

## Efektifitas Kemiringan Deflektor Kincir Air Savonius

Angga Andrian Kusdiat<sup>1✉</sup>, Mohammad Alexin Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

**Diserahkan** : 08-12-2022

**Direvisi** : 10-12-2022

**Diterima** : 16-12-2022

#### Kata Kunci:

Kincir Savonius, Deflektor, Koefisien Torsi, Koefisien Daya, dan Rasio Kecepatan.

#### Keywords :

*Turbine, Deflector, Coefficient Torque, Coefficient Power, and Tip Speed Ratio.*

#### Corresponding Author :

Angga Andrian Kusdiat

Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung, Indonesia

Jl. Phh. Mustofa No.23, Neglasari, Kec. Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

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

### ABSTRAK

Energi terbarukan merupakan energi yang terdapat dari alam, Indonesia memiliki sumber energi terbarukan yang jumlahnya berlimpah salah satunya yang berpotensi adalah energi air. Energi air dapat dimanfaatkan dengan menggunakan kincir savonius, kincir juga dapat dioptimalkan dengan menambahkan pengarah aliran air (Deflektor). Pada penelitian ini digunakan variasi deflektor 30°, 45°, dan 60°. Kecepatan aliran yang digunakan adalah 0,8 m/s dan 1 m/s. Unjuk kerja terbaik ada pada deflektor dengan sudut 60°. Nilai tertinggi dihasilkan oleh deflektor dengan sudut 60°, yaitu koefisien torsi maksimal 0,818, koefisien daya maksimal 0,817, dan *tip speed ratio* maksimal 2,448, nilai unjuk kerja yang dihasilkan kecepatan air 0,8 m/s. dibandingkan dengan Unjuk kerja dari kincir tanpa menggunakan deflektor menghasilkan nilai koefisien torsi maksimal 0,4, koefisien daya maksimal 0,276, dan *tip speed ratio* 1,79 pada kecepatan air 0,8 m/s.

### ABSTRACT

*Renewable energy represents the energy from nature, Indonesia have the renewable energy much abounding one of the potentially is Water. Energy of water can be put to use a waterwheel, waterwheel can be optimized by adding managing the flow of water (Deflector). The waterwheel used is a Savonius type. In this study, deflector variations of 30°, 45°, and 60° were used. The velocity set is 0.8 m/s and 1 m/s. The best performance is on the deflector with an angle of 60°. The highest performance value is produced by the deflector at an angle of 60°, namely a maximum torque coefficient of 0.818, a maximum power coefficient of 0.817, and a maximum tsr of 2.448 obtained at velocity 0.8 m/s. The performance of wheel without a deflector produces a maximum torque coefficient of 0.4, a maximum power coefficient of 0.276, and a tsr of 1.79 at velocity 0.8 m/s.*

## PENDAHULUAN

Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari alam, energi terbarukan mampu diperbarui secara terus menerus karena energi alam tidak terbatas. Indonesia memiliki sumber energi terbarukan yang jumlahnya berlimpah, dikarenakan Indonesia ini merupakan daerah khatulistiwa. Satu dari banyak energi terbarukan yang berpotensi adalah energi yang dihasilkan air. Energi air dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin savonius, turbin savonius ini

memiliki kelebihan yang dapat dioptimalkan pada aliran sungai sempit serta debit air yang rendah, dan tidak membutuhkan ketinggian karena berputar secara sumbu vertical.

Pada penelitian yang dilakukan abadi r. P. Pada tahun (2018). Dengan menggunakan kincir air savonius 4 sudu, dengan variasi deflektor  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ . Dengan adanya deflektor pada penelitian meningkatkan unjuk kerja kincir, deflektor  $60^\circ$  menghasilkan unjuk kerja tertinggi, dengan hasil daya (p) 94,617 watt pada kecepatan 27,579 rpm, untuk deflektor  $45^\circ$  menghasilkan daya (p) 89,902 watt pada kecepatan 26,736 rpm. Pada deflektor  $30^\circ$  menghasilkan daya (p) 81,404 watt pada kecepatan 25,370 rpm. As

Pada penelitian yang dilakukan prasetyo a, pada tahun (2018). Kincir air savonius dengan 5 sudu pada kincir dengan variasi deflektor  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ , dan  $50^\circ$ , penelitian dilakukan di dalam pipa. Menghasilkan daya yang tertinggi 12,65 watt pada kecepatan aliran  $9,05 \times 10^{-3}$  m/s dan 18,04 watt pada kecepatan  $12,2 \times 10^{-3}$  m/s yang dihasilkan oleh deflektor 30.

Pada penelitian yang dilakukan budi sugiharto pada tahun (2018). Kincir angina savonius dengan 2 sudu yang menambah variasi guide vane berjumlah 16 dengan sudut  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , penelitian dilakukan dengan bantuan kipas angin. Kincir dengan guide vane  $45^\circ$  menghasilkan unjuk kerja terbaik pada kecepatan 5 m/s dengan 100 rpm.

Pada penelitian taufan apha sanditya, dkk. Pada tahun (2018). Melakukan penelitian kincir air savonius dengan 5 sudu dan variasi sudut cekung sudu  $110^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $130^\circ$ , dan  $140^\circ$ . Penelitian yang dilakukan menghasilkan

Pada penelitian frederikus wenhenubun, dkk, pada tahun (2015). Melakukan penelitian kincir angin savonius dengan variasi sudu kincir angina 2, 3, dan 4 sudu, untuk mengetahui unjuk kerja yang dihasilkan menggunakan ansys 13.0 dapat menunjukkan distribusi tekanan kincir angin. Hasil pada penelitian menunjukkan, bahwa jumlah sudu mempengaruhi unjuk kerja kincir savonius. Kincir dengan 4 sudu menunjukkan hasil yang baik saat kecepatan rendah, dan kincir dengan 3 sudu menunjukkan performa yang bagus pada kecepatan tinggi dengan hasil tip speed ratio 0,555 pada kecepatan 7 m/s.

Pada penelitian yang dilakukan oleh wenlong tian, dkk, pada tahun (2022). Melakukan penelitian kincir angin savonius dengan menambahkan deflektor, penelitian dilakukan menggunakan cfd. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deflektor dapat meningkatkan unjuk kerja 24,91%.

Kincir savonius memiliki kekurangan yaitu sisi cembung yang mengurangi performa pada kincir savonius salah satu cara untuk menutupi kekurangan tersebut adalah dengan menambah pengarah aliran (Deflektor), dikarenakan deflector dapat mengurangi gaya negatif yang dihasilkan dari sudu cembung kincir dengan demikian penelitian sebelumnya untuk mengetahui keefektifitasan sudut kemiringan defelktor terhadap sumbu kincir Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi yang dihasilkan turbin air savonius melalui uji eksperimental

## METODE PENELITIAN

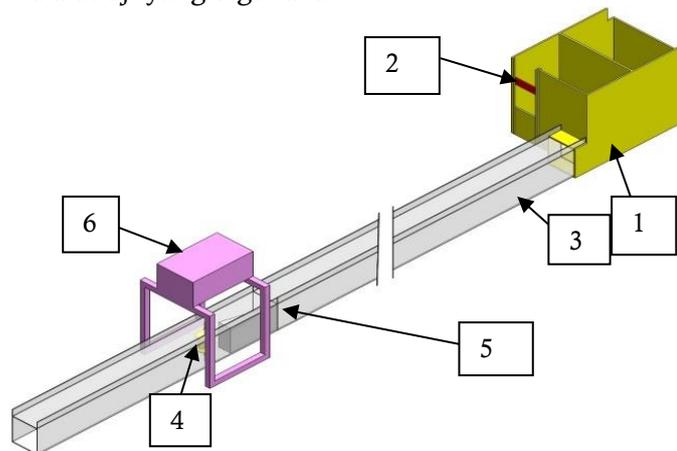
Penelitian ini memakai metode eksperimen. Eksperimen ini dilakukan dengan membuat alat dan melakukan ujicoba. Pada penelitian ini akan menguji pengaruh variasi kemiringan sudu deflektor pada unjuk kerja kincir Savonius. Deflektor yang akan digunakan memiliki kemiringan  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $60^\circ$ .

### A. Profil sungai

Lokasi sungai yang dipilih untuk penelitian adalah saluran air terbuka pada aliran Sungai Ciherang Pondok Bungur. Sungai pada lokasi ini sudah dibendung oleh warga sekitar, dengan kedalaman air yaitu 1 meter.

## B. Skema Alat Uji

Pada bagian – bagian utama dari kincir air Savonius dapat dilihat pada Gambar 1. Yang memperlihatkan skema alat uji yang digunakan



**Gambar 1. Skema Alat Uji Turbin Air**

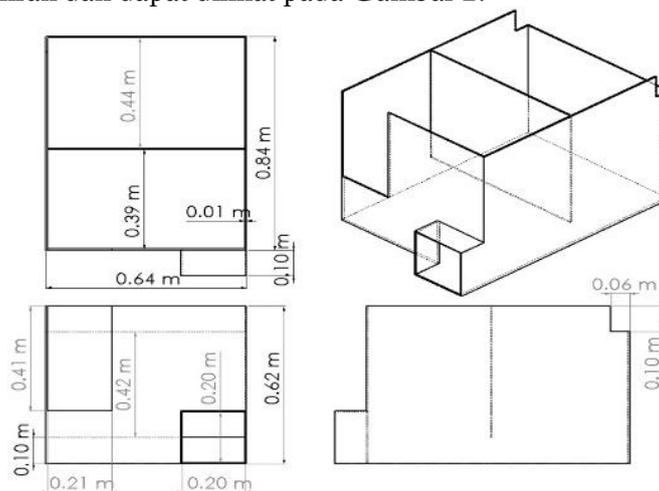
Keterangan :

1. Tangki penampungan air
2. area pembuangan air berlebih
3. Saluran air buatan
4. Kincir,
5. Deflektor,
6. Tempat rem torsi

Dengan demikian berikut adalah spesifikasi alat uji yang dipakai saat penelitian berlangsung.

### 1. Tangki Air

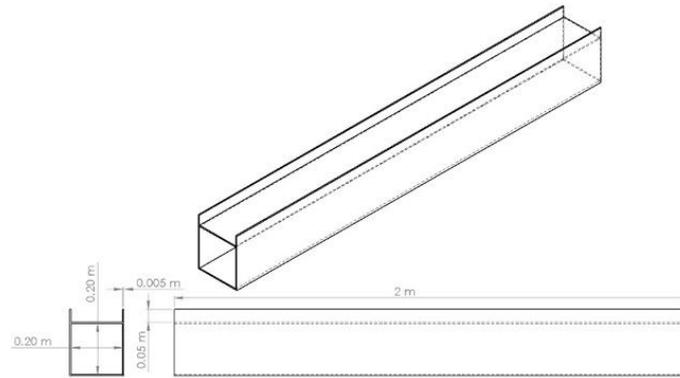
Tangki air yang digunakan berbahan triplek dengan tebal 12mm yang akan dilapisi resin agar tangki air bisa bertahan lebih lama. Tangki air ini akan digunakan sebagai penampung air dari sungai yang akan mengalir ke saluran buatan. Tangki air yang dipakai bisa digunakan untuk pengatur kecepatan aliran dan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Dimensi Tangki Air**

### 2. Saluran Air Buatan

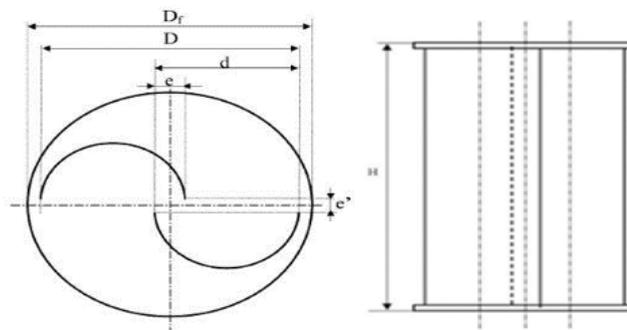
Saluran air buatan ini berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki. Saluran buatan ini terbuat dari akrilik pemilihan akrilik ini agar dapat melihat aliran secara langsung, saluran yang kami buat mempunyai tebal 5 mm dan mempunyai panjang 8 meter yang di bagi 4 bagian dengan panjang masing-masingnya 2 meter dan bisa di bongkar pasang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Saluran Air Buatan

3. Kincir air Savonius

Kincir air Savonius adalah alat yang dapat memanfaatkan potensi energy ari yang mengalir dengan sudu kincir yang akan menghasilkan kincir berputar. Desain dan spesifikasi kinci Savonius dapat dilihat pada Gambar 4 dan spesifikasi ditampilkan pada Tabel 1.



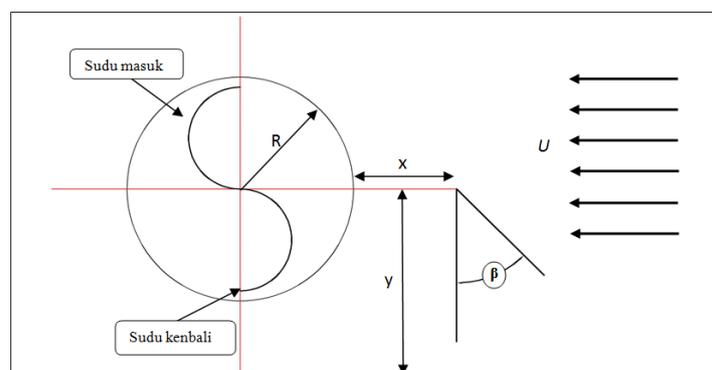
Gambar 4. Desain Kincir Savonius

Tabel 1. Spesifikasi Kincir Savonius

Diameter			Ketinggian Rotor (H) m	Jarak Celah		Aspect Ratio ( $\alpha$ )	Overlap Ratio ( $\beta$ )
Plat (D <sub>o</sub> ) m	Rotor (D) m	Sudu (d) m		(e)	(e')		
0,11	0,10	0,5	15	0	0	1,5	0,15

4. Deflektor

Dengan pemasangan deflector sebelum kincir dapat mengurangi gaya drag pada kincir ataupun torsi negatif, meningkatkan kecepatan putar pada kincir, dan meningkatkan efisiensi kincir yang dihasilkan. Deflector yang digunakan berbahan dasar plat triplek dapat dilihat pada Gambar 5 dan dimensi deflektor pada Tabel 2.



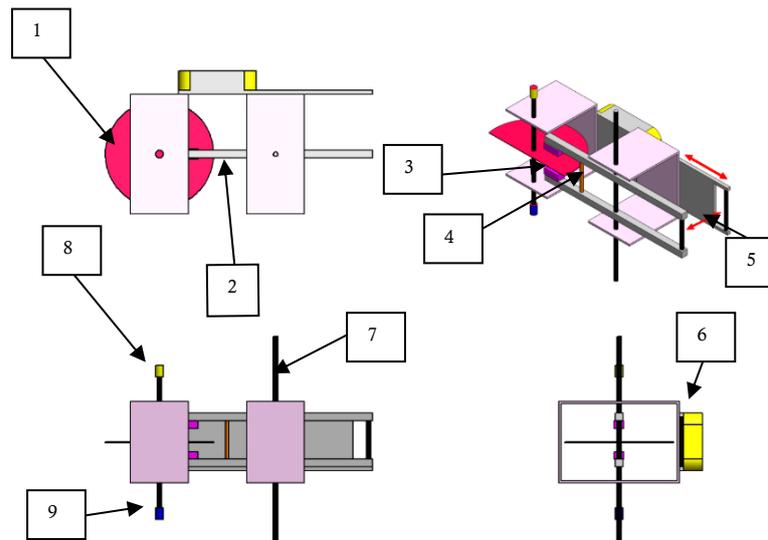
Gambar 5. Skema Modifikasi Kincir Air Savonius dengan Deflektor

Tabel 2. Dimensi Deflektor

B	X (mm)	Y(mm)
30°	10	10
45°	10	10
60°	10	10

### 5. Rumah Rem Torsi

Rumah rem torsi berfungsi sebagai pemberi beban pada poros kincir, sehingga akan mendapatkan nilai torsi dari perhitungan beban yang dihasilkan. Beban yang diberikan akan di naikan sedikit demi sedikit hingga kincir berhenti berputar. Skema rem torsi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Rumah Rem Torsi

#### Keterangan

1. Piringan rem
2. Lengan pada rem
3. Kapas untuk pengereman
4. Pegas untuk pengatur bertambahnya beban
5. Tali penghubung pada timbangan
6. Timbangan
7. Poros
8. Tempat untuk mengukur RPM
9. Tempat penyambungan poros kincir

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil percobaan variasi kincir dengan dan tanpa menggunakan deflektor, dengan variasi deflektor yaitu 30°, 45°, dan 60°, dan ditampilkan pada Tabel 3. dengan kecepatan air 0.8 m/s dan Tabel 4. dengan kecepatan air 1.0 m/s

Tabel 3. Hasil pengujian kincir dengan kecepatan 0.8 m/s.

$U = 0.8 \text{ m/s}$							
Tanpa Deflektor		Deflector 30°		Deflector 45°		Deflector 60°	
Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)
0.000	274	0.000	303	0.000	354	0.000	374
0.294	259	0.294	291	0.294	340	0.294	360
0.392	230	0.392	280	0.392	328	0.392	357
0.490	204	0.490	268	0.490	315	0.490	341
0.588	172	0.588	253	0.588	301	0.588	329
0.686	145	0.686	242	0.686	292	0.686	311
0.784	126	0.784	229	0.784	277	0.784	300
0.882	107	0.882	217	0.882	265	0.882	289
0.980	0	0.980	205	0.980	252	0.980	275
		1.078	192	1.078	239	1.078	261
		1.176	180	1.176	226	1.176	250
		1.274	168	1.274	214	1.274	235
		1.372	156	1.372	202	1.372	217
		1.470	143	1.470	189	1.470	200
		1.569	130	1.569	166	1.569	185
		1.667	119	1.667	144	1.667	162
		1.765	0	1.765	124	1.765	141
				1.863	0	1.863	130
						1.961	0

Tabel 4. Hasil pengujian kincir dengan kecepatan 1 m/s.

$U = 1.0 \text{ m/s}$							
Tanpa Deflector		Deflector 30°		Deflector 45°		Deflector 60°	
Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)	Beban (N)	n (rpm)
0.000	336	0.000	380	0.000	398	0.000	440
0.294	311	0.294	366	0.294	388	0.294	432
0.392	298	0.392	353	0.392	375	0.392	422
0.490	276	0.490	339	0.490	359	0.490	415
0.588	250	0.588	320	0.588	348	0.588	404
0.686	232	0.686	311	0.686	334	0.686	395
0.784	211	0.784	300	0.784	322	0.784	387
0.882	190	0.882	286	0.882	309	0.882	378
0.980	170	0.980	271	0.980	296	0.980	369
1.078	149	1.078	259	1.078	286	1.078	360
1.176	128	1.176	247	1.176	270	1.176	351
1.274	109	1.274	234	1.274	257	1.274	342
1.372	0	1.372	211	1.372	244	1.372	333
		1.470	206	1.470	231	1.470	314
		1.569	195	1.569	218	1.569	299
		1.667	186	1.667	205	1.667	278
		1.765	169	1.765	193	1.765	255
		1.863	157	1.863	180	1.863	237
		1.961	144	1.961	167	1.961	217
		2.059	130	2.059	153	2.059	197
		2.157	120	2.157	142	2.157	177
		2.255	0	2.255	128	2.255	157
				2.353	0	2.353	138
						2.451	0

### A. Pengolahan Data

Data yang didapatkan pada tabel 3 dan tabel 4 akan dilakukan pengolahan data agar dapat mengetahui unjuk kerja yang dihasilkan dari uji coba pada penelitian. Contoh pengolahan data akan menggunakan data dari tabel 3 dengan nilai beban 0,05 Kg dan nilai rpm 204. Berikut adalah contoh perhitungan yang dilakukan.

#### 1. Kecepatan Sudut

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi n}{60 \text{ detik}} \\ &= \frac{2\pi \times 204}{60 \text{ detik}} \\ &= 21,3 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan pada kecepatan sudut adalah 21,3 *rad/s*

#### 2. Tip Speed Ratio (TSR)

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{\omega D}{2U} \\ &= \frac{21,3 \times 0,1}{2 \times 0,8} \\ &= 1,33\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan TSR adalah 1.33

#### 3. Torsi

$$\begin{aligned}T &= F \times L \\ &= 0,490 \times 0,1 \\ &= 0,049 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan torsi adalah 0,049 *Nm*

#### 4. Koefesien Torsi

$$\begin{aligned}Ct &= \frac{4T}{\rho D^2 U^2 H} \\ &= \frac{4 \times 0,098}{1000 \times 0,1^2 \times 0,8^2 \times 0,15} \\ &= 0,204\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan koefisien torsi adalah 0,204

#### 5. Daya

$$\begin{aligned}P &= T \times \omega \\ &= 0,049 \text{ Nm} \times 21,3 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \\ &= 1,049 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan daya adalah 1,049 *Watt*

#### 6. Koefisien Daya

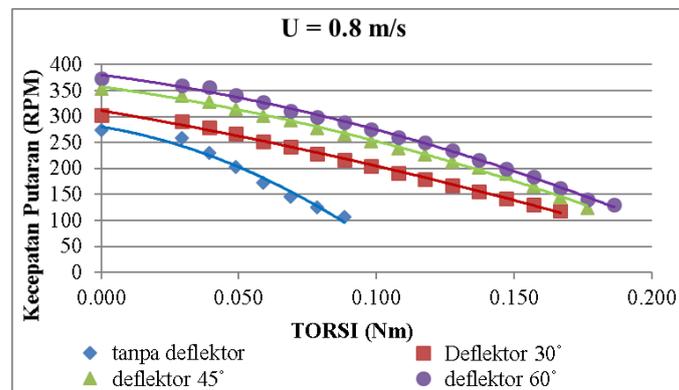
$$\begin{aligned}Cp &= \frac{2P}{\rho H D U^3} \\ &= \frac{2 \times 1,049}{1000 \times 0,15 \times 0,1 \times 0,8^3} \\ &= 0,273\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan koefisien daya adalah 0,273

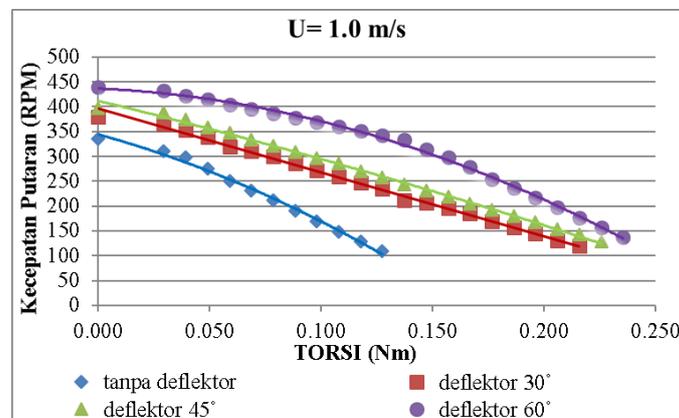
Hasil dari pengolahan data ini akan diolah kedalam bentuk grafik agar mempermudah untuk perbandingan yang terjadi dari setiap variasi.

**B. Hasil Pengolahan Data Dan Alanisa**

Dari hasil perhitungan untuk pengolaan data yang telah dilakukan dapat dibuat beberapa grafik hubungan hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 7, 8, 9, 10, dan 11.

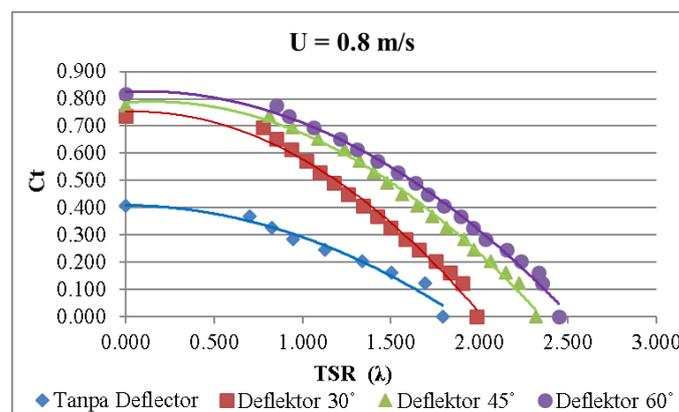


**Gambar 7. Grafik antara kecepatan putaran kincir terhadap Torsi dengan kecepatan aliran 0,8 m/s**

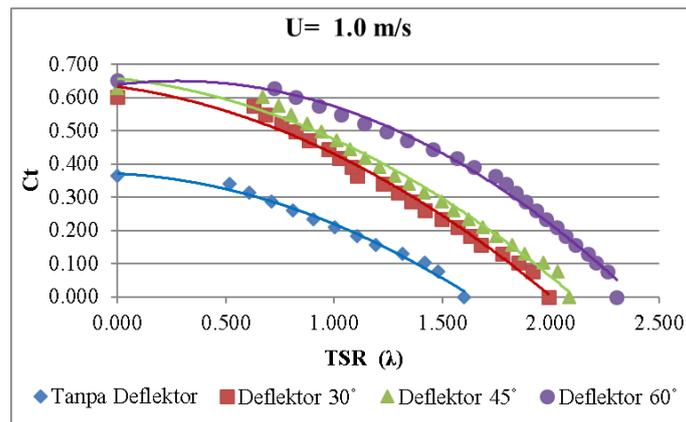


**Gambar 8. Grafik antara kecepatan putaran kincir terhadap Torsi dengan kecepatan aliran 1 m/s**

Berdasarkan gambar 7 dan gambar 8, pada kecepatan 0,8 m/s torsi tertinggi yang didapatkan dari deflektor 60° yaitu 0,186 Nm dengan kecepatan 130 rpm, pada kecepatan 1 m/s torsi tertinggi yang didapatkan dari kincir dengan Deflektor 60° yaitu 0,235 Nm dengan kecepatan 138 rpm. Dari hasil pada setiap variasi, nilai torsi tertinggi dihasilkan oleh deflektor 60°.

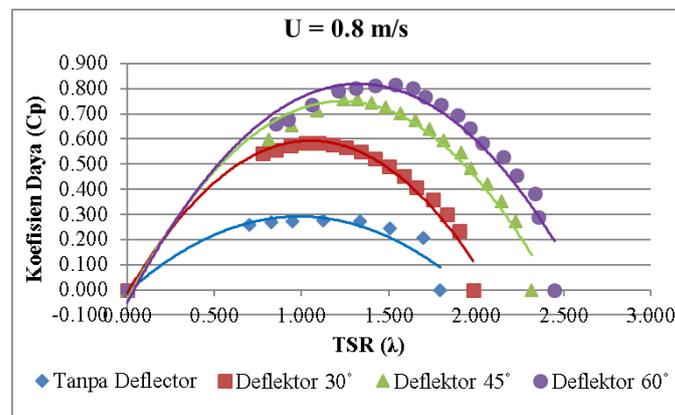


**Gambar 9. Grafik antara Tip Speed Ratio terhadap koefisien torsi dengan kecepatan aliran 0,8 m/s**

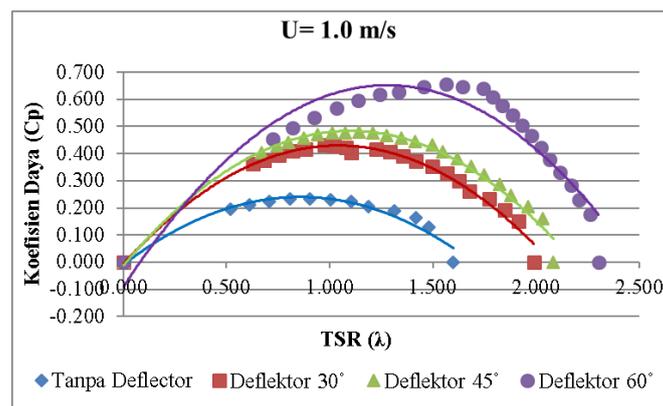


Gambar 10. Grafik antara Tip Speed Ratio terhadap koefisien torsi dengan kecepatan aliran 1 m/s

Berdasarkan pada gambar 9 dan gambar 10, pada kecepatan aliran 0,8 m/s nilai  $C_t$  tertinggi didapatkan pada kincir dengan Deflektor 60° dengan nilai 0,777 saat tsr bernilai 0,851, pada kecepatan 1 m/s nilai  $C_t$  tertinggi didapatkan pada kincir dengan Deflektor 60° dengan nilai 0,628 saat tsr bernilai 0,723. Pada semua variasi, kincir dengan deflektor 60° mempunyai nilai  $C_t$  tertinggi.



Gambar 11. Grafik antara Tip Speed Ratio terhadap koefisien daya dengan kecepatan aliran 0.8 m/s.



Gambar 12. Grafik antara Tip Speed Ratio terhadap koefisien daya dengan kecepatan aliran 1 m/s.

Berdasarkan gambar 11 dan gambar 12, pada kecepatan aliran 0,8 m/s nilai  $C_p$  tertinggi didapatkan pada kincir dengan deflektor 60° dengan nilai 0,817 pada saat tsr 1,538, pada kecepatan aliran 1 m/s nilai  $C_p$  tertinggi didapatkan pada kincir dengan deflektor 60° dengan nilai 0,655 pada saat tsr 1,566. pada semua variasi, kincir dengan deflektor 60° mempunyai koefisien daya tertinggi.

## KESIMPULAN

Jarak deflektor mempunyai pengaruh terhadap performa kincir air Savonius. Jika semakin panjang jarak deflektor pada kincir (X2), unjuk kerja akan semakin meningkat. Dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa deflektor terbaik ada pada deflektor dengan sudut 60°. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa deflektor dengan sudut 60° memiliki unjuk kerja yang lebih baik dari pada sudut 30° maupun 45°. Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa adanya deflektor mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan kincir savonius

## REFERENSI

- Golecha, K., Eldho, T., & Prabhu, S. (2012). "Performance Study of Modified Savonius Water Turbine with Two Deflector Plates". *International Journal of Rotating Machinery*.
- Kusdiat, A. A. (2018). "Pengaruh Posisi Deflektor Terhadap Unjuk Kerja Kincir Air Savonius Dengan Sudu Tertutup", Skripsi, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Mabrouki, Z. Driss, dan M .S. Abid. (2014) Performance Analysis of a Water Savonius Rotor: Effect of the Internal Overlap, *Sustainable Energy*, 2014, Vol. 2, No. 4, 121-125.
- Mabrouki, I., Driss, Z., Salah, M., & Abid. (2014) Experimental Investigation of the Height Effect of Water Savonius Rotors, *International Journal of Mechanics and Applications*
- Prasetyo, A., Kristiawan, B., Danardono, D., & Hadi, S. (2018). "The Effect of Deflector Angle in Savonius Water Turbine with Horizontal Axis on the Power Output of Water Flow in Pipe". *The 2nd International Conference on Science (ICOS)*. IOP Publishing.
- Purnama, A. C., Hantoro, R., & Nugroho, G. (2013). "Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran". *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 2, No. 2.
- Sanditya, T. A., Prasetyo, A., Kristiawan, B., Danardono, D., & Hadi, S. (2018). "Effect Of Blade Curvature Angle Of Savonius Horizontal Axis Water Turbine To Power Generation". *The 2nd International Conference on Science (ICOS)*. IOP Publishing. 979 012044.
- Tian, W., Bian J., Yang, G., Ni, X., & Mao, Z. (2022). "Influence Of Passive Upstream Deflektor On The Performance Of The Savonius Wind Turbine" *Energy Reports* 8, 7488-7499.
- Sugiharto, B. (2018). "The Performance of Savonius Windmill With Guide Vane". *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan* (pp. Vol. IV, ISBN 978-602-52742-0-6). Yogyakarta: SENATIK.
- Sule, L., & Rompas, P. T. (2018). "Performance of Savonius Blade Waterwheel with Variation of Blades Number". *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing.
- Wenehenubun, F., Saputra, A., & Sutanto, H. (2014). "An Experimental Study on the Performance of Savonius Wind Turbines Related with the Number of Blades". 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA (pp. 297 – 304). *Energy Procedia* 68.