

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE
SAVONIUS DUA SUDU DENGAN OVERLAP**



LAPORAN AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Dalam Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh

Leader Defend Sitompul

0617 3031 0845

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2020

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE
SAVONIUS DUA SUDU DENGAN OVERLAP**



Oleh

LEADER DEFEND SITOMPUL

0617 3031 0845

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Carlos RS, S.T., M.T.

NIP. 196403011989031003

Rumiasih, S.T., M.T.

NIP. 196711251992032002

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.

NIP. 196501291991031002

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

Motto :

- ❖ *When you get what you want, that's God's direction, when you don't get what you want, that's God's protection. (Jika kamu mendapatkan apa yang kamu mau, itu adalah petunjuk dari Tuhan, namun jika kamu tidak mendapatkan apa yang kamu mau, itu adalah perlindungan dari Tuhan).*

Kupersembahkan kepada :

- ❖ *Ayah dan Ibuku tercinta yang selalu ada dan bersedia memberikan dukungan penuh baik moral maupun materil.*
- ❖ *Kakak dan Abang yang saya sayangi yang selalu menyemangati dan memotivasi dalam penyusunan laporan akhir ini.*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan teknik listrik angkatan 2017 terkhusus kelas saya 6LC yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.*
- ❖ *Teman teman "Saroja" yang juga selalu saling mendukung satu sama lain di masa-masa sulit maupun senang.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik. Laporan akhir ini berjudul “Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius Dua Sudu Dengan Overlap”, disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan laporan akhir ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan berkah, nikmat, dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini.
2. Kedua Orang Tua Ibu dan Bapak, ketiga saudara penulis beserta keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan selama proses menempuh kegiatan akademik di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
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 Herman Yani, S.T., M.Eng, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak Carlos RS, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I Penyusunan Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya

8. Ibu Rumiasih, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II Penyusunan Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya
9. Rekan seperjuangan Angkatan 2017 Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, September 2020

Penulis

ABSTRAK

RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN SUMBU VERTKAL TIPE SAVONIUS DUA SUDU DENGAN OVERLAP

(2020 : xiii+ 41 halaman+Daftar Pustaka +Daftar Isi+ Daftar Gambar +Daftar Tabel+Lampiran)

Leader Defend Sitompul

061730310845

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Energi angin merupakan salah satu energi terbarukan yang berpotensi besar untuk menjadi sumber utama energi terbarukan bagi dunia modern saat ini. Agar dapat memanfaatkan energi angin diperlukan sebuah turbin angin untuk Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Pada penelitian ini membahas tentang pengkonversian energi angin menjadi energi listrik DC skala mikro. Metode yang diusulkan dalam pembuatan laporan ini yaitu dengan merancang turbin angin savonius dengan klasifikasi tinggi rotor 0,24 m, diameter turbin 0,18 m, rasio overlap 0,2 dan diameter *end plate* 0,2 m. Turbin angin diuji menggunakan mesin blower angin dengan bantuan terowongan angin buatan dengan klasifikasi panjang 0,6 m, lebar 0,4 m, tinggi 0,4 m dan 5 variasi kecepatan angin dari 7,41-10,42 m/s untuk mempelajari pengaruh kecepatan angin terhadap performansi turbin dan daya listrik yang dihasilkan. Poros turbin langsung dihubungkan ke generator DC sehingga putaran generator sama dengan putaran turbin. Generator diberikan sebuah beban lampu LED 12 VDC 5 Watt dan dilakukan pengukuran putaran turbin, tegangan dan arus listrik. Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin besar kecepatan angin yang diberikan maka putaran turbin akan semakin tinggi sehingga daya listrik yang dihasilkan generator juga akan semakin besar. Putaran turbin tertinggi yang didapat adalah 317,016 rpm pada kecepatan angin 10,42 m/s sedangkan tegangan, arus dan daya listrik terbesar yang dihasilkan yaitu 8,50 Volt, 0,02224 Ampere dan 0,18904 Watt pada kecepatan angin 10,42 m/s. *Tip speed ratio* tertinggi yang didapat sebesar 0,2867 pada kecepatan angin 10,42 m/s dan efisiensi *overall* tertinggi sebesar 0,6678 % pada kecepatan angin 10,42 m/s.

Kata kunci : Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), Savonius, Rasio *Overlap*, Generator DC, Efisiensi *Overall*

ABSTRACT

DESIGN OF VERTICAL AXIS WIND TURBINE SAVONIUS TYPE TWO BLADE WITH OVERLAP

(2020 : xiii+ 41 pages+Bibliograhya+List of Contents+List of Figures+List of Tables+Appendix)

Leader Defend Sitompul

061730310845

Department of Electro

Electrical Engineering Program

Polytechnic of Sriwijaya Palembang

Wind energy is one of the most potential renewable energies to become the world's major energy source today and to be most effective for addressing fossil energy issues that are depleting and global warming. In order to utilize wind energy it takes a wind turbine for Wind Energy Conversion System (SKEA). In this study discusses the conversion of wind energy into DC micro-scale electrical energy. The method that is proposed in making of this report is designing the savonius type of wind turbine with classification rotor height of 0,24 m, turbine diameter 0,18 m, overlap ratio 0.2 m, and the endplate diameter 0,2 m. This wind turbine is tested using blower machine along with home-made wind tunnel with classification 0,6 m long, 0,4 m width, 0,4 m height and 5 variations of wind velocity from 7,41-10,42 m/s to study the impact of wind velocity to wind turbine performance and the output power. The turbine shaft is directly connected to the DC generator so that the generator rotation speed is equal to the turbine rotation speed. Generator is given a load of LED light 12 VDC 5 Watt and measured turbine rotation, voltage and electric current. From the research results obtained that the higher wind speed given will make the turbine rotation be higher too, so that the generated electricity generator will also be higher. The highest wind turbine rotation is 317,016 rpm at wind velocity 10,42 m/s while the highest voltage, current, and power generated is 8,50 Volt, 0,02224 Ampere, and 0,18904 Watt at wind velocity 10,42 m/s. The highest tip speed ratio is 0,2867 at wind velocity 10,42 m/s and highest overall efficiency is 0,6678 % at wind velocity 10,42 m/s.

Keywords : Savonius, Overlap Ratio, DC Generator, Overall Efficiency

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan	5
2.1.1 Definisi Energi	5
2.1.2 Definisi Energi Terbarukan.....	5
2.1.3 Jenis Energi	6
2.2 Sumber Energi Yang Berasal Dari Fosil	6
2.2.1 Batu Bara	6
2.2.2 Minyak Bumi	6
2.2.3 Gas Alam	7

2.3	Sumber Energi Terbarukan	7
2.3.1	Energi Panas Bumi	7
2.3.2	Energi Surya.....	8
2.3.3	Tenaga Air	9
2.3.4	Biomassa	9
2.3.5	Tenaga Angin.....	11
2.4	Energi Angin	11
2.5	Asal Energi Angin	12
2.6	Proses Terjadinya Angin	13
2.7	Energi Tenaga Angin	13
2.8	Daya Angin	14
2.9	Turbin	15
2.9.1	Turbin Gas	15
2.9.2	Turbin Air	16
2.9.3	Turbin Angin.....	17
2.10	Turbin Savonius	21
2.11	Daya Turbin.....	21
2.12	Koefisien Daya (C_p) dan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	22
2.13	Daya Generator	23
2.14	Efisiensi Keseluruhan.....	24
2.15	End Plate dan Overlap	25

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1	Bahan – Bahan Yang Digunakan	26
3.2	Peralatan Yang Digunakan	30
3.3	Prosedur Penelitian.....	32
3.3.1	Perancangan Turbin Angin	32
3.3.2	Perancangan Terowongan Angin Buatan.....	33
3.3.3	Prosedur Perhitungan Hasil Pengujian.....	34

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian dan Perhitungan	37
4.1.1	Hasil Pengujian Turbin Angin Savonius.....	38
4.1.2	Hasil Perhitungan.....	38
4.1.3	Hasil Perbandingan Pengujian Turbin Savonius Dengan 2 Sudu dan 3 Sudu	45
4.2	Pembahasan.....	46

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin angin sumbu horizontal (Twidell & Weir, 2006).....	19
Gambar 2. 2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (Eric Hau, 2006)	19
Gambar 2. 3 Grafik C_p sebagai fungsi λ (Menet, 2004).....	22
Gambar 2. 4 Konversi energi angin menjadi energi listrik (Johnson, 2006)	24
Gambar 3. 1 Pipa PVC 4 Inch.....	26
Gambar 3. 2 Kabel Tis.....	27
Gambar 3. 3 Besi Siku Lubang	27
Gambar 3. 4 Papan Triplek	28
Gambar 3. 5 Generator DC 30 Watt	28
Gambar 3. 6 Lampu LED 12 V 5 Watt.....	29
Gambar 3. 7 Konektor 8mm	29
Gambar 3. 8 Mesin Blower Angin.....	30
Gambar 3. 9 Thermo-anemometer	31
Gambar 3. 10 Digital Tachometer	31
Gambar 3. 11 Digital Multitester.....	32
Gambar 3. 12 Desain Turbin Angin Savonius Dua Sudu	33
Gambar 3. 13 Desain Terowongan Angin	34
Gambar 3. 14 Desain Sistem Pengujian.....	34
Gambar 3. 15 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara kecepatan angin (V_w) terhadap Tip Speed Ratio (λ)	41
Gambar 4. 2 Grafik hubungan kecepatan angin (V_w) terhadap putaran turbin (n)	42
Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara putaran turbin (n) terhadap tegangan (V) yang dibangkitkan generator	42
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara putaran turbin (n) terhadap arus (I) yang dihasilkan	43
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara putaraan turbin (n) terhadap daya yang dibangkitkan generator (P_g).....	43
Gambar 4. 6 Grafik hubungan kecepatan angin (V_w) terhadap daya generator (P_g) dan daya angin (P_w).....	44
Gambar 4. 7 Grafik hubungan antara daya angin (P_w) terhadap daya generator (P_g).....	44
Gambar 4. 8 Grafik hubungan antara kecepatan angin (V_w) terhadap efisiensi keseluruhan (η_o).....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Dua Sudu Overlap Pada Temperatur 27,8 °C	38
Tabel 4. 2 Tabel interpolasi densitas udara.....	39
Tabel 4. 3 Tabel perhitungan hasil pengujian turbin	41
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Turbin Savonius 2 Sudu dan 3 Sudu	45
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Turbin Savonius 2 Sudu dan 3 Sudu	46
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Efisiensi Keseluruhan	46