LAMPIRAN

Lampiran I Jadwal Penelitian

No	Urutan Penelitian	Bulan ke-					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Studi pustaka						
2.	Seminar proposal						
3.	Persiapan alat dan bahan						
4.	Pembuatan alat dan model uji						
5.	Pengambilan data						
6.	Pengelolahan data						
7.	Seminar hasil						
8.	Ujian tugas akhir						

Lampran II Sifat Fisik Zat

Physical Properties of Water (SI Units)[a]

Temperature (°C)	Density, ρ (kg/m^3)	Specific Weight[b], γ (kN/m^3)	Dynamic Viscosity, μ (N·s/m^2)	Kinematic Viscosity, ν (m^2/s)	Surface Tension[c], σ (N/m)	Vapor Pressure, p_v [N/m^2(abs)]	Speed of Sound[d], c (m/s)
0	999.9	9.806	1.787 E – 3	1.787 E – 6	7.56 E – 2	6.105 E + 2	1403
5	1000.0	9.807	1.519 E – 3	1.519 E – 6	7.49 E – 2	8.722 E + 2	1427
10	999.7	9.804	1.307 E – 3	1.307 E – 6	7.42 E – 2	1.228 E + 3	1447
20	998.2	9.789	1.002 E – 3	1.004 E – 6	7.28 E – 2	2.338 E + 3	1481
30	995.7	9.765	7.975 E – 4	8.009 E – 7	7.12 E – 2	4.243 E + 3	1507
40	992.2	9.731	6.529 E – 4	6.580 E – 7	6.96 E – 2	7.376 E + 3	1526
50	988.1	9.690	5.468 E – 4	5.534 E – 7	6.79 E – 2	1.233 E + 4	1541
60	983.2	9.642	4.665 E – 4	4.745 E – 7	6.62 E – 2	1.992 E + 4	1552
70	977.8	9.589	4.042 E – 4	4.134 E – 7	6.44 E – 2	3.116 E + 4	1555
80	971.8	9.530	3.547 E – 4	3.650 E – 7	6.26 E – 2	4.734 E + 4	1555
90	965.3	9.467	3.147 E – 4	3.260 E – 7	6.08 E – 2	7.010 E + 4	1550
100	958.4	9.399	2.818 E – 4	2.940 E – 7	5.89 E – 2	1.013 E + 5	1543

[a]Based on data from *Handbook of Chemistry and Physics*, 69th Ed., CRC Press, 1988.

[b]Density and specific weight are related through the equation $\gamma = \rho g$. For this table, $g = 9.807$ m/s^2.

[c]In contact with air.

[d]From R. D. Blevins, *Applied Fluid Dynamics Handbook*, Van Nostrand Reinhold Co., Inc., New York, 1984.

Lampiran III Hasil pengukuran jarak terhadap waktu

No	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan air v (m/s)
1.	5	7,23	0,69
2.	5	7,90	0,63
3.	5	7,85	0,63
4.	5	7,25	0,68
5.	5	7,45	0,67
6.	5	7,75	0,62
7.	5	7,35	0,68
8.	5	7,83	0,63
9.	5	7,62	0,65
10.	5	7,45	0,67
Kecepatan Air Rata-rata V (m/s) 0,65			

Lampiran IV Dokumentasi Penelitian



(a) Tanpa alur



(b) Lebar 10 mm



(c) Lebar 12,5 mm



(d) Lebar 15 mm



(e) Lebar 17,5 mm

Gambar L.1 Model variasi lebar alur



Gambar L.2 Rangka turbin air Savonius variasi lebar alur 15 mm tampak depan



Gambar L.3 Rangka turbin air Savonius variasi lebar alur 15 mm tampak samping



Gambar L.4 Rangka turbin air Savonius variasi lebar alur 15 mm tampak belakang



Gambar L.7 Proses pengukuran putaran rpm



Gambar L.8 Proses pemberian pembebanan

MATRIKS JURNAL REFERENSI

No	Author/Tahun	Publisher	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Aris Rahmanto dan Indra Herlamba Siregar. 2019	Jurnal Teknik Mesin (JTM) https://journal.unnes.ac.id	Studi Eksperimen Pengaruh Jarak Celah *Blade* Pengganggu dengan Blade Utama Terhadap Kinerja Savonius	1. Untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan turbin angin savonius 2. Untuk mengetahui pengaruh besarnya efisiensi yang dihasilkan turbin angin savonius	1. Metode Eksperimen. Dengan melakukan pengujian langsung terhadap turbin savonius dengan berbagai variasi celah blade penganggu (0 cm, 2 cm, 4 cm, dan 6 cm). 2. Parameter yang diukur meliputi daya keluaran dan efisiensi turbin pada kecepatan angin tertentu (6 m/s)	1. Jarak *celah blade* pengganggu sebesar 6 cm menghasilkan daya efisiensi tertinggi dibandingkan jarak celah penganggu 0 cm, 2 cm, 4 cm, dengan beban 4000 gram 2. Mampu menghasilkan daya sebesar 3,03 Watt 3. Nilai efisiensi sebesar 20,4% pada kecepatan angin 6 m/s.
2.	Cahya Irani, Bayu Rudiyanto, Riese Entikaria Rahmanita. 2023	Jurnal sains terapan https://journal.ipb.ac.id/index.php/jstsv	Uji Performa Turbin Angin Savonius Tipe U Berdasarkan Variasi Sudut *Guide Vane*	1. Mengetahui pengaruh penambahan *guide vine* atau deflector terhadap performa turbin angin savonius tipe U sebagai Upaya peningkatan kinerja turbin angin savonius tipe U.	1. Metode Eksperimen. Dengan melakukan penelitian secara langsung, 2. Membuat variasi sudut pitch guide vane sebesar 40^{o}, 3. Mengatur jarak *guide vane* 150 cm dari pusat turbin,	1. Sudut pitch 40^{0} dengan jarak 150 cm rata-rata kecepatan angin 7,6 m/s sampai 7,9 m/s.2. 2. Putaran turbin sebesar 218,1 rpm 3. Daya yang dihasilkan sebesar 61,70 watt

					4. Menguji turbin pada kecepatan angin rata-rata 7,6-7,9 m/s.	4. Cp sebesar 3,46 Nm menggunakan beban lampu LED 12 watt.
3.	Muhammad Suprapto, Idzani muttaqin. 2022	Jurnal Teknik Mesin UNISKA https://mesin.uniska-bjm.ac.id/dokumen/	Analisis Turbin Angin Vertikal *Hybrid* Savonius Bertingkat Dan Darrieus Tipe H-Rotor	1. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian turbin angin savonius dan Darrieus, 2. Pengujian secara eksperimen terhadap kedua turbin dan juga *hybrid* dengan parameter daya dan kecepatan putaran poros.	1. Metode Eksperimen. Melalui pengujian dengan menggabungkan dua tipe turbin yaitu turbin air savonius bertingkat dan turbin Darries tipe H- Rotor. 2. Meningkatkan efisiensi penangkapan energi angin dan daya keluaran.	1. Kecepatan angin tertinggi 4.5 m/s pada turbin angin savonius 5.24 Watt, turbin angin Darrieus 26.24 watt. 2. Pada kecepatan angin 4.5 m/s turbin savonius menghasilkan *shaft speed* sebesar 429.93 Rpm. Sedangkan turbin angin Darrieus memperoleh putaran *shaft speed* sebesar 358.28 Rpm 3. Turbin *hybrid* Savonius darrieus memperoleh putaran *shaft speed* sebesar 482.7Rpm.
4.	Adia Cahya Purnama, Ridho Hantoro, dan Gunawan Nugroho. 2013	Jurnal Teknik ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)	Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran	1. Pemanfaatan energi kinetik aliran air 2. Energi mekanik yang merupakan transformasi dari energi kinetik aliran air dimanfaatkan untuk	1. Metode Eksperimen melalui Variasi kecepatan aliran air. *2.* Pengujian dilakukan untuk mengukur: Kecepatan putar (RPM), Daya	1. Kecepatan putar maksimum 162 rpm, 2. Daya keluaran maksimum: 2311 mW (≈ 2,3 W). 3. Koefisien daya (Cp) maksimum: 0,13

		https://www.its.ac.id/publikasi/jurnal-its-baru/ilmu-fisika/jurnal-teknik-its/		menggerakkan turbin atau kincir. 3. Turbin poros vertikal tipe Savonius ini cocok digunakan untuk memanfaatkan energi aliran air yang relatif kecil.	keluaran (mW), Efisiensi (*Coefficient of Power, Cp).*	4. *Tip Speed Ratio* (TSR) = 1,53 5. Efisiensi maksimum: 13,16%.
5.	Budi Hartadi, Rendi. 2018	Jurnal Teknik Mesin UNISKA https://mesin.uniska-bjm.ac.id/dokumen/	Pengaruh Gerak Bebas Sudu Pada Rotor Savonius Modifikasi Untuk Turbin Air	1. Penelitian ini bertujuan untuk Melaksanakan kajian secara eksperimen mencari seberapa besar pengaruh gerak bebas sudu.	2. Metode Eksperimen dengan variabel uji sudut Gerak bebas sudu sebesar 0°, 10°, 20°, dan 30°.	1. Nilai TSR tertinggi pada jarak bebas 0º sedangkan nilai torsi tertinggi pada jarak bebas sudu 30º. 2. Jumlah sudu berpengaruh terhadap kinerja turbin. Nilai torsi maksimum pada jumlah sudu 3 yaitu 0.38 N/m. 3. Putaran turbin tertinggi pada jumlah sudu 3 yaitu 35,8 rpm.
6.	Petrus Sampelawang,	European Journal of	*Enhancing Savonius Rotor Model with*	1. Meningkatkan efisiensi dan performa turbin	1. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium yang	1. Efisiensi maksimum meningkat dari sekitar 30,97% menjadi

	N. Salam, dan L. Sule. 2024	Environmental and Energy Research EBSCOhost—Article Access	*Additional Grooves on Hydrokinetic Turbine Performance*	hidrokinetik tipe Savonius, yang dikenal memiliki efisiensi relatif rendah dibanding turbin horizontal. 2. Menganalisis pengaruh penambahan alur (grooves) pada permukaan sudu terhadap koefisien drag (Cd) dan efisiensi konversi energi. 3. Menentukan lebar alur optimum yang menghasilkan performa terbaik pada turbin poros vertikal Savonius.	dipadukan dengan analisis komputasi aerodinamika (CFD).	35,66% pada lebar groove 12,5 mm. 2. Koefisien drag (Cd) juga meningkat dari 2,71 menjadi 3,08. 3. Peningkatan efisiensi mencapai 4,69% dibandingkan rotor konvensional.
7.	Sulistyo Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh/2008	Jurnal Teknologi Dirgantara https://journalseeker.r	Pengembangan Metode Parameter Awal Rotor Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius	1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kisaran ukuran dan kecepatan putar rotor untuk daya yang	1. Metode penentuan parameter awal rotor turbin angin sumbu vertikal tipe Savonius 2. Setelah daya rancangan, kecepatan angin rancangan, dan	1. Koefisien daya (cP) 0,1 2. *Tip Speed Ratio* (TSR) 0,8 3. Rasio diameter terhadap tinggi rotor (D/t) 0,8.

		esearchbib.com/view/issn/1412-8063		diinginkan pada kecepatan angin rancangan tertentu.	koefisien daya ditentukan, maka luas frontal rotor dapat dihitung.	
8.	Petrus Sampelawang, Nasarudin Salam, Luther Sule dan Rustan Tarakka/2024	*Eastren-Europian Journal Of Enteprise Technologies,* Vol.1, No.8 https://journals.uran.ua/eejet	*Enhancing Savonius rotor model with additional grooves on Hydrokinetic turbine performance*	1. Meningkatkan efisiensi dan performa rotor savonius yang digunakan sebagai turbin hodrokinetik dengan menambahkan alur (grooves) pada bilah rotor.	- Model dua-bilah Savonius dengan variasi alur (Grove) pada bilah (termasuk variasi lebar alur) - Pengujian dilakukan pada aliran air (hidrokinetik) dan mengukur koefisien drag dan efisiensi (η) untuk berbagai konfigurasi groove.	-Bilah tanpa groove akan mengalami efisiensi maksimun 30,97 % dan koefisien 2,71 -Bilah dengan groove lebar 2,5 mm menunjukkan efisiensi hingga 35,66% dan koefisien 3,08 yang artinya peningkata efisiensi 4,69% dibanding tanpa groove
9.	Petrus Sampelawang, L. Salo, dan L. Rili. 2022	Prosiding Universitas Kristen Indonesia Toraja	Pengaruh Model Alur Bergerigi terhadap TSR dan Kinerja Turbin Air Savonius Sudu Dua	2. Menganalisis pengaruh variasi jumlah alur bergerigi horizontal (6, 7, dan 8 alur) terhadap *Tip Speed Ratio* (TSR) dan	1. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan rancangan turbin Savonius poros vertikal sudu dua.	1. Jumlah alur 8 memberikan hasil terbaik dengan performa tertinggi. 2. Daya maksimum: 9,8 Watt 3. Torsi maksimum: 0,86 Nm

		(UKI Toraja) https://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/PROSDING/article/view/215	dengan Variasi Jumlah Alur Horizontal	kinerja turbin air Savonius sudu dua. 3. Mengetahui konfigurasi jumlah alur yang memberikan efisiensi, daya, dan torsi maksimum pada turbin air tipe Savonius. 4. Menilai potensi penerapan turbin Savonius dengan alur bergerigi untuk pembangkit listrik tenaga air berkecepatan aliran rendah.	2. Rancang bangun turbin Savonius sudu dua dengan tinggi bilah 16 cm, lebar 15,4 cm, diameter poros 15 mm, dan panjang poros 50 cm. 3. Pembuatan variasi jumlah alur bergerigi horizontal: 6, 7, dan 8 alur.	4. Efisiensi maksimum: 9,05% 5. TSR maksimum: 1,11 rad/s 6. Kondisi pengujian optimum terjadi pada debit aliran Q = 0,011 m^3/s.F
10.	Petrus Sampelawang, N. Salam, dan L. Sule. 2025	*Engineering Horizons*, Vol. 20, https://www.scientifi	*Savonius Performance* Analysis of the -*Type Rotor with Grooved Blades as a Hydrokinetic Turbine*	1. Menganalisis performa turbin hidrokinetik Savonius dengan modifikasi bilah beralur (*grooved blades*) untuk meningkatkan efisiensi.	1. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium berbasis pengujian fluida dinamis 2. Dengan variasi jumlah alur pada sisi cekung bilah 5, 6, 7, dan 8 alur Spesifikasi	1. TSR maksimum: 1,32 2. Efisiensi maksimum: 29,58% 3. Turbin dengan alur menghasilkan:TSR maksimum: 1,40 4. Efisiensi maksimum: 33,71%

		c.net/EH.20.75		2. Mengetahui pengaruh jumlah alur pada bilah terhadap *Tip Speed Ratio* (TSR), efisiensi konversi energi (η), dan torsi. 3. Mengidentifikasi jumlah alur yang menghasilkan performa terbaik pada turbin Savonius dua sudu.	pengujian:Lebar alur 15mm Arah alur tegak lurus terhadap poros rotor 3. Pengujian dilakukan dengan beban dan debit air bervariasi pada beberapa kecepatan rotasi konstan.	5. Peningkatan efisiensi: 4,17% Peningkatan TSR: 0,08