

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN JENIS VERTIKAL TIPE
SAVONIUS L UNTUK PENERANGAN SKALA RUMAH
TANGGA DI PESISIR DESA KUALA KECAMATAN SELAKAU
KABUPATEN SAMBAS KALIMANTAN BARAT**

**SKRIPSI
BIDANG KONVERSI ENERGI**



ARLUZMI RAMADHAN

NIM. 161210442

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMANAS AIR TENAGA SURYA
TIPE PARALEL DENGAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUSLIMIN

161210174

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh para dosen
pada tanggal february 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

(Eko Sarwono, ST., MT)

NIDN. 0018106901

(Fuazen, ST., MT.)

NIDN. 1122087301

Penguji I

Penguji II

(Gunarto, ST., M.Eng)

NIDN. 0009097301

(Dr. Doddy Irawan, M..Eng)

NIDN. 1121108001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

(Eko Julianto, ST., M.T)

NIDN. 1118078703

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur - unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, November 2021

Mahasiswa,

Muslimin
NIM.161210174

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

Rancang Bangun Prototype Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Paralel Dengan Kolektor Surya Plat Datar

Nama Mahasiswa : Muslimin
NIM : 161210174
Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Eko Sarwono, ST.,MT
Dosen Pembimbing II : Fuazen, ST., M.T

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Gunarto, ST., M.Eng
Dosen Penguji II : Dr.Doddy Irawan, ST.,M.Eng
Tanggal Ujian : November 2021

Pontianak, November 2021

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

Eko Julianto, ST., M.T

NIDN. 1118078703

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	
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
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1. Energi Angin.....	6
2.1.2. Potensi Pemanfaatan Angin.....	6
2.1.3. Potensi Energi Angin di Indonesia	7
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	8
2.3. Turbin Angin.....	9
2.3.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	10
2.3.2. Turbin Angin Sumbu Vertical (TASV).....	11
2.4.2.1 Turbin Angin Darrieus	13
2.4.2.2 Turbin Angin Savonius	14
2.4. Teori Momentum Betz	15
2.5. Parameter Turbin Angin	16
2.5.1. Daya Angin	16
2.5.2. <i>Tip Speed Ratio</i>	17
2.5.3. Koefisien Daya.....	18
2.5.4. Menentukan Kekuatan Poros Turbin	19
2.5.5. Generator DC	19
2.5.6. Efisiensi.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Tempat dan Waktu Perancangan dan Penelitian.....	21
3.2.	Data Perancangan Turbin Angin.....	21
3.2.1.	Tahap Perancangan Turbin Angin	21
3.2.2.	Peralatan dan Bahan	21
3.3.	Langkah-langkah Peneliti	22
3.3.1	Tahap Pengujian	22
3.4.	Diagram Alir Penelitian	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Perhitungan turbin angin.....	26
4.1.1	Perhitungan Luas Bidang Rotor	26
4.1.2	Menentukan Diameter Sudu.....	26
4.1.3	Menentukan Panjang Lengan Sudu.....	27
4.1.4	Menghitung <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	27
4.1.5	Menentukan <i>Rotor Torque Coefisien</i> (CQR)	28
4.1.6	Menentukan <i>Rotor Power Coefisien</i> (CPR).....	29
4.1.7	Perhitungan Kekuatan Poros	29
4.2.	Rancangan Turbin Angin Savonius	30
4.2.1	Desain Turbin Angin Savonius	30
4.3.	Hasil Pengumpulan Data.....	33
4.3.1	Hasil Pengujian di Lapangan	33
4.3.2	Perhitungan Daya Generator	36
4.3.2.1	Perhitungan Daya Generator pada Beban 20 Watt	36
4.3.3	Lama Pengisian Baterai.....	41
4.3.4	Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin	42

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	
5.2.	Saran	

DAFTAR PUSTAKA	
L;AMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konversi Energi Angin	9
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal	10
Gambar 2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal	12
Gambar 2.4 Turbin Angin Sumbu Darrieus H Rotor.....	14
Gambar 2.5 Tipe Turbin Angin Savonius.....	15
Gambar 2.6 Contoh Blade Sudu pada Turbin Angin Savonius L.....	15
Gambar 2.7 Model Aliran Dari Teori Momentum Betz	15
Gambar 2.8 Kefisien Daya Berbandingan Dengan Ratio Kecepatan Aliran Sebelum dan Setelah Konfersi Energi	16
Gambar 2.9 Grafik Hubungan Antara Koefisien Daya Dengan <i>Tip Speed Ratio</i> Dari Berbagai Jenis Turbi	18
Gambar 2.10 Karateristik Kurva Daya Turbin Angin	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4.1 Desain Rotor Turbin Angin Savonius.....	27
Gambar 4.2 Desain Sudu Turbin Angin Savonius.....	28
Gambar 4.3 Hubungan Koefisien Rotor Dari Beberapa Turbin Angin	30
Gambar 4.4 Turbin Angin Savonius	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Data Kecepatan Angin.....	7
Tabel 2.2	Potensi Angin Berdasarkan Kecepatan.....	8
Tabel 3.1	Daftar Peralatan yang Digunakan.....	22
Tabel 3.2	Daftar Bahan yang di Gunakan.....	22
Tabel 4.1	Spesifikasi Turbin Angin Savonius	32
Tabel 4.2	Pengukuran Turbin Angin di Lapangan Hari Pertama Tanggal 15 Oktober 021	34
Tabel 4.3	Pengukuran Turbin Angin di Lapangan Hari Kedua Tanggal 16 Oktober 2021	35
Tabel 4.4	Efisiensi Turbin Angin di Hari Pertama	40
Tabel 4.5	Efisiensi Turbin Angin di Hari Kedua.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia termasuk dalam negara maritime dengan garis pantai lebih dari 81.290 km. Indonesia memiliki potensi energi angin yang sangat besar yaitu 9,3 GW dan total kapasitas yang baru terpasang saat ini 0,5 MW. Sejak tahun 2010/2011 sampai sekarang pemerintah. Indonesia mencoba mengembangkan sumber energi angin ini di beberapa daerah seperti Jawa, Sumatra, dan Nusa Tenggara. Hal ini diharapkan menjadi salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan juga mengurangi pemanasan global disamping pengembangan sumber energi alternatif lainnya seperti Biomassa, Geotermal (Asroful 2018).

Krisis penyediaan listrik di beberapa daerah mengakibatkan efek tidak menguntungkan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia sebab pertumbuhan ekonomi masyarakat menyebabkan permintaan akan tenaga listrik meningkat pula. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah berupaya membuat pembangkit listrik alternatif memanfaatkan sumber daya yang bisa diperbaharui seperti angin, cahaya matahari dan lain-lain (Padmika, 2017).

Selama ini energi angin jarang dimanfaatkan sebagai energi yang mendukung kehidupan sehari-hari. Padahal di beberapa daerah khususnya dipesisir terdapat banyak aliran angin yang kontinu. Jika dimanfaatkan energi tersebut dapat membantu misalnya sebagai penerangan rumah penduduk disekitarnya (Lubis, 2018).

Angin merupakan salah satu yang dapat dimanfaatkan menjadi energi mekanik atau listrik melalui konversi yang dinamakan Sistem Konversi Angin (SKEA). Komponen utama SKEA terdiri dari rotor dengan sudu sebagai penggerak utama, generator sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik (Ibrochim, 2009).

Di Desa Kuala, Kecamatan Selakau, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat memiliki angin yang diperkirakan 5 m/s pada bulan tertentu. Potensi angin inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin angin. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin dapat diubah menjadi sumber listrik. Sedangkan turbin angin yang cocok untuk dipakai adalah turbin angin yang menggunakan tipe Vertikal Tipe Savonius L. Hal ini karena turbin angin Vertikal Tipe Savonius L dapat digerakkan oleh angin berkecepatan rendah sekali pun. Dalam merancang desain sistem pembangkit listrik tenaga angin terutama untuk mengoptimalkan penerangan rumah masyarakat di pesisir Desa Kuala, Kecamatan Selakau, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat dengan memasang Turbin Angin Vertikal Tipe Savonius L, yakni untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan dapat mengurangi biaya pembayaran listrik. Sehingga dapat merancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Vertikal Tipe Savonius L dengan jumlah sudu 6 buah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang turbin angin vertikal tipe savonius L sebagai pembangkit listrik tenaga angin skala mikro ?
2. Bagaimana memanfaatkan energi angin pada suatu daerah yang memiliki potensi?
3. Bagaimana efisiensi output dari pembangkit listrik tenaga angin skala mikro dengan menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius L ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius jenis L dengan 6 buah sudu.
2. Turbin angin vertical tipe savonius terbuat dari bahan pipa PVC dengan diameter xx cm dan tinggi xx cm.
3. Pengujian turbin angin dilakukan mulai dari jam 08.00 – 17.00 WIB.
4. Pada penelitian ini tidak menghitung gaya-gaya yang berkerja pada sudu turbin angin.

5. Penelitian ini tidak menghitung biaya perancangan pembuatan turbin angin.
6. Daya pemakaian diperhitungkan pada pemakaian energi listrik pada malam hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan perancangan adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang pembangkit listrik tenaga angin skala mikro dengan menggunakan turbin angin savonius L
2. Mengetahui daya keluaran yang mampu dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius L di Desa Kuala Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas.
3. Mengetahui lama pengisian baterai yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga angin skala mikro.
4. Mengetahui efisiensi turbin angin vertikal tipe savonius L dengan 6 buah sudu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian yang dilakukan ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagi peneliti sendiri adalah untuk keselarasan teori.
2. Praktek terutama mengenai pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) skala mikro.
3. Sebagai sumber informasi pembelajaran yang berkaitan dengan cara memanfaatkan sumber energi angin.
4. Mendapatkan penghematan biaya beban listrik bulanan.
5. Menambah ilmu dalam menganalisa data dan mengetahui sistem penulisan yang baik dan benar.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab yang terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang teori yang berkaitan sekaligus sebagai referensi dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Vertikal Savonius L.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang diagram alir, langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Vertikal Savonius L.

BAB IV HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

Berisi tentang hasil perhitungan yang diperoleh dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) dengan menggunakan turbin angin Savonius L. analisa dan pembahasan dilakukan berdasarkan referensi serta kenyataan teknis di lapangan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa dan pembatasan data hasil pengujian yang telah dilakukan. Selanjutnya penulis dapat memberikan saran yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB V

Penutup

5.1 Kesimpulan

Dengan hasil penelitian yang telah dibahas, maka dapat kita tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius dengan ukuran luasan rotor $0,781 \text{ m}^2$ dan ukuran sudu (d) 0,165 m (L) 0,5 m.
2. Saat penelitian menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius hasil tertinggi pada hari pertama 27,3402 watt, sedangkan hasil nilai terendah pada hari pertama 3,9936 watt. Untuk penelitian hari kedua memiliki nilai tertinggi 16,185 watt, sedangkan hasil nilai terendah pada hari kedua 2,7825 watt. Nilai tertinggi terdapat dihari pertama dengan kuat angin 4,2 m/s.
3. Lama pengisian baterai dihasilkan saat pengujian turbin angin vertikal tipe savonius ini pada hari pertama 8,06 h, dan pada hari kedua memiliki nilai 8,64 h.
4. Efisiensi tertinggi yang dihasilkan pada pengujian turbin angin vertikal tipe savonius ini pada hari pertama dengan nilai 53,39 %, dan efisiensi terendah pada hari pertama 41,80 %. Pada hari kedua memiliki nilai efisiensi tertinggi 42,67 %, dan nilai terendah 37,81 %.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini yang menggunakan turbin angin vertikal tipe savonius, pada penelitian selanjutnya harus memilih bahan sudu menggunakan plat seng supaya bisa memperbesar ukuran sudu supaya menghasilkan putaran rotor yang lebih kuat. Pemilihan generator yang mampu mengeluarkan arus dan tegangan yang besar pada kecepatan angin yang rendah supaya mendapat hasil yang efektif untuk kelayakkan turbin angin vertikal tipe savonius ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam asroful. 2018. Pengaruh Parameter Efisiensi dan Daya Terhadap Kinerja Turbin Angin Vertikal Darrieus Tipe H Naca 4309. *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Ilmu Teknik*. Vol 8(2).
- Arya Dimas Priyambodo. 2019. Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Generator Dc Di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 08(02).
- Candra Buana. 2017. Uji Experimental Model Turbin Hybrid Savonius Bertingkat dan Darius Tipe H Rotor. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negri Ujung Pandang*.
- Daniel Teguh Rudianto. 2016. Rancang Bangun Turbin Angin Savonius 200 Watt. *Jurnal SENATIK*. Vol 2.
- Esculenta Mira. 2020. Analisis Stabilitas Tegangan Pengisian Baterai Terhadap Putaran Kincir Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angina. *Jurnal ELTEK*. Vol 10(1).
- Huda Saiful. 2014. Analisa Bentuk Profile dan Jumlah Blade Vertical Axis Wind Turbine terhadap Putaran Rotor untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Of Electrical Teknologi*. Vol 3(1).
- Ibrochim Malik. 2009. Analisa Potensi Energi Angin dan Estimasi Energi Output Turbin Angin di Lebak Banten. *Jurnal Teknologi Dirgantara*. Vol 7(1).
- Indra Herlamba Siregar. 2020. Turbin Angin Sumbu Vertikal Berbasis Drag Forces Penerbit DEEPUBLISH (Grup Penerbit CV BUDI UTAMA).
- J Victor Tuapetel. 2019. Analisa Dan Pengujian Kinerja Turbin Angin Savonius 4 Sudu. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 3(2).
- Lubis Zulkarnain. 2018. Metode Baru Merancang Sistemmekanis Kincir Angin Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *Jurnal Of Electrical Teknologi*. Vol 3(3).
- Padmika Made. 2017. Perancang Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator. *Jurnal Buletin Fisika*. Vol 18(2).

Pudjanarso Astu. 2013. Mesin Konversi Energi. Penerbit C.V ANDI OFFSET.

Saleh Chorul. 2015. Rancang Bangun Kincir angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel. *Jurnal Teknologi Terapan*.

Suprpto Muhammad. 2016. Analisa Turbin Angin Sumbu Vertikal Dengan 4,6 dan 8 Sudu. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*. Vol. 02(01).