

SKRIPSI

**PENINGKATAN PERFORMANSI TURBIN ANGIN
SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI GEOMETRI DAN
KONFIGURASI SUDU**



NIKOLAS DWINESA

03051381621099

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

SKRIPSI

PENINGKATAN PERFORMANSI TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI GEOMETRI DAN KONFIGURASI SUDU

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



**OLEH
NIKOLAS DWINESA
03051381621099**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PENINGKATAN PERFORMANCE TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI GEOMETRI DAN KONFIGURASI SUDU

SKRIPSI

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

Oleh:
NIKOLAS DWINESA
03051381621099

Palembang, 19 November 2020

Mengetahui,
Pembimbing 1



Ir. Joni Yanto, M.T
NIP. 195705221987031003

Pembimbing 2



Ir. Dyos Santoso, M.T
NIP. 196012231991021001



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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

SKRIPSI

**NAMA : NIKOLAS DWINESA
NIM : 03051381621099
JUDUL : PENINGKATAN PERFORMANCE TURBIN ANGIN
SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI GEOMETRI
DAN KONFIGURASI SUDU
DIBERIKAN : OKTOBER 2019
SELESAI : NOVEMBER 2020**

Palembang, 19 November 2020

Diperiksa dan disetujui oleh



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**Peningkatan Performansi Turbin Angin Savonius Dengan Modifikasi Geometri Dan Konfigurasi Sudu**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 November 2020.

Palembang, 19 November 2020

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

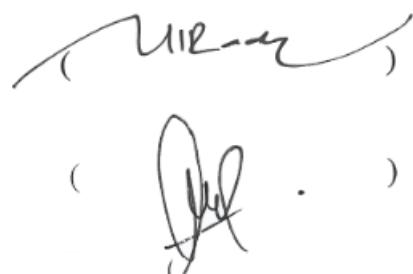
Ketua:

Ir. M Zahri kadir, M.T.
NIP. 195908231989031001



Anggota:

- 1. M. Ihsan Riadi, ST, M.T.**
NIP. 167105131087000001
- 2. Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T.**
NIP. 199306052019031016



Mengetahui

Pembimbing I



Ir. Joni Yanto, M.T
NIP. 195705221987031003

Pembimbing II



Ir. Dyos Santoso, M.T
NIP. 196012231991021001



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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nikolas Dwinessa

NIM : 03051381621099

Judul : Peningkatan Performansi Turbin Angin Savonius Dengan Modifikasi Geometri Dan Konfigurasi Sudu

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan 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, 19 November 2020



Nikolas Dwinessa

NIM. 03051381621099

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nikolas Dwinesa

NIM : 03051381621099

Judul : Peningkatan Performansi Turbin Angin Savonius Dengan Modifikasi Geometri Dan Konfigurasi Sudu

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

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



Palembang, 19 November 2020



Nikolas Dwinesa

NIM. 03051381621099

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat,karunia, serta kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Peningkatan Performansi Turbin Angin Savonius Dengan Modifikasi Geometri Dan Konfigurasi Sudu”** pada waktu yang tepat.

Adapun maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat mutlak untuk mengikuti sidang akhir di Program Teknik Mesin Sarjana-1 pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penulis banyak sekali mendapatkan masukan-masukan, referensi-referensi, motivasi serta dorongan dari berbagai pihak demi tercapainya proses penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Yth. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.T, PhD., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya,
2. Yth. Bapak Amir Arifin, S.T., M.T, PhD., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Bapak Ir. Joni Yanto, M. T, selaku Dosen Pembimbing yang memberikan ilmu yang bermanfaat sehingga terus termotivasi agar skripsi ini dapat berjalan sesuai dengan semestinya.
4. Yth. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T, selaku Dosen Pembimbing 2 yang juga memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, nasihat, dan motivasi untuk terus melakukan yang terbaik dalam penggerjaan skripsi ini.
5. Yth. Ibu Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S,T, M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama menjalani perkuliahan di jurusan Teknik Mesin.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun skripsi ini.
7. Orangtua penulis, Dr. Sardianto M. S., M.Si, M.Pd dan dra. Nerrie Widjaja yang telah berjuang dengan sepenuh hati membesarkan, mendidik dengan penuh kasih sayang, mendoakan, dan menyemangati dalam segala hal, terimakasih atas segala bantuan, kebaikan, pengorbanan, dan perjuangan yang luar biasa tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga Tuhan selalu menyertai

- dan melindungi, memberikan kesehatan dan umur yang panjang, serta mempermudah segala urusannya.
8. Kakak dan adik penulis, Angeline Pranesa dan Juan Trinesa, terimakasih atas peran pentingnya yang telah menyemangati dalam segala hal hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
 9. Kakak-kakak Staff Administrasi Jurusan Teknik Mesin, terimakasih untuk bantuannya selama proses pengurusan berkas administrasi.
 10. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2016 atas kenangan, pengalaman, bantuan, canda tawa, dan kerjasama selama ini. Terimakasih telah menjadi teman seperjuangan selama menjalani perkuliahan. Semoga kita dapat meraih kesuksesan masing-masing dan sampai jumpa dalam waktu dan cerita indah masing-masing.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga berharap dengan diterbitkannya skripsi ini dapat menjadi referensi untuk di masa yang akan datang.

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

Palembang, 19 November 2020



Nikolas Dwinresa

NIM 03051381621099

RINGKASAN

PENINGKATAN PERFORMANCE TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI GEOMETRI DAN KONFIGURASI SUDU

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 19 November 2020

Nikolas Dwinesa; Dibimbing oleh Ir. Joni Yanto, M. T dan Ir. Dyos Santoso, M. T

xxvii + 54 halaman, 13 tabel, 36 gambar, 2 lampiran

RINGKASAN

Meningkatnya kebutuhan energi menjadi salah satu masalah terbesar yang sedang dihadapi oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia. Berdasarkan data statistika besar konsumsi energi Indonesia tahun 2018 untuk total konsumsi energi final sebesar 114 MTOE terdiri dari sektor transportasi 40%, kemudian industri 36%, rumah tangga 16%, komersial dan sektor lainnya masing-masing 6% dan 2%. Konsumsi energi yang meningkat setiap tahunnya dapat memicu permasalahan seperti berkurangnya sumber energi fosil. Cadangan energi fosil yang semakin menipis diakibatkan oleh aktivitas manusia serta penggunaan mesin-mesin yang menggunakan energi fosil membuat manusia harus memikirkan pilihan alternatif demi keberlangsungan hidup di masa yang akan datang. Energi baru terbarukan ini sudah tersedia di alam, energi tersebut antara lain berasal dari angin, sinar matahari, biogas, gelombang air laut, dan lain-lain yang tidak berdampak buruk terhadap lingkungan. Energi angin merupakan salah satu energi yang berpotensi besar menjadi sumber utama energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi untuk memproduksi angin secara terus menerus, meskipun angin yang dihasilkan berkecepatan kecil dibandingkan negara-negara yang lain. Potensi angin yang dapat dihasilkan memiliki kecepatan angin 3 m/s hingga 7 m/s. Turbin angin diklasifikasikan menjadi dua diantaranya turbin angin sumbu vertikal dan turbin angin sumbu horizontal. Turbin angin sumbu vertikal dapat menyerap potensi angin dari segala arah, bekerja pada kecepatan rendah, konstruksi sederhana dan tidak memerlukan tempat pemasangan yang begitu luas. Turbin Savonius yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis turbin angin sumbu vertikal. Performansi dari suatu turbin angin dipengaruhi oleh kecepatan angin, dimensi turbin, jumlah sudu turbin, konfigurasi sudu turbin, serta profil sudu turbin yang digunakan sehingga harus diketahui bagaimana keadaan dari masing-masing kondisi jika turbin angin dipasang di wilayah Indonesia dengan kondisi kecepatan angin

sebesar 3,71 m/s. Pada penelitian ini menggunakan jumlah sudu yaitu dua sudu dengan variasi profil sudu antara lain, sudu konvensional, sudu modifikasi e377-il 1, dan sudu modifikasi e377-il 2 serta menguji tiap variasi sudu pada rasio overlap 0 mm, 10 mm, 20 mm, dan 30 mm. Hasil penelitian yang telah dilakukan, pada turbin angin Savonius sudu konvensional menghasilkan daya maksimum pada rasio overlap 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm sebesar 0,448 W; 0,414 W; 0,396 W; 0,291 W. Pada turbin angin Savonius sudu modifikasi e337-il 1 menghasilkan daya maksimum pada rasio overlap 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm sebesar 0,459 W; 0,401 W; 0,328 W; 0,350 W. Pada turbin angin Savonius sudu modifikasi e337-il 2 menghasilkan daya maksimum pada titik overlap 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm sebesar 0,388 W; 0,509 W; 0,316 W; 0,337 W. Profil sudu serta jarak titik overlap memengaruhi nilai performansi turbin angin Savonius. Profil sudu terbaik dicapai oleh sudu modifikasi e337-il 1 disamping itu rasio overlap yang mendapatkan efisiensi terbaik yaitu rasio overlap 10 mm. Turbin mengalami penurunan daya yang dihasilkan saat turbin menggunakan rasio overlap 20 mm dan 30 mm.

Kata Kunci : Turbin Angin, Overlap, Turbin Angin Savonius, Turbin Angin Sumbu Vertikal.

SUMMARY

IMPROVING THE PERFORMANCE OF SAVONIUS WIND TURBINE WITH MODIFYING GEOMETRY AND BLADE CONFIGURATION

Scientific papers in the form of Thesis, November 19th, 2020

Nikolas Dwinesa; Supervised by Ir. Joni Yanto, M.T and Ir. Dyos Santoso, M.T

xxvii + 54 pages, 13 tables, 36 pictures, 2 attachments.

SUMMARY

The increasing demand for energy is one of the biggest problems faced by many countries in the world including Indonesia. Based on the statistics, the amount of Indonesian energy consumption in 2018 for the total final energy consumption is 114 MTOE which consist of 40% for the transportation sector, 36% for industry, 16% for household, 6% and for commercial and 2% for sectors respectively. The energy consumption that increases every year can trigger problems such as reduced fossil fuel energy. The dwindling reserves of fossil energy caused by human activities and the use of machines that use fossil energy *make human have to* think about alternative options for survival in the future. This new renewable energy such as energy that comes from wind, sunlight, biogas, sea waves, and others which do not have negative impact on the environment is readily available in nature. Wind energy is one of the energies that has great potential to become the main source of renewable energy. Indonesia has the potential to produce wind continuously, even though the wind produced has low speed compared to the wind energy produced by other countries. The potential wind that can be generated should have wind speeds of 3 m/s to 7m/s. Wind turbines are classified into two types namely vertical axis wind turbines and horizontal axis wind turbines. The vertical axis wind turbine can absorb wind potential from all directions, works at low speeds, has simple construction and does not require a large installation area. The Savonius turbine used in this study is a type of vertical axis wind turbine. The performance of a wind turbine is influenced by wind speed, turbine dimensions, the number of turbine blades, turbine blade configuration, and the profile of the turbine blades used so that the state of each condition must be designated if the wind turbine with a wind speed of 3,71 m/s is installed in Indonesia. In this study, a number of blades are used, namely two blades with a variety of blade profiles, including

conventional blades, modified blades e377-il 1, and modified blades e377-il 2 by testing each variation of blades on overlap ratio 0 mm, 10 mm, 20 mm, and 30 mm. The results of the research showed that the conventional blade Savonius wind turbine produces maximum power at the overlap ratio of 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm of 0.448 W; 0.414 W; 0.396 W; 0.291 W. In the Savonius wind turbine, the modified blade e137-il 1 produced maximum power at the overlap ratio of 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm of 0.459 W; 0.401 W; 0.328 W; 0.350 W. In the Savonius wind turbine, the modified blade e137-il 2 produced maximum power at the overlap ratio of 0 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm of 0.388 W; 0.509 W; 0.316 W; 0.337 W.. The blade profile and the overlap point distance affect the performance value of the Savonius wind turbine. The best blade profile was achieved by the modified blade e137-il 1. Besides, the overlap point distance that gets the best efficiency was 10 mm overlap ratio. The turbine experienced a decrease in power generated when the turbine used an overlap ratio of 20 mm and 30 mm.

Key Words : Wind Turbine, Overlap, Savonius Wind Turbine, Vertical Axis Wind Turbine.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Tabel	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	2
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Energi Angin	5
2.2 Turbin Angin	5
2.3 Turbin Angin Savonius	6
2.4 Sudu Konvensional	8
2.5 Sudu Dengan Konsep <i>Airfoil Eppler E377-il</i>	9
2.6 Analisis Performa	9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Diagram Alir Penelitian	11
3.2 Kondisi Batas Pengujian	12
3.3 Perancangan Turbin dan Variasi Pengujian	12

3.4	Alat Ukur.....	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Hasil	17
4.1.1	Potensi Energi Angin	17
4.1.2	Hasil Pengujian Turbin Angin Savonius Sudu Konvensional	18
4.1.3	Hasil Pengujian Turbin Angin Savonius Sudu Modifikasi E377-il 1	20
4.1.4	Hasil Pengujian Turbin Angin Savonius Sudu Modifikasi E377-il 2	22
4.2	Pembahasan.....	24
4.2.1	Turbin Savonius Sudu Konvensional.....	25
4.2.2	Turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 1	28
4.2.3	Turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 2	31
4.2.4	Pengaruh Rasio Overlap Sudu Pada Kecepatan 3,71 m/s	34
4.2.4.1	Rasio Overlap 0 mm.....	34
4.2.4.2	Rasio Overlap 10 mm.....	37
4.2.4.3	Rasio Overlap 20 mm.....	40
4.2.4.4	Rasio Overlap 30 mm.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konfigurasi poros pada turbin angin	2
Gambar 2.2 Grafik performa turbin angin.....	7
Gambar 2.3 Skematik turbin angin Savonius	7
Gambar 2.4 Skematik sudu konvensional	8
Gambar 2.5 Profil sudu Eppler e377-il	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	11
Gambar 3.2 Konfigurasi sudu turbin angin Savonius	13
Gambar 3.3 Skematik alat pengujian	13
Gambar 3.4 Sudu konvensional.....	14
Gambar 3.5 Sudu modifikasi e377-il 1	14
Gambar 3.6 Sudu modifikasi e377-il 2	14
Gambar 4.1 Hubungan Torsi terhadap ω pada turbin Savonius Sudu Konvensional.....	25
Gambar 4.2 Hubungan C_p terhadap TSR pada turbin Savonius Sudu Konvensional.....	26
Gambar 4.3 Hubungan P_T terhadap ω pada turbin Savonius Sudu Konvensional	26
Gambar 4.4 Hubungan P_T terhadap TSR pada turbin Savonius Sudu Konvensional.....	27
Gambar 4.5 Hubungan Torsi terhadap ω pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 1	28
Gambar 4.6 Hubungan C_p dengan TSR pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 1	29
Gambar 4.7 Hubungan P_T dengan ω pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 1	29
4.8 Hubungan antara P_T dengan TSR pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 1	30
Gambar 4.9 Hubungan antara Torsi dengan ω pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 2	31

Gambar 4.10 Hubungan antara C_P dengan TSR pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 2	32
Gambar 4.11 Hubungan antara P_T dengan ω pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 2	32
Gambar 4.12 Hubungan antara P_T dengan TSR pada turbin Savonius Sudu Modifikasi e377-il 2	33
Gambar 4.13 Grafik Torsi dan ω pada rasio overlap 0 dengan kecepatan angin 3,71 m/s	34
Gambar 4.14 Grafik C_P dan TSR pada rasio overlap 0 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	35
Gambar 4.15 Grafik daya turbin dan ω pada rasio overlap 0 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	35
Gambar 4.16 Grafik daya turbin dan TSR pada rasio overlap 0 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	36
Gambar 4.17 Grafik Torsi dan ω pada rasio overlap 10 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	37
Gambar 4.18 Grafik C_P dan TSR pada rasio overlap 10 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	38
Gambar 4.19 Grafik daya turbin dan ω pada rasio overlap 10 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	38
Gambar 4.20 Grafik daya turbin dan TSR pada rasio overlap 10 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	39
Gambar 4.21 Grafik Torsi dan ω pada rasio overlap 20 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	40
Gambar 4.22 Grafik C_P dan TSR pada rasio overlap 20 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	41
Gambar 4.23 Grafik daya turbin dan ω pada rasio overlap 20 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	41
Gambar 4.24 Grafik daya turbin dan TSR pada rasio overlap 20 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s.....	42
Gambar 4.25 Grafik Torsi dan ω pada rasio overlap 30 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	43

Gambar 4.26 Grafik C_P dan TSR pada rasio overlap 30 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	44
Gambar 4.27 Grafik daya turbin dan ω pada rasio overlap 30 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	44
Gambar 4.28 Grafik daya turbin dan TSR pada rasio overlap 30 mm dengan kecepatan angin 3,71 m/s	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Luas Sapuan Angin pada Turbin Savonius	17
Tabel 4.2 Pengujian Turbin Angin Savonius Rasio Overlap 0	19
Tabel 4.3 Pengujian Turbin Angin Savonius Rasio Overlap 10	19
Tabel 4.4 Pengujian Turbin Angin Savonius Rasio Overlap 20	19
Tabel 4.5 Pengujian Turbin Angin Savonius Rasio Overlap 30	20
Tabel 4.6 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 0	21
Tabel 4.7 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 10	21
Tabel 4.8 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 20	22
Tabel 4.9 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 30	22
Tabel 4.10 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 0	23
Tabel 4.11 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 10	24
Tabel 4.12 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 20	24
Tabel 4.13 Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap 30	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Thermophysical properties of air</i>	53
Lampiran 2 Foto-foto Alat Penelitian	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki jumlah penduduk yang besar yaitu 265 juta jiwa [1]. Konsekuensinya, kebutuhan energi dalam negeri mengalami peningkatan. Di tahun 2018 total konsumsi energi Indonesia sebesar *114 millions ton of oil equivalent* (MTOE), dimana itu terdiri dari sector transportasi 40%, industri 36%, rumah tangga 16%, dan lain-lain 8% [2].

Di Indonesia, suplay energi masih didominasi oleh energi fosil. Energi fosil merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Pemanfaatan energi fosil sebagai bahan bakar menghasilkan polusi udara karena hasil pembakaran berupa NOx, COx, CO2 dan CO [3]. Selain itu, dampak jangka panjang dari penggunaan energi fosil adalah pemanasan global (perubahan iklim) [3]. Lebih lanjut, eksploitasi energi fosil yang berlebihan akan mempercepat habisnya cadangan energi tersebut, dimana di Indonesia cadangan batu bara diprediksi habis tahun 2050 [2].

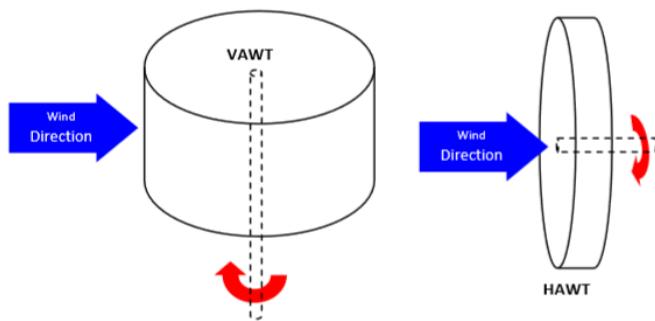
Menipisnya cadangan energi fosil membuat beberapa negara memikirkan sumber energi alternatif. Kajian-kajian sebelumnya merekomendasikan energi baru terbarukan (EBT) sebagai sumber energi [4]. Hal ini karena energi ini bersih (tidak menghasilkan polusi) ketika dieksplorasi. Sumber EBT adalah angin, air, solar, biomassa, dan geothermal, dan lainnya.

Dari beberapa EBT, angin merupakan sumber energi yang dimiliki oleh seluruh negara di dunia. Ini menyebabkan peneliti-peneliti di bidang EBT banyak merekomendasikan sumber angin sebagai energi alternatif.

Energi angin dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi menggunakan turbin angin. Turbin angin merupakan teknologi yang digunakan untuk merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik (torsi dan putaran), selanjutnya energi mekanik dikonversi menjadi energi listrik menggunakan generator [5].

Turbin angin memiliki dua jenis yaitu turbin angin sumbu vertikal (TASV) dan turbin angin sumbu horizontal (TASH) (lihat Gambar 1.1). Gambar 1.1 merupakan konfigurasi arah gerak turbin angin. Potensi energi angin yang dimiliki Indonesia sebesar 978 MW, dimana kecepatan angin rata-rata sebesar 3m/s hingga 7m/s (lemah) [6]. Diprediksi TASV merupakan usulan yang tepat untuk diimplementasikan di Indonesia. Ini karena TASV bekerja pada rentan kecepatan angin 3 m/s hingga 5 m/s [7].

TASV memiliki dua jenis yaitu turbin Savonius dan turbin Darrieus. Turbin Savonius merupakan usulan yang tepat sebagai pembangkit listrik mandiri. Ini karena turbin ini mampu bekerja di kecepatan angin di bawah 3 m/s. Ini sesuai dengan karakteristik energi angin Indonesia, dimana kecepatan angin fluktuasi tinggi dan rendah [8].



Gambar 1.1 Konfigurasi poros pada turbin angin [9]

1.2 Tinjauan Pustaka

Ridwan (2017) [10] mengkaji turbin Savonius tipe U dengan tinggi sudu sebesar 50 cm dan diameter rotor sebesar 30 cm. Rotor turbin savonius tipe U dibuat menggunakan pipa paralon dan triplek plywood. Ada dua variasi jumlah sudu yang diuji yaitu 2 sudu dan 3 sudu. Kedua rotor diuji pada kecepatan angin sebesar 2,0 m/s, 2,5 m/s, 3,0 m/s, 3,5 m/s, dan 4,0 m/s. Dari hasil, putaran turbin Savonius 2 sudu sebesar 207,9 rpm lebih besar dibanding 3 sudu sebesar 180 rpm di kondisi pengujian kecepatan angin sebesar 4 m/s [10]. Selain itu, Ridwan

(2017) [10] menyimpulkan material pipa paralon dan triplek plywood dapat digunakan sebagai rotor turbin Savonius.

Mahendra, dkk. (2013) [11] mengkaji pengaruh jumlah sudu terhadap performa turbin Savonius tipe L menggunakan metode eksperimen. Terdapat tiga rotor yang diuji yaitu rotor dengan 2 sudu, 3 sudu, dan 4 sudu. Tiap rotor diuji dengan variasi kecepatan angin sebesar 3 m/s, 5m/s, dan 7 m/s. Dari hasil pengujian, rotor 3 sudu menghasilkan performa lebih tinggi dibandingkan rotor 2 dan 4 sudu.

Salleh, dkk. (2020) [12] mengkaji pengaruh deflektor sudu turbin Savonius. Salleh, dkk memvariasikan rasio jari-jari sudu terhadap kedalaman sudu antara 0 sampai 1,704. Dari hasil, deflektor (rasio jari-jari sudu terhadap kedalaman) optimum antara 0,5 sampai 1,204, dimana performa maksimum sebesar 35%.

Dari hasil kajian diatas, efisiensi turbin Savonius masih dikategorikan rendah (<35%). Sehingga dibutuhkan kajian komprehensif untuk menyingkatkan performanya. Dikarenakan sudu merupakan tempat proses konversi energi dari angin ke turbin maka dibutuhkan bentuk sudu yang dapat menyerap energi kinetik angin secara maksimum. Diduga, sudu berbentuk *airfoil* merupakan usulan yang tepat karena *airfoil* dapat menyerap energi kinetik secara maksimal. Ini kenapa sudu turbin angin *propeller* menggunakan *airfoil* sebagai dasar sudu. Selain itu, berdasarkan studi sebelumnya turbin Savonius yang memiliki overlap lebih baik dibandingkan tanpa overlap. Dengan demikian, studi ini mengkaji pengaruh overlap dan *airfoil* sudu turbin Savonius terhadap performanya.

Airfoil e377-il diusulkan sebagai bentuk sudu turbin Savonius. Ini karena bentuk *airfoil* e377-il memiliki bentuk mirip dengan sudu konvensional turbin Savonius. Sehingga, *airfoil* e377-il dapat langsung diadopsi menjadi bentuk sudu turbin Savonius.

1.3 Rumusan Masalah

Apakah bentuk sudu turbin Savonius adalah *airfoil* e377-il menghasilkan performa lebih baik dibanding bentuk sudu konvensional.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat meningkatkan performa turbin angin Savonius dengan memodifikasi sudu turbin menggunakan *airfoil* e377-il, mendapatkan rasio diameter terhadap overlap yang optimum, dan mengusulkan pembangkit listrik mandiri untuk daerah terpencil.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya khususnya yang membahas mengenai turbin angin Savonius.
2. Hasil pada penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan penggunaan sudu pada turbin angin.
3. Memberikan solusi terhadap masalah penyediaan energi yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Jenderal, D. E. Nasional, K. E. Dan, and S. D. Mineral, “RENCANA STRATEGIS 2015 s.d. 2019,” 2019.
- [2] KESDM, *INDONESIA ENERGY OUTLOOK*. 2019.
- [3] A. Meiviana, D. R. Sulistiowati, and M. H. Soejachmoen, *BUMI MAKIN PANAS: ANCAMAN PERUBAHAN IKLIM DI INDONESIA*. 2004.
- [4] R. R. Al Hakim, “Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan,” *ANDASIH J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [5] D. A. Bell, *Fundamentals of Wind Energy*, vol. 30, no. 12. 1979.
- [6] KESDM, “RENCANA STRATEGIS 2015 s.d. 2019,” 2015.
- [7] J. Sargolzaei, “Prediction of the power ratio in wind turbine Savonius rotors using artificial neural networks,” *Int. J. Energy Environ.*, pp. 51–55, Jan. 2007.
- [8] J. Jamal, “Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 6, no. 1, p. 64, 2019.
- [9] P. J. Schubel and R. J. Crossley, “Wind Turbine Blade Design,” pp. 3425–3449, 2012.
- [10] M. K. Ridwan, “PENGUJIAN DAN ANALISA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TYPE SAVONIUS U DENGAN 2 DAN 3 SUDU,” 2017.
- [11] D. S. Bayu Mahendra, Rudy Soenoko, “PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS TYPE L,” vol. 66, pp. 37–39, 2012.
- [12] M. B. Salleh, N. M. Kamaruddin, and Z. Mohamed-Kassim, “The

effects of deflector longitudinal position and height on the power performance of a conventional Savonius turbine,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 226, p. 113584, 2020.