

Pengujian Turbin Savonius Tipe *Cup* dengan Deflektor

^a Nurmand Bernard Adrianto, Vinky Andea Putra

Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

e-mail: ^a nurmandbernard@ukri.ac.id

Abstrak

Turbin angin Savonius merupakan turbin angina sumbu vertikal (TASV) dengan desain sederhana dan efisien. Turbin angin jenis ini memiliki dua atau lebih baling-baling melengkung seperti cup/cangkir yang dipasang secara vertikal pada poros tengah. Bentuk sudu yang melengkung memungkinkan turbin untuk menangkap angin dari berbagai arah tanpa harus mengarahkannya ke arah tertentu. Bentuk cangkang ini membantu mengarahkan aliran angin, yang meningkatkan daya angkat dibandingkan dengan bilah datar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja turbin angin tipe cup Savonius dengan menggunakan deflektor. Metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode eksperimen, dengan memvariasikan sudut deflektor pada (45°,45°), (45°,60°), (60°,60°), dan (60°,45°) serta menggunakan kecepatan kipas angin 3,6 m/s 4,4 m/s 5,1 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi 47% dengan sudut deflektor (45°,45°) dengan kecepatan kipas angin 5,1 m/s.

Kata kunci: TASV, Savonius, *cup*, deflektor

Abstract

The Savonius wind turbine is a vertical axis wind turbine (VAWT) with a simple and efficient design. This type of wind turbine has two or more curved blades like cups mounted vertically on a central axis. The curved blade shape allows the turbine to catch wind from various directions without having to direct it in a certain direction. This shell shape helps direct the wind flow, which increases lift compared to flat blades. The aim of this research is to analyze the performance of the Savonius cup type wind turbine with using deflectors. The method used in this study is the experimental method, by varying the deflector angle at (45°,45°), (45°,60°), (60°,60°) and (60°,45°), and also using a fan speed of 3.6 m/s, 4.4 m/s and 5.1 m/s. The research results show that the highest value is 47% with a deflector angle (45°,45°) with a fan speed of 5.1 m/s.

Keywords: VAWT, Savonius, *cup*, deflector.

Diterima : 2 Oktober 2023

Diperbaiki : 16 Oktober 2023

Disetujui : 20 Oktober 2023

Nurmand Bernard Adrianto, Vinky Andrea Putra

Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Energi terbarukan semakin mendapat perhatian dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber bahan bakar fosil yang terbatas dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Dalam konteks ini, energi angin muncul sebagai alternatif yang menjanjikan karena angin merupakan sumber energi yang melimpah dan dapat diandalkan untuk menghasilkan listrik. Energi angin adalah salah satu bentuk energi yang diciptakan oleh pergerakan udara (angin) di atmosfer bumi. Untuk memperbaiki performansi bisa dilakukan melalui metode empiris,

penelitian ilmiah dan pengembangan desain turbin angin (Bangga, 2022). Deflektor (*deflector*) adalah konsep dan gagasan baru pada pengembangan kincir angin sumbu vertikal, variasi ini memungkinkan diarahkannya aliran angin yang bergerak secara simultan dan ambigu disekitar turbin. Prinsip kerja konsep deflektor diterapkan untuk meningkatkan daya angkat pada turbin angin sumbu vertikal Savonius juga karena daya angkat atau *returning blade* pada turbin angin sumbu vertikal Savonius sejajar dengan arah angin. Torsi negatif *returning blade* tidak sebesar seperti turbin angin sumbu vertikal berbasis *drag*. Penelitian telah dilakukan oleh Zulianto (Zulianto, 2019) melakukan percobaan dengan deflektor diam di terowongan angin. Penelitian yang hampir sama, Tawakal (Tawakal 2019) melakukan eksperimen dengan model turbin angin jenis *swirling Savonius* deflektor diam dengan adanya *free drag reducing* di terowongan angin. Dalam penelitian lain, Bethony melakukan percobaan untuk mendapatkan unjuk kerja turbin vertikal dengan menggunakan deflektor (Bethony, 2023). Hasil-hasil yang diperoleh dari para peneliti tersebut menunjukkan adanya kenaikan performansi turbin dengan adanya deflektor.

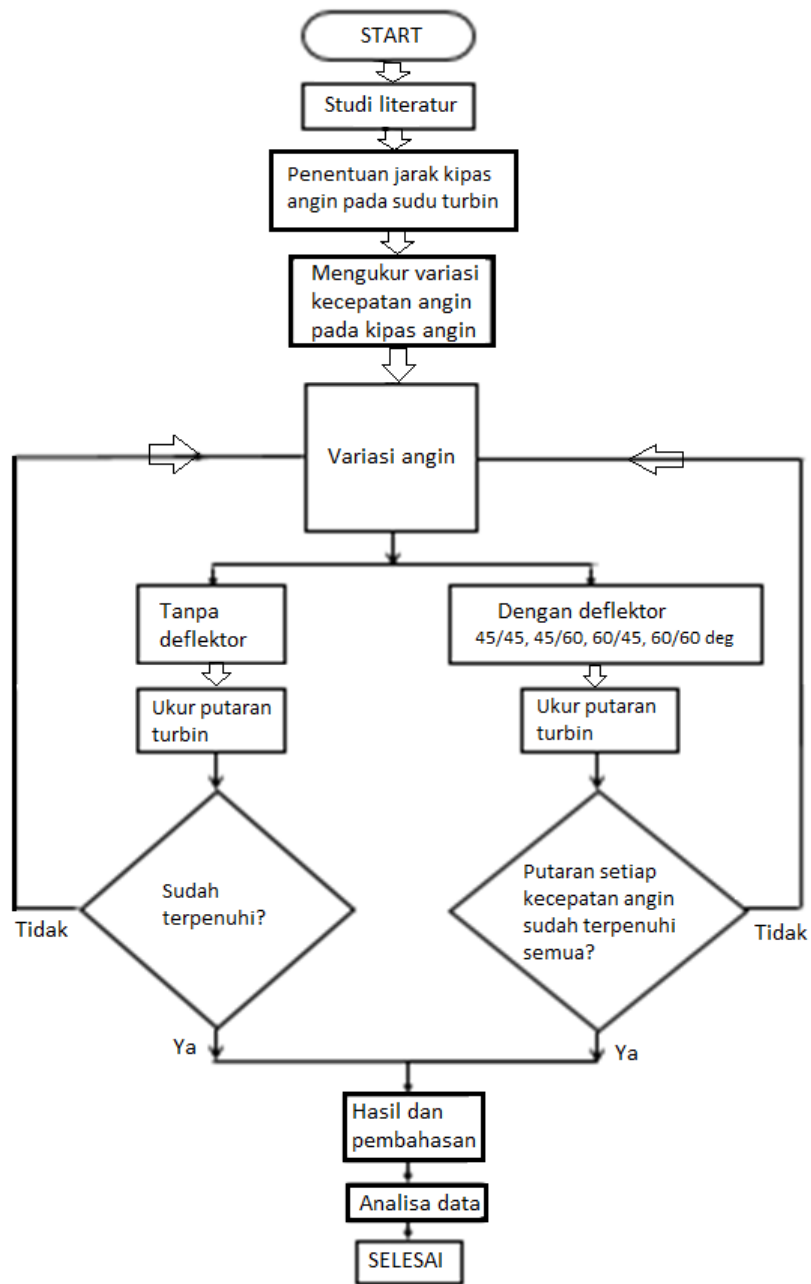
Dalam penelitian ini akan dibuat turbin angin Savonius vertikal (TASV) tipe *cup* menggunakan deflektor untuk dianalisis performansinya. Pengaruh kecepatan angin dan sudut deflektor akan dipelajari secara eksperimental. Hasil percobaan kemudian akan dibahas dan disimpulkan dalam rangka mendapatkan hasil performansi yang optimal.

Metode Penelitian

Putra (Putra, 2019) sudah mengkaji secara komputasional penempatan deflektor dengan simulasi menggunakan *software computational fluid dynamics* (CFD). Dari hasil simulasinya diperoleh bahwa hasil yang optimal terjadi pada sudut 60° . Secara visual aliran fluida juga dilihat sebagai acuan untuk menghasilkan design yang baik, ini telah dilakukan Ponto (Ponto, 2020). Penelitian ini dicoba pada sudu tipe *cup*, dikarenakan mempunyai gaya *drag* yang besar, juga divariasikan dengan sudut deflektor pelat datar pada nilai $(45^\circ, 45^\circ)$, $(45^\circ, 60^\circ)$, $(60^\circ, 60^\circ)$, dan $(60^\circ, 45^\circ)$. Kecepatan angin dihasilkan dengan kipas angin mempunyai kecepatan 3,6 m/s, 4,4 m/s, dan 5,1 m/s. Prosedur penelitian yang dilakukan di sini dimulai dengan merancang susunan komponen pengujian, menyediakan alat yang dibutuhkan, dan pengambilan data, yang secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk menghindari pengaruh turbulensi jarak *fan* (kipas) dan turbin harus cukup jauh. Dalam pengujian yang dilakukan di sini jarak *fan* dipilih sebesar 50 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2. Diameter turbin adalah 50 cm dan *chord* nya sebesar 5 cm.

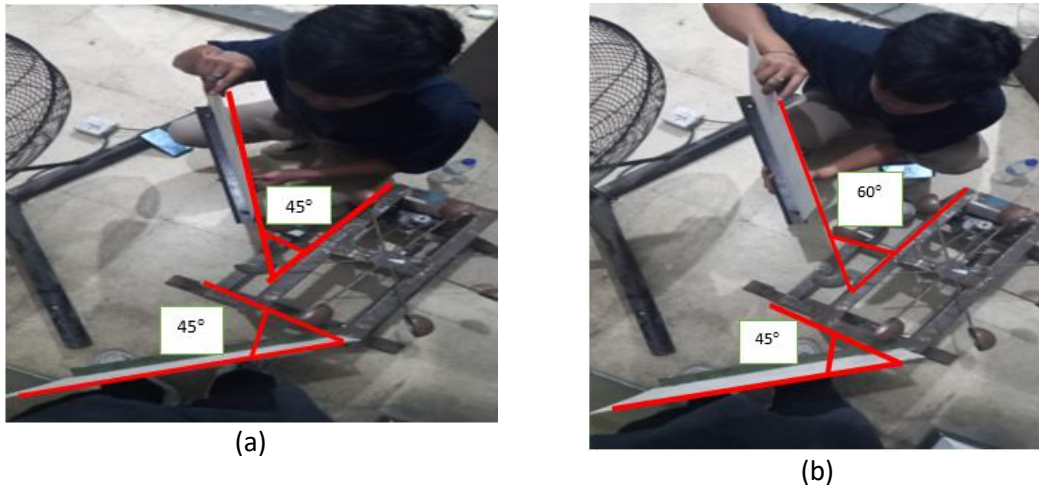
Pengujian dengan deflektor diperlihatkan dalam Gambar 3 dan 4. Gambar 3(a) dan 3(b) berturut-turut memperlihatkan pengesetan sudut deflektor $45^\circ/45^\circ$ dan $45^\circ/60^\circ$. Pengesetan sudut deflektor $60^\circ/45^\circ$ dan $60^\circ/60^\circ$ diperlihatkan dalam Gambar 4(a) dan 4(b) secara berturutan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Penempatan fan dan turbin



Gambar 3. Penempatan deflektor: a. $45^\circ/45^\circ$, dan (b) $45^\circ/60^\circ$



Gambar 4. Penempatan deflektor: (a) $60^\circ/45^\circ$, dan (b) $60^\circ/60^\circ$

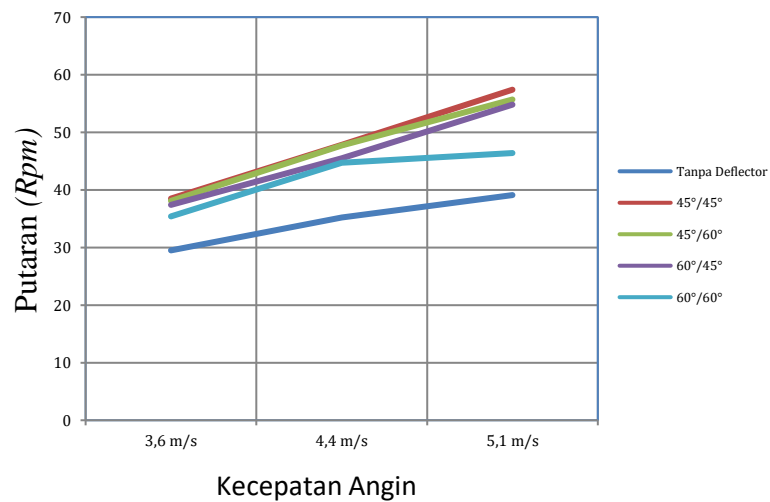
Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian. Penelitian ini terdapat 5 variasi data dengan 3 variasi kecepatan angin –seperti yang terlihat pada Tabel 1– dimana untuk 1 variasinya dilakukan 1 kali pengulangan di setiap kecepatan angin. Jeda waktu pengambilan data dilakukan setelah 10 detik untuk 1 pengulangan dan setiap pergantian kecepatan angin jeda waktu 30 detik agar kecepatan angin relatif konstan kembali. Data hasil pengujian turbin angin Savonius vertikal tipe *cup* disajikan 2 pengambilan data berupa putaran turbin angin Savonius tipe *cup*, menggunakan deflektor plat datar selanjutnya tanpa menggunakan deflektor plat datar yang dihasilkan oleh generator. Setelah didapatkan data hasil pengujian turbin angin selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai dari performa dari turbin angin.

Tabel 1. Data hasil pengujian TASV tipe cup

No	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Turbin				
		Tanpa Deflektor (rpm)	45°/45° (rpm)	45°/60° (rpm)	60°/45° (rpm)	60°/60° (rpm)
1	3,6	29,5	38,5	38,1	37,4	35,4
2	4,4	35,2	47,8	47,7	45,5	44,7
3	5,1	39,1	57,4	55,7	54,8	46,4

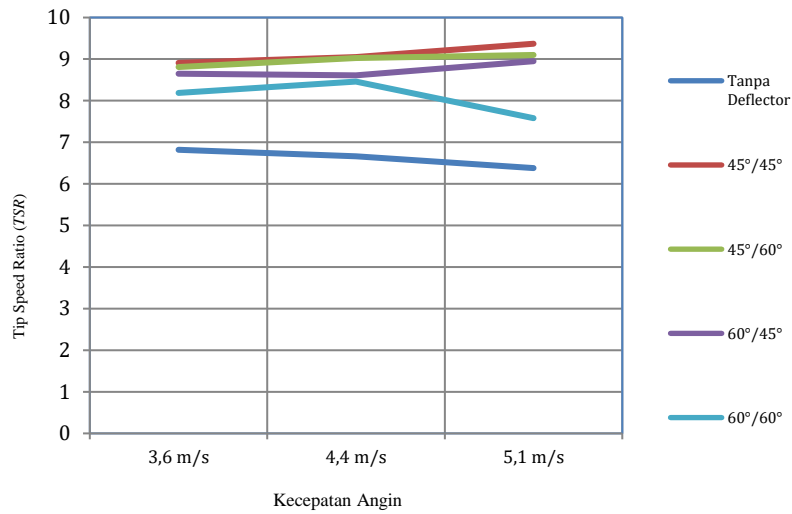
Dengan kecepatan angin 5,1 m/s sudut deflektor 60°/60° mengalami penurunan seperti yang terlihat di Gambar 5. Hal ini dikarenakan sudut deflektor 60°/60° tidak tepat dalam menyearahkan aliran udara ke sudu rotor sehingga terjadinya aliran turbulen. Deflektor dengan sudut 60°/60° akan membuat aliran udara terlalu terhalang di sisi tumpukan *cup*.



Gambar 5. Grafik hasil pengukuran

Tabel 2. Data hasil TSR

No	Kecepatan angin (m/s)	Hasil perhitungan TSR				
		Tanpa deflektor (TSR)	45°/45° (TSR)	45°/60° (TSR)	60°/45° (TSR)	60°/60° (TSR)
1	3,6	6,82	8,91	8,81	8,65	8,19
2	4,4	6,66	9,05	9,03	8,61	8,46
3	5,1	6,38	9,37	9,10	8,95	7,58

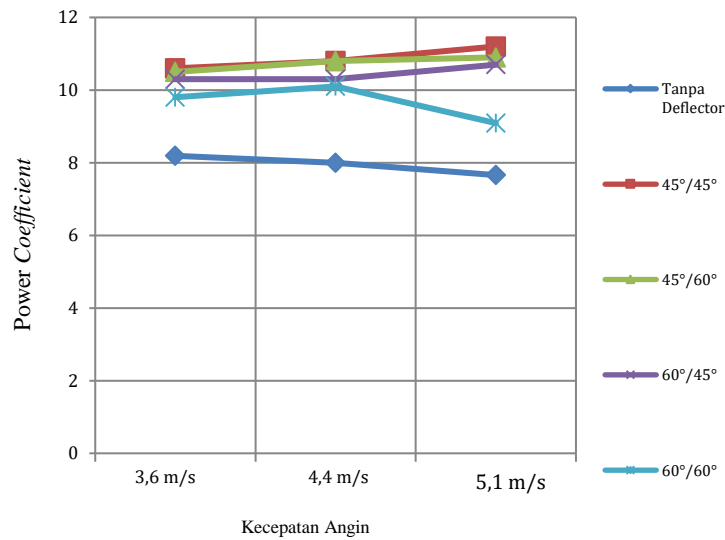


Gambar 6. Grafik hasil perhitungan TSR

Dari Gambar 6 dapat terlihat bahwa semakin besar nilai putaran turbin maka akan semakin menurun dan dapat terlihat bahwa putarannya pun tidak terlihat konstan, Dan dari pengujian dengan deflektor dan tanpa deflektor diatas juga dapat diketahui bahwa putaran turbin akan berbanding terbalik, dimana putaran yang semakin tinggi maka putaran turbin akan semakin rendah. Pada Tabel 3 dan Gambar 7 terlihat bahwasanya penurunan *power coefficient* C_p terjadi pada turbin tanpa deflektor dan deflektor dengan sudut 60°/60°.

Tabel 3. Data hasil perhitungan C_p

No	Hasil <i>power coefficient</i> (C_p)				
	Tanpa deflektor (C_p)	45°/45° (C_p)	45°/60° (C_p)	60°/45° (C_p)	60°/60° (C_p)
1	8,19	10,6	10,5	10,3	9,8
2	8	10,8	10,8	10,3	10,1
3	7,66	11,2	10,9	10,7	9,09



Gambar 7. Grafik hasil perhitungan C_p

Tabel 4. Data hasil putaran dan persentase terhadap sudut tanpa deflektor

No	Kecepatan Angin (m/s)	Tanpa deflektor (rpm)	Dengan deflektor							
			45°/45°		45°/60°		60°/45°		60°/60°	
			(rpm)	%	(rpm)	%	(rpm)	%	(rpm)	%
1	3,6	29,5	38,5	31	38,1	29	37,4	27	35,4	20
2	4,4	35,2	47,8	36	47,7	36	45,5	29	44,7	27
3	5,1	39,1	57,4	47	55,7	42	54,8	40	46,4	19

Dengan penggunaan deflektor maka putaran turbin –dalam satuan rpm– yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penggunaan deflektor, seperti yang terlihat dalam Tabel 4. Kenaikan putaran turbin tertinggi terjadi pada penggunaan deflektor 45°/45°.

Pembahasan

Pada variasi tanpa deflektor dengan kecepatan angin 3,6 m/s menghasilkan C_p sebesar 8,19, seiring bertambahnya variasi kecepatan angin 4,4 m/s menghasilkan 8, dan namun pada kecepatan berikutnya mengalami penurunan kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan C_p sebesar 7,66. Sedangkan pada variasi sudut deflektor 45°/45° dengan kecepatan angin 3,6 m/s menghasilkan 10,6. Dengan kecepatan angin 4,4 m/s menghasilkan C_p sebesar 10,8. Pada kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan 11,2 di variasi sudut deflektor 45°/45° mengalami kenaikan.

Turbin dengan variasi sudut deflektor 45°/60° dengan kecepatan angin 3,6 m/s menghasilkan nilai sebesar 10,5, dan pada kecepatan angin 4,4 m/s, menghasilkan C_p sebesar 10,8 pada kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan nilai sebesar 10,9, Turbin dengan variasi sudut deflektor 60°/45° kecepatan angin 3,6 m/s menghasilkan nilai sebesar 10,3, dan pada kecepatan

angin 4,4 m/s, menghasilkan nilai yang sama sebesar 10,3, pada kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan nilai sebesar 10,7.

Turbin dengan variasi sudut deflektor 60°/60° kecepatan angin 3,6 m/s menghasilkan nilai sebesar 9,8, dan pada kecepatan angin 4,4 m/s, menghasilkan nilai yang sama sebesar 10,1, namun pada kecepatan angin berikutnya mengalami penurunan kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan nilai sebesar 9,09. Dari variasi sudut deflektor dan tanpa deflektor dengan kecepatan angin 5,1 m/s memiliki nilai koefisien daya yang paling besar pada semua kecepatan dan pada variasi sudut deflektor masing-masing. Berbeda dengan putaran turbin yang selalu meningkat pada setiap penambahan kecepatan angin.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa yang dapat diambil dari analisis turbin turbin Savonius tipe cup menggunakan deflektor yang sedang dibuat, Hasil pada suatu sistem turbin angin tipe cup ini dapat diperoleh dengan mendokumentasikan, pada saat turbin tersebut beroperasi menggunakan kamera handphone, Pada hasil pengujian dan simulasi terlihat aliran udara yang sebagian memasuki sudu rotor dan sebagian mengalir ke sekeliling rotor, selain itu, juga terlihat aliran turbulen yang ada pada sudu motor dan Dari tabel hasil pengujian dapat diketahui bahwa sudut deflektor 60°/60° memiliki hasil yang tidak optimal, pada kecepatan angin 5,1 m/s menghasilkan putaran turbin sebesar 46.4 Rpm. bahwasanya sudu rotor mengalami aliran turbulen dikarenakan sudut deflektor 60°/60° tidak optimal dalam menyearahkan angin ke sudu rotor serta dari hasil perhitungan persentase di atas bahwa turbin menggunakan deflektor mengalami kenaikan sebesar 47%.

Untuk pengembangan penelitian diperlukan simulasi agar bisa mendapatkan hasil yang lebih optimal dan bisa melihat pola aliran yang terjadi. Deflektor juga bisa sehalus mungkin permukaannya dan juga dicoba dengan modifikasi sudu pengarah yang bukan pelat datar.

Daftar Pustaka

- Bangga, G. (2022). Progress and Outlook in Wind Energy Research. *Energies*, 15(18), 6527.
- Bethony, F. R., Salo, L. A., Lasarus, R., dan Tonapa, A. S. (2023). Pengaruh Perubahan Sudut Deflektor terhadap Kinerja Turbin Angin H-Darrieus Tiga Sudu. *Prosiding Universitas Kristen Indonesia Toraja*, 2(2), 79-82.
- Alexin Putra, M., & Putranto, A. C. (2019). Simulasi Aliran Udara Pada Rotor Savonius Dengan Sudu Pengarah. *Seminar Nasional – XVIII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri di Kampus ITENAS – Bandung*, 19 Desember 2019, TKE 48-53.
- Ponto, A. G. (2020). *Visualisasi Aliran Udara pada Turbin Angin Sumbu Vertikal*. Disertasi Doktor - Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Tawakal, I., & Siregar, I. H. (2020). Uji Eksperimen Kinerja Model Turbin Angin Jenis Swirling Savonius Deflektor Diam Dengan Penambahan Free Drag Reducing Di Terowongan Angin. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1).
- Zulianto, M., & Siregar, I. H. (2019). Uji Eksperimen Model Turbin Angin Swirling Savonius Dengan Deflektor Diam Menggunakan Terowongan Angin. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(3).