

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 30–36.
- Ahmad Yani, R., Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, D., Tetap Yayasan pada Program Studi Teknik Elektro, D., Kunci, K., Angin, E., Angin, T., & Kecepatan Angin, P. (t.t.). Analisa Efisiensi Turbin Angin Berdasarkan Variasi Jumlah Sudu Di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Alit, I. B., Nurchayati, N., & Pamuji, S. H. (2016). Turbin Generator. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(2), 107–112.
- Citra, M., Politeknik, V., Negeri, M., & Belitung, B. (t.t.). Laporan Penelitian Riset Mini Tentang Turbin Angin Model Savonius Dan Darrieus.
- Eko.Y.S. 2022. Turbin Angin Variasi Sudu, Jurnal Praktikum Teknik Mesin S-1 Institut Negeri Malang
- Haryudo, S. I. (t.t.). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius Agus Nurdianto.
- Jamal, J. (2019). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 6(1), 64.
- Khusnawati, N., Wibowo, R., & Kabib, M. (2022). Analisa Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu. Dalam Jurnal *CRANKSHAFT* (Vol. 5, Nomor 2). Online.
- M. Najib Habibie; Achmad Sasmito;Roni Kurniawan. (2011). Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku Study Of Wind Energy Potency In Sulawesi And Maluku. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(2), 181–187.
- Salim, L. L., Sari, S. P., & Setyawan, I. (2020a). Analisis Performa Turbin Angin Savonius Tipe U dengan Memvariasikan Jumlah Sudu Turbin. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 24(2), 148–153.
- Sarifudin, U. M. (2022). *Perancangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus Sebagai Pembangkit Listrik*. 4(3), 141–148.
- Suprpto, M., & Muttaqin, I. (2022). Analisis Turbin Angin Vertikal Hybrid Savonius Bertingkat Dan Darrieus Tipe H-Rotor. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(2), 59–64.

- Syahyuniar, R., & Ningsih, Y. (2017). Metode Pengukuran Blow-By Menggunakan U-Tube Air Berbasis Persamaan Bernoulli Terhadap Diesel Engine Buldozer. *Jurnal Elemen*, 4(1), 29.
- Zulianto, Moh., & Siregar, I. H. (2019). Uji Eksperimen Model Turbin Angin Swirling Savonius Dengan Deflektor Diam Menggunakan Terowongan Angin. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(3), 141–148.

## LAMPIRAN I

### BIODATA PENULIS

Nama : Ahmad Safar Aditya

Tempat, Tanggal Lahir : Kefamenanu, 28 April 2002

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Status : Belum Menikah

Alamat : Maubeli, RT/RW, 038/005,  
Kel.Maubeli, Kec.Kota Kefamenanu

No. HP : 0813-3962-2371

Email : [ahmadsafaraditya512@gmail.com](mailto:ahmadsafaraditya512@gmail.com)

#### I. PENDIDIKAN FORMAL

Periode (Tahun)			Sekolah / Institusi	Jurusan / Kejuruan
2008	-	2014	SDN MADRASAH KEFAMENANU	-
2014	-	2017	SMPN NEONBAT KEFAMENANU	-
2017	-	2020	SMKN 1 KEFAMENANU	TEKNIK MESIN
2020	-	2024	ITN MALANG	TEKNIK MESIN

#### II. PENDIDIKAN INFORMAL

NO	NAMA KURSUS/PELATIHAN	PERIODE	TEMPAT
1	Praktek Kerja Lapangan ( PKL )	1 Maret – 1 Mei 2019	PT. Bosowa Berlian Motor, Kupang
2	Praktek Kerja Nyata ( PKN )	26 juli – 5 Mei 2023	PT. Bosowa Berlian Motor, Makassar

## LAMPIRAN II

### SURAT DOSEN PEMBIMBING



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 07 Maret 2024

Nomor : ITN-63/I.TA/2024  
Lampiran : .....  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth Sdr. **Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng**  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di Malang

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara Mahasiswa :

Nama : **AHMAD SAFAR ADITYA**

Nim : **2011105**

Jurusan : Teknik Mesin

Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal/bulan :

**07 Maret s/d 07 Agustus 2024**

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1.  
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



Ketua Program Studi Teknik Mesin SI  
**Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.**  
NIP. P 1031400477

Tembusan Kepada Yth:

1. Bapak/Ibu Dosen FTI ITN Malang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

## LAMPIRAN III



PT. BNI (PERSERO), MALANG.  
BANK NAGA MALANG.

**PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

### DATA HASIL PENGUJIAN TURBIN SAVONIUS

#### 1. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,02 Kg, Kec Angin 7 M/S

Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)
13	2	7,01	3,58	5	20,95	567
13	0	7,26	3,53	7	25,85	466

#### 2. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,02 Kg, Kec Angin 6 M/S

Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)
13	2	6,65	3,58	6	22,68	447
13	2	6,78	3,61	7	27,83	466

#### 3. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,02 Kg, Kec Angin 5 M/S

Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)
13	2	5,88	3,19	3	9,65	401
13	0	6,72	3,54	4	16,18	401

**4. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,04 Kg, Kec Angin 7 M/S**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)
2	13	4	7,73	3,49	5	20,55	542
3	13	5	7,34	3,53	3	13,51	518
4							
5							
6							
7							
8							
9							

**5. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,04 Kg, Kec Angin 6 M/S**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)
2	14	4	7,24	3,55	8	29,56	424
3	14	0	7,19	3,55	7	26,77	409
4							
5							
6							
7							

**6. Pengujian Turbin 2 Sudu Bertingkat Beban 0,04 Kg, Kec Angin 6 M/S**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Time	Load (KG)	Air Flow (m/s)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Speed (RPM)	
2	14	4	5,67	3,48	7	26,37	352	
3	14	3	5,34	3,34	2	8,07	349	
4								
5								
6								
7								

Mengetahui  
ka. Lab Energi Terbarukan

**FEBI RAHMADIANTO ,ST., MT**  
NIP .P. 1031500490

## LAMPIRAN IV

### DATA PENGAMATAN TURBIN SAVONIUS

Nama : Ahmad Safar Aditya

Nim : 2011105

Hari/ Tanggal : Rabu / 19 Juni 2024

Lokasi : Laboratorium Energi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas  
Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

No	Sudu (derajat)	Beban (Kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya generaor (Watt)
1	2	0,002	7	567	3,58	5	21,48
	2	0,002	6	466	3,58	6	17,9
	2	0,002	5	401	3,19	3	9,57
2	2	0,004	7	542	3,49	5	20,94
	2	0,004	6	450	3,43	6	17,15
	2	0,004	5	352	3,48	7	10,44

Malang, 19 Juni 2024

Dosen pembimbing

Peneliti

(Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng)

(Ahmad Safar Aditya)

NIP.P.1031500492

Nim 2011105

## LAMPIRAN V

### TABEL HASIL PENGOLAHAN

#### 1. Pengolahan Kecepatan Putar Turbin

Perhitungan kecepatan putaran poros (RPM)

##### a. Variasi Beban 0,002 kg

Tabel 4.1 variasi beban 0,002 kg dan kecepatan angin 7 m/s , 6 m/s 5 m/s

No	Sudu	Beban (Kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (Rpm)
1	2	0,002	7	567
2	2	0,002	6	466
3	2	0,002	5	401
Rata-rata				478

##### ➤ Daya angin

$$W = \frac{1}{2} \cdot A \cdot v^3 \cdot Cp$$

Jari-jari turbin = 0,195 m

Jari-jari *prony brake* = 0,0163

$$P_{angin} = \frac{1}{2} \times 1.225 \times (3,14 \times 0,195^2) \times 7^2 \times 0,4$$
$$= 10,033 \text{ watt}$$

##### ➤ Tip Speed Ratio

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{567 \times 0,195}{7} = 15,79$$

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{466 \times 0,195}{6} = 15,14$$

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{401 \times 0,195}{5} = 15,63$$



**b. Variasi Beban 0,002 kg**

Tabel 4.3 variasi beban 0,004 kg dan kecepatan angin 7 m/s , 6 m/s 5 m/s

No	Sudu	Beban (Kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (Rpm)
1	2	0,004	7	542
2	2	0,004	6	450
3	2	0,004	5	352
<b>Rata-rata</b>				448

➤ **Tip Speed Ratio**

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{542 \times 0.195}{7} = 15,09$$

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{450 \times 0.195}{6} = 14,62$$

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{v} = \frac{352 \times 0.195}{5} = 10,56$$

**2. Pengolahan Daya Turbin Angin**

Pehitungan daya output turbin berdasarkan torsi (Nm), Jari-jari prony brake (m) dan kecepatan putaran poros (rpm)

**a. Variasi beban 0,002 kg**

Tabel 4.4 Pengolahan turbin output turbin pada beban 0,002 kg

No	Sudu	Beban (kg)	Kec. Angin (m/s)	Torsi (Nm)	Kecepatan Putar (rpm)
1	2	0,002	7	0,00319	567
2	2	0,002	6	0,00319	466
4	2	0,002	5	0,00319	401

➤ **Perhitungan Torsi**

$$\tau = F \cdot r$$

$$\tau = 0,002 \cdot 9,8 \cdot 0,0163$$

$$\tau = 0,00319$$

➤ **Perhitungan Daya Output Turbin**

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (567/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,1893$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (466/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,1555$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (401/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,1339$$

**b. Variasi Beban 0,004 kg**

Tabel 4.5 pengolahan daya output turbin pada beban 0,004 kg

No	Sudu	Beban (kg)	Kec. Angin (m/s)	Torsi (Nm)	Kecepatan Putar (rpm)
1	2	0,004	7	0,000638	542
2	2	0,004	6	0,000638	450
4	2	0,004	5	0,000638	352
Rata-rata					448

➤ **Perhitungan Torsi**

$$\tau = F \cdot r$$

$$\tau = 0,004 \cdot 9,8 \cdot 0,0163$$

$$\tau = 0,000638$$

➤ **Perhitungan Daya Output Turbin**

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (542/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,0361$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (450/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,00295$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$$

$$P \text{ turbin} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,00319 \cdot (352/60)$$

$$P \text{ turbin} = 0,00217$$

**3. Pengolahan Efisiensi**

Perhitungan Efisiensi Berdasarkan Daya Angin (Watt) Dan Daya Turbin (Watt)

**a. Efisiensi turbin angin pada beban 0,002**

Tabel 4.6 pengolahan efisiensi pada beban 0,002 kg

No	Sudu	Beban (kg)	Kec. Angin (m/s)	Daya Angin (Watt)	Daya Turbin (Watt)
1	2	0,002	7	10,033	0,1893
2	2	0,002	6	6,318	0,1555
3	2	0,002	5	3,656	0,1339

➤ **Efisiensi Turbin pada beban 0,002 kg**

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,1893}{10,033} * 100\%$$

$$= 1,88 \%$$

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,1555}{6,318} * 100\%$$

$$= 2,46 \%$$

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,1339}{3,656} * 100\%$$

$$= 3,66\%$$

➤ **Efisiensi Turbin pada beban 0,004 kg**

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,0361}{10,033} * 100\%$$

$$= 0,359 \%$$

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,295}{6,318} * 100\%$$

$$= 0,466 \%$$

$$\eta = \frac{p \text{ turbin}}{p \text{ angin}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{0,217}{3,656} * 100\%$$

$$= 0,593 \%$$

#### 4. Pengolahan Daya Generator

Perhitungan daya output generator berdasarkan tegangan (V) dan arus (mA)

a. Daya output generator pada beban 0,002 kg

No	Sudu (derajat)	Beban (Kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya generaor (Watt)
1	2	0,002	7	567	3,58	5	17,9
2	2	0,002	6	466	3,58	6	21.48
3	2	0,002	5	401	3,19	3	9,57

➤ Daya generator

$$\begin{aligned} P.g &= V \cdot I \\ &= 3,58 \cdot 6 = 21,48 \\ &= 3,58 \cdot 5 = 17,9 \\ &= 3,19 \cdot 3 = 9,57 \end{aligned}$$

b. Daya output generator pada beban 0,004 kg

No	Sudu (derajat)	Beban (Kg)	Kec. Angin ( m/s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya generaor (Watt)
1	2	0,004	7	542	3,49	5	17,45
2	2	0,004	6	450	3,43	6	20,58
3	2	0,004	5	352	3,48	7	24,36

➤ Daya generator

$$\begin{aligned} P.g &= V \cdot I \\ &= 3,49 \cdot 6 = 20,94 \\ &= 3,43 \cdot 5 = 17,15 \\ &= 3,48 \cdot 3 = 10,44 \end{aligned}$$

## LAMPIRAN V

### DATA PENGAMATAN TURBIN SAVONIUS

Nama : Ahmad Safar Aditya

Nim : 2011105

Hari/ Tanggal : Rabu / 19 Juni 2024

Lokasi : Laboratorium Energi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas  
Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

No	Sudu (derajat)	Beban (Kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya generaor (Watt)
1	2	0,002	7	567	3,58	5	21,48
	2	0,002	6	466	3,58	6	17,9
	2	0,002	5	401	3,19	3	9,57
2	2	0,004	7	542	3,49	5	20,94
	2	0,004	6	450	3,43	6	17,15
	2	0,004	5	352	3,48	7	10,44

Malang, 19 Juni 2024

Dosen pembimbing

Peneliti

(Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng)

(Ahmad Safar Aditya)

NIP.P.1031500492

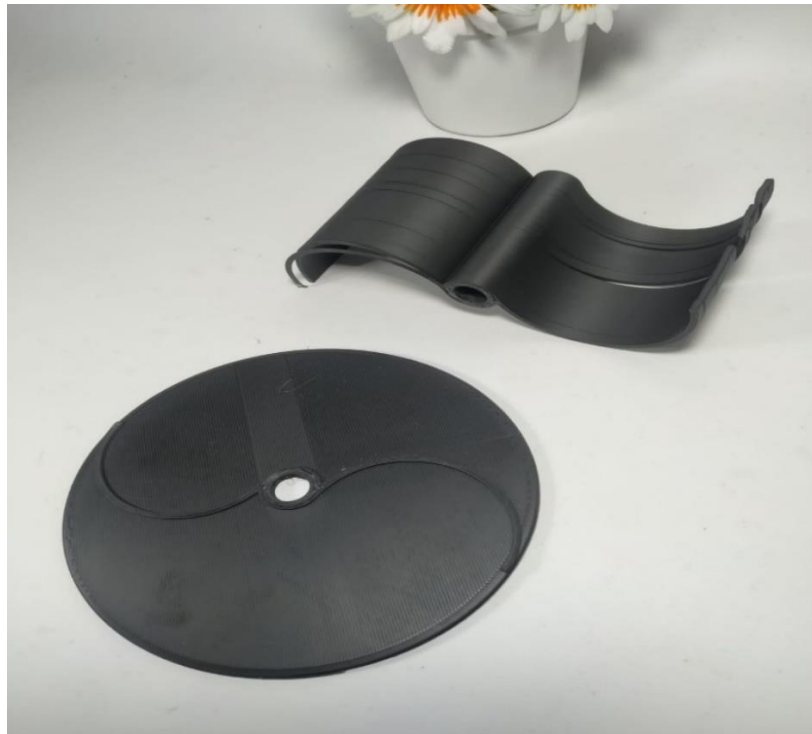
Nim 2011105

**LAMPIRAN VI**  
**DOKUMENTASI KEGIATAN**

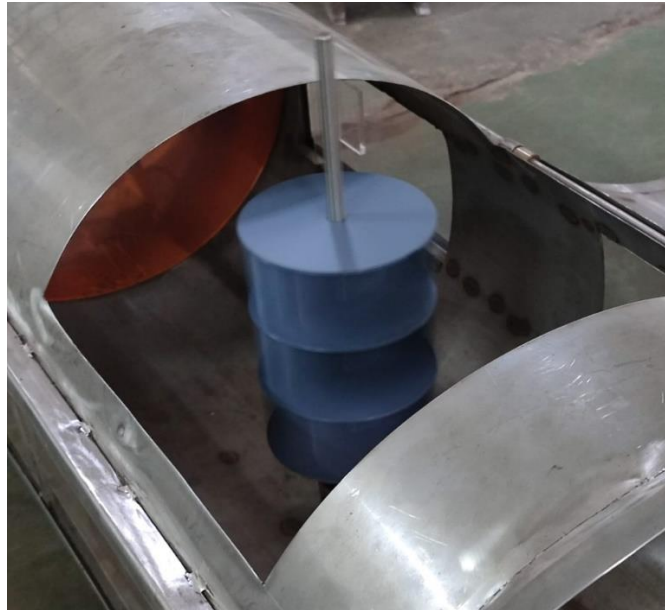
**1. Prototype Turbin Angin**



**2. Sudu Turbin Savonius**



### 3. Pemasangan 2 Sudu Turbin Savonius Bertingkat



### 4. Pengujian 2 Sudu Turbin Savonius Bertingkat



### 5. Proses Pengambilan Data Dengan Aplikasi

