dan Koefisien Daya.....	37
4.2.2	<i>Tip Speed Ratio</i>	38
4.3	Analisis Perbandingan Torsi dan Koefisien Daya Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i>	39
4.3.1	Analisis Perbandingan antara Torsi dan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> dengan sudu Savonius 3 cm	41
4.3.2	Analisis Perbandingan antara Torsi dan Koefisien Daya terhadap	

<i>Tip Speed Ratio</i> dengan sudu Savonius 4,5 cm	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kincir Angin (Putranto et al., 2011).....	6
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (Habibi Bagar et al., 2013)	8
Gambar 2.3 Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal (Manwell et al., 2010).....	8
Gambar 2.4 Sudu Tipe U dan Sudu Tipe L (Syahputra, 2020)	9
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Turbin Angin Savonius (Jayanto, 2018).....	10
Gambar 2.6 Sistematika pada Turbin Angin Darrieus (Putra Teja, 2017).....	13
Gambar 2.7 Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius (Canra and Sumiati, 2021)	14
Gambar 2.8 Bagian-bagian <i>Airfoil</i> NACA (Manwell et al., 2010).....	15
Gambar 2.9 Analisa Gaya Beban Poros (Diaurahman and Siswanto, 2016)	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Dimensi Turbin Angin Gabungan Darrieus-Savonius Tampak Depan dan Atas	24
Gambar 3.3 <i>Wind Tunnel</i>	25
Gambar 3.4 Rem Tali atau <i>Rope Brake</i>	26
Gambar 3.5 Tachometer.....	26
Gambar 3.6 Neraca Pegas	27
Gambar 3.7 Anemometer Digital	27
Gambar 3.8 Timbangan Digital	28
Gambar 3.9 Bentuk Sudu Darrieus <i>Airfoil</i> NACA 0020	29
Gambar 3.10 Desain Pengujian Turbin Angin didalam <i>Wind Tunnel</i> WT-40 <i>Subsonic</i>	30
Gambar 4.1 Grafik torsi rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 1,5 cm terhadap TSR.	39

Gambar 4.2 Grafik koefisien daya rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 1,5 cm terhadap TSR.....	40
Gambar 4.3 Grafik perbandingan ΔF antara N (rpm) yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 1,5 cm.....	41
Gambar 4.4 Grafik torsi rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus -Savonius dengan tinggi 3 cm terhadap TSR.	42
Gambar 4.5 Grafik koefisien daya rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 3 cm terhadap TSR.	43
Gambar 4.6 Grafik perbandingan ΔF antara N (rpm) yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 3 cm.	43
Gambar 4.7 Grafik torsi rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus -Savonius dengan tinggi 4,5 cm terhadap TSR.	44
Gambar 4.8 Grafik koefisien daya rata – rata yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 4,5 cm terhadap TSR.....	45
Gambar 4.9 Grafik perbandingan ΔF antara N (rpm) yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus - Savonius dengan tinggi 4,5 cm.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Turbin Kombinasi Darrieus - Savonius Dengan Tinggi Sudu Savonius 1,5 cm.....	34
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Turbin Kombinasi Darrieus - Savonius Dengan Tinggi Sudu Savonius 3 cm.....	35
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Turbin Kombinasi Darrieus - Savonius Dengan Tinggi Sudu Savonius 4,5 cm.....	36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karena kebutuhan energi yang terus meningkat, Indonesia saat ini sedang mengalami krisis energi. Salah satu penyebab peningkatan konsumsi energi adalah pertumbuhan industri, jumlah barang elektronik rumah tangga yang diproduksi, dan kemajuan teknologi. Sehingga energi fosil ini memiliki tiga kekurangan utama yaitu sumbernya di alam yang terbatas, dan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan selama proses eksplorasi dan produksinya, serta menyebabkan pemanasan global yang berasal dari rumah kaca akibat bahan bakar fosil. Jika sumber energi alternatif baru tidak ada, maka akan terjadi krisis energi (Sukamto, 2011).

Saat ini pemanfaatan energi angin telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain menyediakan energi listrik dan sebagai sumber energi gerak untuk berbagai kebutuhan sehari-hari. Potensi energi angin di sebagian besar wilayah Indonesia sangat kuat. Dengan rentang kecepatan angin Indonesia yang sangat luas 2 m/s hingga 6 m/s, negara ini memiliki potensi yang sangat besar untuk memanfaatkan potensi energi anginnya untuk menghasilkan energi listrik. Kecepatan angin khusus untuk wilayah Nusa Tenggara dapat mencapai antara 3,5 m/s hingga 6,5 m/s, memungkinkan untuk pemanfaatan energi angin dalam skala kecil (Wiratama dkk., 2019).

Kondisi pada angin saat ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi sangat mungkin terjadi. Turbin angin dapat digunakan sebagai alat untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik dan mungkin menjadi satu-satunya solusi untuk krisis energi saat ini. Jenis turbin angin sumbu vertikal memiliki efisiensi yang sangat tinggi dan mampu menghasilkan torsi yang sangat besar pada kecepatan angin yang tinggi. Turbin angin sumbu vertikal dikenal dengan beberapa nama yang berbeda, yaitu Savonius dan Darrieus. Kedua jenis turbin ini

memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Untuk turbin Savonius mempunyai kekurangan yaitu kurang mampu mengawali putaran sendiri dan kelebihan turbin Savonius dapat menerima angin dari segala arah. Sedangkan, turbin Darrieus mempunyai kekurangan tidak adanya sistem awal mula (*self starting*) dan kelebihan turbin Darrieus yaitu turbin tidak dipengaruhi oleh arah angin. Maka untuk meningkatkan efektivitas kedua jenis turbin tersebut dikembangkanlah turbin angin gabungan Darrieus-Savonius.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis kemudian menerbitkan tugas akhir skripsi yang berjudul “kinerja secara eksperimental turbin angin gabungan Darrieus-Savonius yang mana dilakukan 3 variasi tinggi rotor Savonius yang dipasang diluar turbin Darrieus”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, karena kurangnya sumber daya dan pelestarian lingkungan hidup serta adanya suatu potensi pemanfaatan energi angin pada sejumlah wilayah di Indonesia, maka dapat diperoleh rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu melakukan pembuatan dan pengujian turbin angin gabungan Darrieus–Savonius sebagai solusi penghasil energi yang baik bagi kehidupan sehari-hari.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tersebut dapat lebih fokus pada studi saat ini, penulis memberikan beberapa batasan masalah, antara lain:

1. Turbin yang digunakan adalah gabungan antara turbin Darrieus dan Savonius dimana masing-masing memiliki dua buah sudu Savonius dan dua buah sudu Darrieus dengan *airfoil* NACA 0020.

2. Sudu pada rotor Savonius dari turbin angin Darrieus–Savonius divariasikan tingginya dengan panjang 1,5 cm, 3 cm dan 4,5 cm. Sementara untuk sudu Darrieus panjang *chord* 5 cm.
3. Pengujian dilakukan di dalam *wind tunnel* WT-40 Subsonic.
4. Variasi kecepatan angin 7 m/s, 8 m/s, dan 9 m/s.
5. Getaran pada suatu instalasi turbin angin tidak dimasukkan pada studi eksperimental.
6. Data pada kecepatan angin yang digunakan ditentukan dalam satu arah yaitu dari arah *inlet*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pengujian pada turbin angin.
2. Menghitung dan mengukur suatu beban, pegas, dan putaran pada turbin angin dari penambahan tinggi sudu rotor Savonius.
3. Menghitung dan mengukur besarnya suatu beban, pegas, dan putaran pada turbin angin yang dihasilkan, kemudian diubah kedalam bentuk grafik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penelitian ini, antara lain:

1. Untuk menjadi pertimbangan dalam membuat turbin angin gabungan Darrieus–Savonius yang memiliki efisiensi tinggi dengan menganalisis suatu beban, pegas, dan putaran pada turbin angin.
2. Sebagai sumber daya terpenting bagi mahasiswa Teknik Mesin dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, F., Mara, I.M., and Nuarsa, M., 2013. Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal, *Dinamika Teknik Mesin*. Nusa Tenggara Barat.
- Buana, C., Yusuf Yunus, M., and Rinaldi Pratama dan Muh Saqib Nurfaizi, M., 2017. Uji Experimental Model Turbin Hybrid Savonius Bertingkat Dan Darrieus Tipe H Rotor.
- Canra, D., and Sumiati, R., 2021. Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung.
- Diaurahman, D., and Siswanto, R., 2016. Perencanaan Konstruksi Dan Elemen Mesin Turbin Angin Sumbu Vertikal Type Darrieus. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika* 1, 99–112. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v1i2.30>
- Elfreda, F., 2019. The Effect Of The Savonius Wind Turbine Arch Model On The Performence Of The Giromill And Savonius Combination Wind Turbine Model Final Project As Partial Fulfilment Of The Requirement To Obtain Sarjana Teknik Degree In Mechanical Engineering. Yogyakarta.
- Habibi Bagar, K., Wicaksono, W., Ardan Rohmadin, N., Prasetyawan, A., Rahman, A., and Elektro, J., 2013. Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Inovasi Turbin Heliks Vertikal Untuk Kemandirian Energi Sekolah Daerah Pesisir.
- Ion, N., Radu, B., Marcel, S., and Daniela, B., 2012. Modal analysis of a small vertical axis wind turbine (Type DARRIEUS). *INCAS BULLETIN* 4, 75–81. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2012.4.2.9>
- Jayanto, S.T., 2018. Studi Simulasi Penambahan Sirip Vertikal Pada Turbin Savonius L Menggunakan Pemodelan CFD Dua Dimensi 1–74.
- Manwell, J.F., McGowan, J.G., and Rogers, A.L., 2010. *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*.
- Putra Teja, D., 2017. Studi Numerik Turbin Angin Darrieus–Savonius Dengan Penambahan Stage Rotor Darrieus 1–105.
- Putranto, A., Prasetya, A., and Zاتمiko U, A., 2011. Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga. Semarang.
- Sukamto, 2011. O , 20 O , 25 O , 30 O. Karakteristik Turbin Angin Vertical

Axis Profil NACA 0018 dengan 3 Blade Berbantuan Guide Vane 1–8.

Surya Dharma, U., 2016. Pengaruh Desain Sudu Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Angin Vertical Axis Savonius Vol. 5, 138–148.

Syahputra, N., 2020. Perancangan Rotor Turbin Angin Savonius Dengan Kapasitas Maksimum 300 WATT. Medan.

Syahyuniar, R., Ningsih, Y., Pengajar Mesin Otomotif Politeknik Negeri Tanah Laut, S., and Jurusan Mesin Otomotif, M., 2018. Rancang Bangun Blade Turbin Angin Tipe Horizontal | 28 Jurnal Elemen 5.

Vanessa, M.C., 2016. Laporan Penelitian Riset Mini Tentang Turbin Angin Model Savonius Dan Darrieus 1–13. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2826.9686>

Wahab, A., 2011. Analisa Pengaruh Perbedaan Variasi Jumlah Sudu Untuk Optimalisasi Daya Listrik Pada Turbin Angin Savonius Bertingkat. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Wibowo, R., 2020. Perancangan Rotor Turbin Angin Darrieus Dengan Kapasitas Maksimum 300 WATT. Medan.

Wiratama, I.K., Okariawan, I.D.K., Yudhyadi, I.G.N., Mara, I.M., and Juliansah, A., 2019. Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah. *Dinamika Teknik Mesin* 9, 71. <https://doi.org/10.29303/dtm.v9i1.266>