

## INFLUENCE OF DEFLECTOR USING ON THE PERFORMANCE OF MODIFIED SAVONIUS WATER TURBINE VERTICAL AXES

**Franciskus Delaphius Sunarya**

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma (USD)  
Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta  
Email : franciskusphius18@gmail.com

### *Abstract*

*Savonius turbine is a simple vertical axis turbine which work because of a difference drag force between blades. This turbine can convert kinetic energy on water flow into mechanical energy. The Savonius water turbine can work on low water flow speed. This research aimed at a Savonius turbine that has some of its parameters modified. The research tested the effects of water flow speed and the use of a deflector towards the modified Savonius turbine's performance. It is concluded that Savonius turbine without the deflector, reached a maximum power coefficient at the flow speed of 1,1 m/s with the value of 0,163 at tip speed ratio of 0,845. As for the same speed (1,1 m/s) the turbine that used the deflector reached a maximum power coefficient of 0,307 at tip speed ratio 1,136. The highest coefficient of power was reached when the turbine got tested with the deflector at flow speed of 0,9 m/s with value of 0,354 at tip speed ratio 1,230.*

**Keywords:** *Savonius, coefficient of power, deflector, modified.*

### **1. Pendahuluan**

Energi Terbarukan hadir sebagai sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menanggapi masalah ketersediaan energi. Sumber energi alternatif juga diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Indonesia memiliki cadangan sumber daya energi terbarukan yang besar. Beberapa contoh energi terbarukan antara lain energi surya, energi panas bumi, energi angin, energi samudra, dan energi air.

Air yang mengalir memiliki energi yang dapat dimanfaatkan. Aliran air memiliki massa serta kecepatan yang dapat menjadi sumber energi. Aliran air dapat kita jumpai pada sungai dan selokan. Meskipun memiliki kecepatan yang rendah, aliran air tetap bisa digunakan sebagai sumber energi. Energi pada aliran air dapat diubah menjadi bentuk energi mekanik menggunakan kincir.

Salah satu kincir yang sering digunakan untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik adalah kincir Savonius. Kincir Savonius termasuk ke dalam jenis kincir sumbu vertikal. Kincir ini dapat bekerja dengan baik pada aliran fluida yang memiliki kecepatan serta *head* yang kecil. Kincir Savonius dengan sumbu vertikal memiliki beberapa keunggulan, antara lain: 1) mampu bekerja pada aliran turbulen [1] 2) tingkat kebisingan yang rendah 3) perancangan yang sederhana dan biaya yang rendah [2]. 4) serta mampu menerima aliran fluida dari berbagai arah [6]. Kincir Savonius memiliki keunggulan torsi awalan yang baik, namun memiliki efisiensi serta kecepatan yang rendah dibandingkan kincir jenis lain [7].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menguji performa dari kincir Savonius. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh M.A. Kamoji et al. [3] meneliti kincir Savonius yang dimodifikasi beberapa parameternya, antara lain aspek rasio, rasio overlap, serta sudut lengkung sudu. Diteliti juga kincir Savonius yang menggunakan poros di antara kedua sudu dan kincir tanpa poros di antara kedua sudu. Penelitian ini menggunakan angin sebagai fluida. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kincir Savonius modifikasi (tanpa

poros di antara kedua sudu) dengan parameter rasio overlap 0.0, sudut lengkung sudu  $124^\circ$  dan aspek rasio 0.7 memperoleh koefisien daya ( $C_p$ ) paling tinggi yaitu 0.21.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kailash Golecha et al. [4] meneliti tentang pengaruh deflektor terhadap kincir Savonius modifikasi. Penelitian dilakukan pada saluran air terbuka. Kincir yang diuji merupakan kincir dua sudu dengan jenis satu tingkat, dua tingkat (dengan pergeseran sudu  $0^\circ$ ), dua tingkat (dengan pergeseran sudu  $90^\circ$ ), serta tiga tingkat. Berbagai posisi dari deflektor diuji pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh posisi dari deflektor terhadap  $C_p$  dari kincir Savonius. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa deflektor pada posisi optimal mampu meningkatkan  $C_p$  sebesar 50% pada kincir Savonius satu tingkat, serta meningkatkan  $C_p$  sebesar 42%, 31%, dan 17% pada kincir Savonius dua tingkat (dengan pergeseran sudu  $0^\circ$ ), dua tingkat (dengan pergeseran  $90^\circ$ ), dan tiga tingkat.

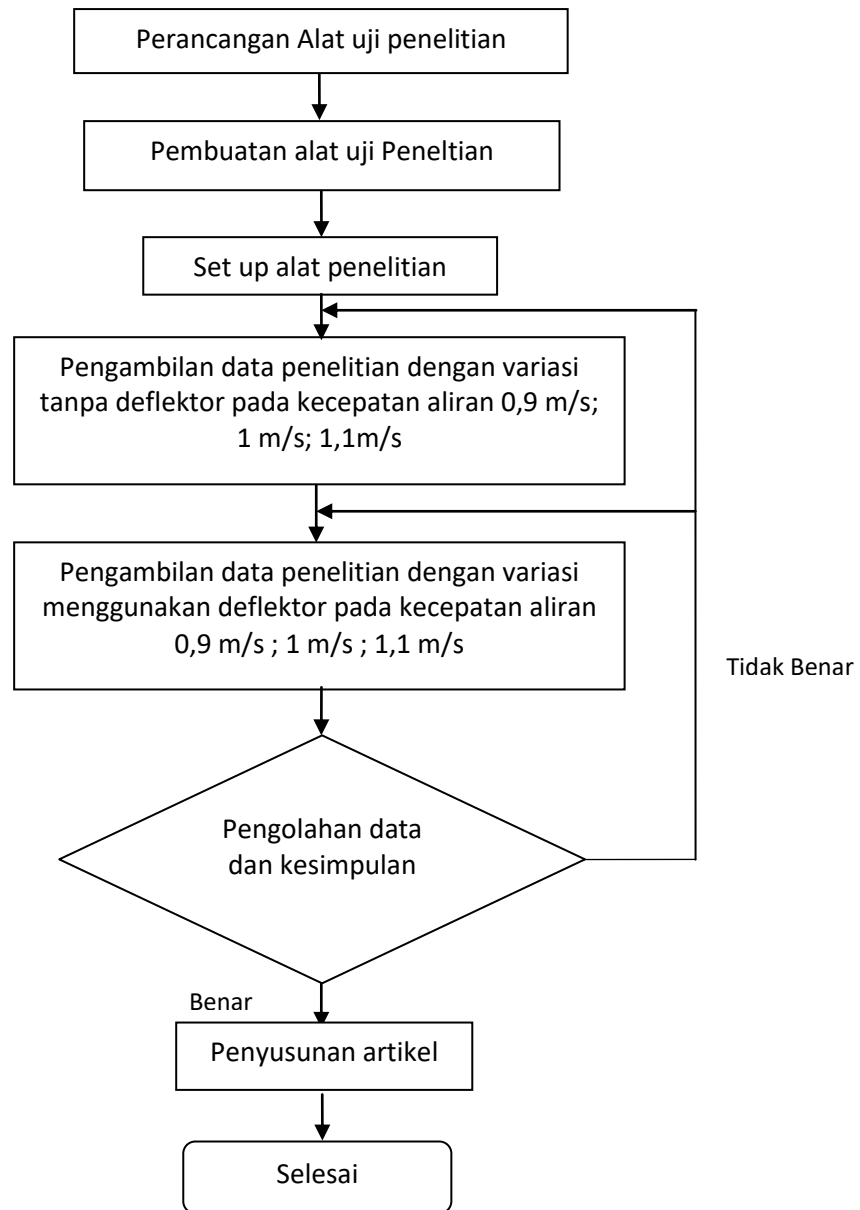
Berbagai penelitian lain telah menguji kincir Savonius untuk meningkatkan performa kincir. Seperti penelitian Daniel P [9] yang menguji kincir Savonius dua tingkat dengan pergeseran sudu  $90^\circ$  menggunakan deflektor pada saluran air tertutup. Serta Yosua D.R [10] yang meneliti kincir Savonius dua tingkat dengan pergeseran sudu  $0^\circ$  menggunakan deflektor pada saluran air tertutup. Hasilnya deflektor dapat meningkatkan performa dari kincir Savonius.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan air dan penggunaan deflektor terhadap unjuk kerja kincir Savonius yang bekerja pada saluran tertutup. Unjuk kerja kincir Savonius diketahui dengan memperoleh nilai koefisien daya ( $C_p$ ), koefisien torsi ( $C_t$ ), dan *Tip Speed Ratio* (TSR). Deflektor yang digunakan dirancang berdasarkan penelitian Ari Prasetyo et al. [5] yang menguji kincir pada saluran tertutup. Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa kincir yang menggunakan deflektor dengan sudut  $30^\circ$  memperoleh performa paling optimal.

## 2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini kincir air Savonius dimodifikasi beberapa parameternya antara lain aspek rasio, rasio overlap, serta sudut lengkung sudu. Kincir Savonius diuji pada lorong air dengan kecepatan aliran konstan. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien daya ( $C_p$ ), koefisien torsi ( $C_t$ ), dan *Tip Speed Ratio* (TSR) sehingga dapat diketahui performa dari kincir Savonius. Diagram alir penelitian dapat diperhatikan pada Gambar 1.

Penelitian ini dilakukan pada kondisi lingkungan yang terbatas, sehingga membutuhkan skema serta perancangan yang dapat mendukung penelitian. Kincir air menggunakan aliran sungai atau selokan yang memiliki kecepatan aliran air yang rendah, kemudian air ditampung pada bak penampung yang kemudian terhubung dengan saluran lorong air buatan. Saluran air yang digunakan merupakan saluran air tertutup. Perancangan yang dilakukan bertujuan untuk mempermudah proses pengaturan kecepatan aliran air pada saat proses pengujian dilakukan. Dalam melakukan proses penelitian diperlukan set up alat untuk mempermudah proses kerja.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

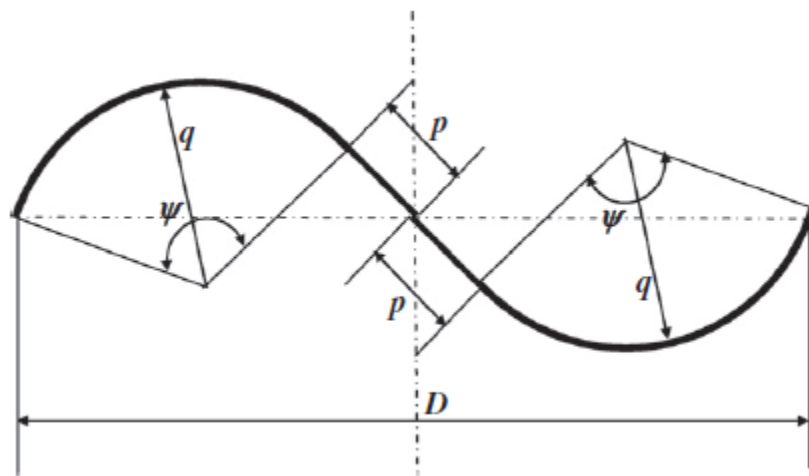
a. Kincir air Savonius

Model kincir yang akan digunakan adalah kincir Savonius modifikasi yang sudah diuji oleh Kamoji et al. [3]. Parameter kincir yang dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Parameter pada kincir yang digunakan

Diameter			Ketinggian Kincir H (cm)	Ujung lurus blade	Aspect Ration (H/D)	Ratio Overlap (cm)
Diameter kincir (D) cm	Jari-jari Sudu (q) cm	Sudut lengkung( $\psi$ )		p (cm)		

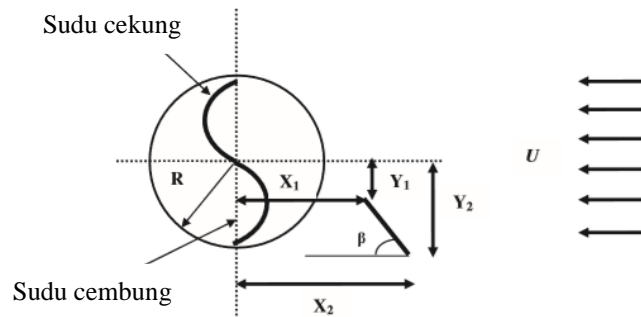
10	2,5	124°	7	1	0,7	0
----	-----	------	---	---	-----	---



Gambar 2. rancangan kincir Savonius tampak atas [8]

b. Deflektor

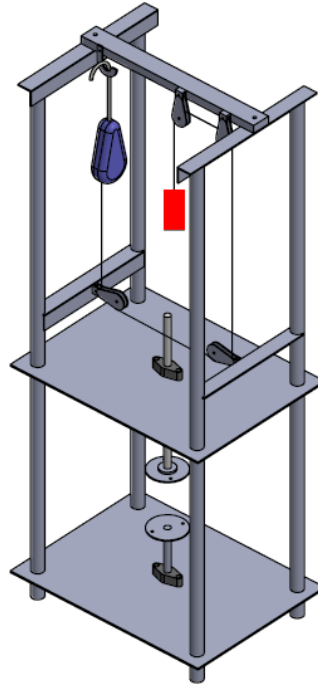
Deflektor adalah sebuah komponen alat yang ditambahkan pada lorong air yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan aliran fluida air pada lorong. Pada Gambar 3 dapat diperhatikan posisi dari deflektor terhadap kincir. Deflektor diharapkan mampu mengarahkan aliran fluida untuk mendorong kincir pada bagian sudu cekung, sekaligus menghindari sudu cembung pada kincir.



Gambar 3 skema kerja deflektor terhadap kincir (tampak atas) [8]

c. Rem torsi

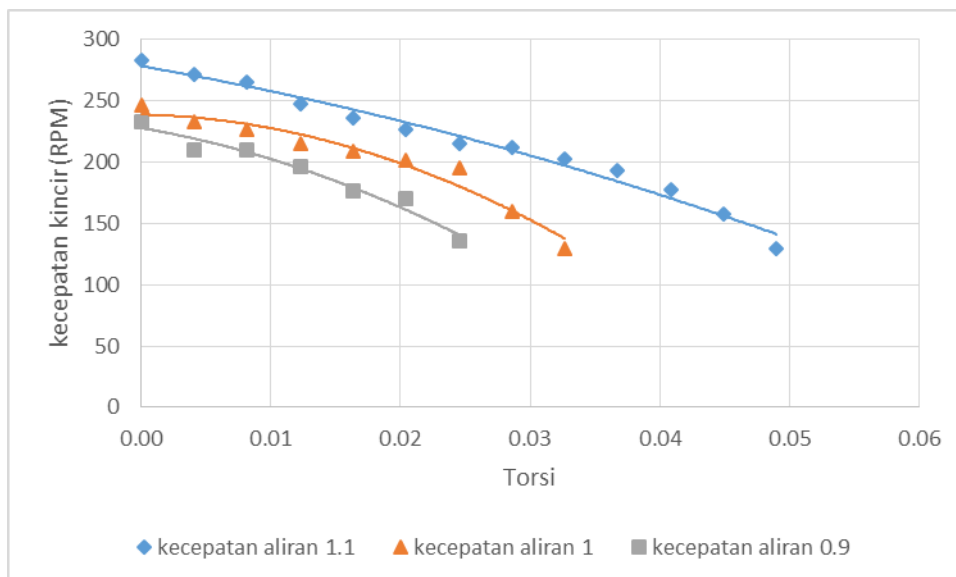
Rem torsi merupakan alat yang digunakan sebagai pengukur daya torsi dengan cara mekanik atau pengereman. Gambar 4 berikut menunjukkan rancangan rem torsi.



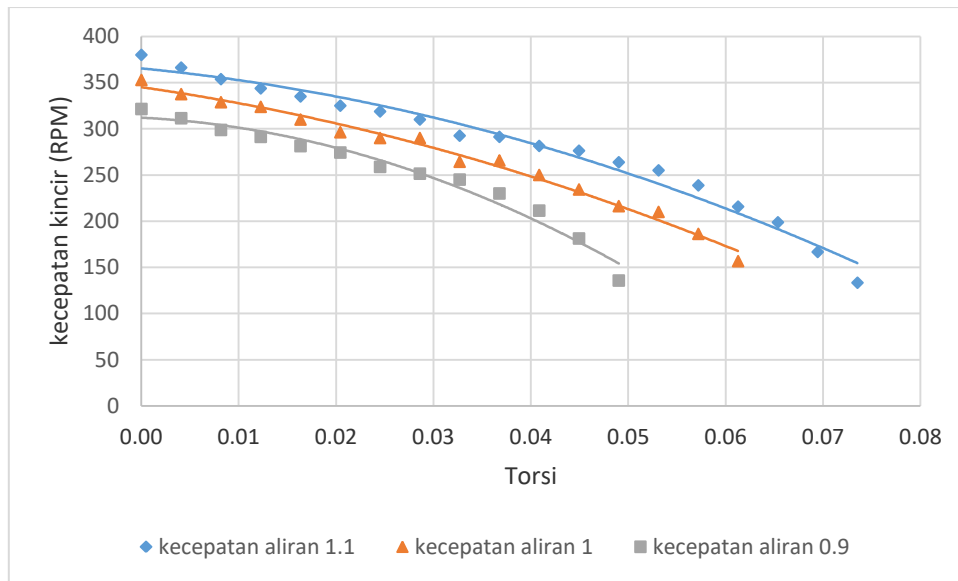
Gambar 4 rem torsi

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian terhadap kincir Savonius pada variasi kecepatan aliran 0.9; 1; dan 1.1. diperoleh data yang kemudian diolah untuk memperoleh grafik hubungan antara torsi dengan kecepatan putar kincir, koefisien daya ( $C_p$ ) dengan *Tip Speed Ratio* (TSR), serta koefisien torsi ( $C_t$ ) dengan *Tip Speed Ratio* (TSR). Grafik dapat di lihat pada Gambar 5 – Gambar 10.

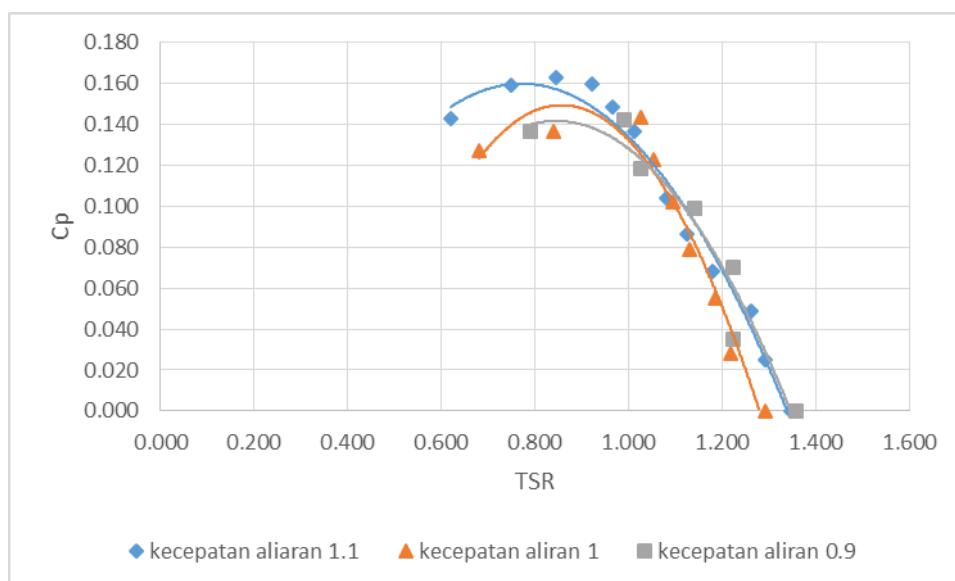


Gambar 5. Grafik hubungan antara kecepatan kincir (RPM) dengan torsi pada kincir tanpa deflektor

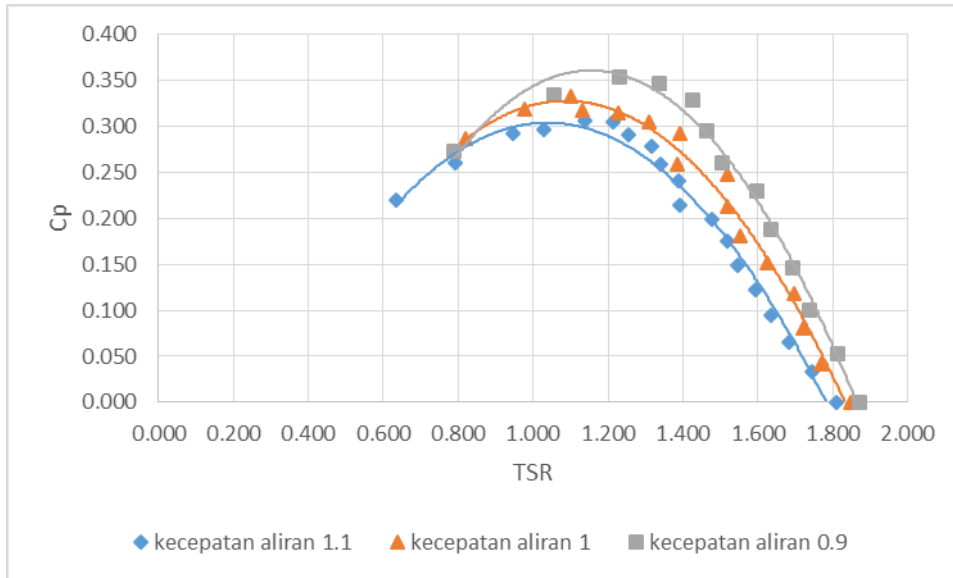


Gambar 6 Grafik hubungan antara kecepatan kincir (RPM) dengan torsi pada kincir dengan deflektor

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa kincir yang bekerja pada aliran air 1.1 m/s menghasilkan torsi paling tinggi, baik saat menggunakan deflektor maupun saat tidak menggunakan deflektor. Sedangkan torsi tertinggi diperoleh sebesar 0,074 Nm pada kecepatan aliran 1.1 m/s dan kecepatan kincir 133 rpm (Gambar 6).

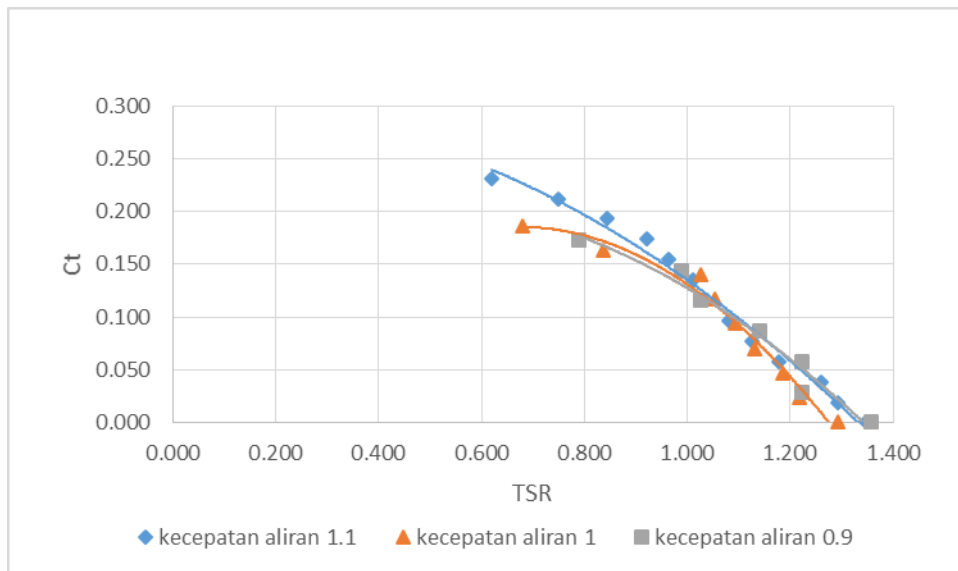


Gambar 7. Grafik hubungan antara koefisien daya (Cp) dengan TSR pada kincir tanpa deflektor

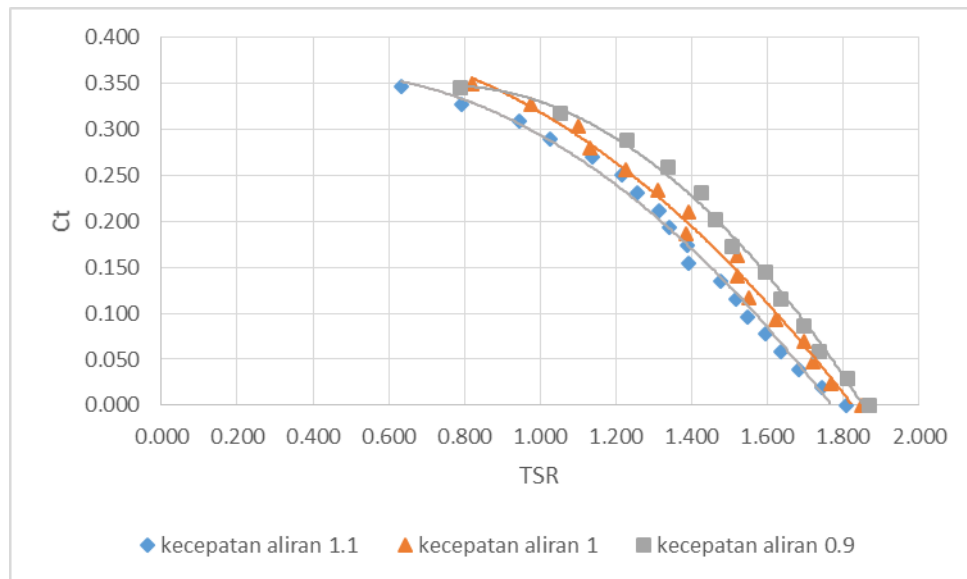


Gambar 8. Grafik hubungan antara koefisien daya ( $C_p$ ) dengan TSR pada kincir dengan deflektor

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa pada kincir tanpa deflektor koefisien daya paling tinggi didapat pada saat kincir bekerja pada kecepatan aliran 1,1 m/s dengan nilai koefisien daya sebesar 0,163 pada TSR dengan nilai 0,845. Sedangkan koefisien daya paling tinggi sebesar 0,354 pada saat kincir menggunakan deflektor pada kecepatan aliran 0.9, dengan nilai TSR sebesar 1,230.



Gambar 9. Grafik hubungan antara koefisien torsi ( $C_t$ ) dengan TSR pada kincir tanpa deflektor



Gambar 10 Grafik hubungan antara koefisien torsi ( $C_t$ ) dengan TSR pada kincir dengan deflektor

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10 koefisien torsi tertinggi sebesar 0,350 dicapai pada saat kincir menggunakan deflektor pada kecepatan aliran 1 m/s, serta nilai TSR sebesar 0,820. Pada kincir tanpa deflektor koefisien torsi tertinggi sebesar 0,231 pada TSR sebesar 0,619 dengan kecepatan aliran 1,1.

Hasil penelitian yang sudah dilakukan kemudian dibandingkan dengan data penelitian yang sudah ada. Data yang digunakan sebagai pembandingan dari hasil penelitian ini diambil dari penelitian yang dilakukan oleh kalias golecha et al [4]. Data yang ditampilkan merupakan nilai tertinggi yang diperoleh pada masing-masing penelitian untuk jenis kincir yang sama (kincir satu tingkat). Data dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Data referensi

	Aspek rasio	$C_p$	$C_t$ (pada $C_p$ maksimal)	TSR
Tanpa deflektor	0,7	0,14	0,20	0,70
Dengan deflektor	0,7	0,21	0,26	0,82

Tabel 3 Data penulis

	Aspek rasio	$C_p$	$C_t$ (pada $C_p$ maksimal)	TSR
Tanpa deflektor	0,7	0,16	0,19	0,85
Dengan deflektor	0,7	0,35	0,29	1,23

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 diketahui bahwa performa kincir tanpa deflektor antara referensi dengan penulis tidak jauh berbeda.  $C_p$  terbaik didapatkan oleh penulis dengan nilai 0,16, sedangkan nilai  $C_t$  terbaik diperoleh referensi dengan nilai 0,20. Untuk kincir dengan deflektor performa terbaik dicapai oleh penelitian penulis, dengan peningkatan sebesar 66,7% dari  $C_p$  yang dicapai referensi. Nilai  $C_p$  penulis mencapai 0,35 pada TSR 1,23, dan nilai  $C_t$  sebesar 0,29. Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa kincir Savonius dapat bekerja lebih baik pada saluran air tertutup.



#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dengan variasi kecepatan aliran air 0,9 m/s; 1 m/s; dan 1,1 m/s, serta pengujian menggunakan deflektor dan tanpa deflektor, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Perbedaan kecepatan aliran dapat mempengaruhi nilai koefisien daya ( $C_p$ ), koefisien torsi ( $C_t$ ), serta TSR. Pada kincir tanpa deflektor dengan kecepatan aliran 0,9 m/s diperoleh koefisien daya sebesar 0,143, koefisien torsi sebesar 0,173, serta TSR sebesar 1,357. Pada kecepatan aliran 1 m/s memperoleh nilai koefisien daya sebesar 0,144, koefisien torsi sebesar 0,187, dan TSR sebesar 1,292. Pada kecepatan aliran 1,1 m/s memperoleh koefisien daya sebesar 0,163, koefisien torsi sebesar 0,231, dan nilai TSR 1,346.
2. Deflektor dapat meningkatkan unjuk kerja dari kincir Savonius modifikasi. Kincir tanpa deflektor, memperoleh koefisien daya maksimal pada kecepatan aliran air 1,1 dengan nilai sebesar 0,163 pada TSR 0,845. Sedangkan untuk kecepatan aliran air yang sama (1,1 m/s) kincir yang menggunakan deflektor memperoleh koefisien daya maksimal sebesar 0,307 pada TSR 1,136.
3. Koefisien daya tertinggi dicapai saat kincir diuji menggunakan deflektor pada kecepatan aliran 0,9 m/s dengan nilai sebesar 0,354(35,4%) pada TSR 1,230.
4. Kincir Savonius dapat bekerja lebih baik pada saluran air tertutup dibandingkan pada saluran air terbuka.

#### Terimakasih kepada :

1. Keluarga Saya yang selalu memberikan dukungan.
2. Segenap staf pengajar Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis, sehingga sangat berguna dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah ikut membantu menyelesaikan penelitian.

#### Daftar Pustaka

- [1] Pope, K., Dincer, I., & Naterer, G. F. (2010). Energy and exergy efficiency comparison of horizontal and vertical axis wind turbines. *Renewable energy*, 35(9), 2102-2113.
- [2] Tian, W., Song, B., VanZwieten, J., & Pyakurel, P. (2015). Computational fluid dynamics prediction of a modified Savonius wind turbine with novel blade shapes. *Energies*, 8(8), 7915-7929.
- [3] Kamoji, M. A., Kedare, S. B., & Prabhu, S. V. (2009). Experimental investigations on single stage modified Savonius rotor. *Applied Energy*, 86(7-8), 1064-1073.
- [4] Golecha, K., Eldho, T. I., & Prabhu, S. V. (2011). Influence of the deflector plate on the performance of modified Savonius water turbine. *Applied Energy*, 88(9), 3207-3217.
- [5] Prasetyo, A., Kristiawan, B., Danardono, D., & Hadi, S. (2018, March). The Effect of Deflector Angle in Savonius Water Turbine with Horizontal Axis on the Power Output of Water Flow in Pipe. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 979, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.
- [6] Ali, M. H. (2013). Experimental comparison study for Savonius wind turbine of two & three blades at low wind speed. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3(5), 2978-2986.
- [7] Sahim, K., Ihtisan, K., Santoso, D., & Sipahutar, R. (2014). Experimental study of Darrieus-Savonius water turbine with deflector: effect of deflector on the performance. *International Journal of Rotating Machinery*, 2014.

- [8] Golecha, K., Eldho, T. I., & Prabhu, S. V. (2011). Influence of the deflector plate on the performance of modified Savonius water turbine. *Applied Energy*, 88(9), 3207-3217.
- [9] Pakpahan, Daniel (2019) Pengaruh deflektor pada unjuk kerja kincir air savonius modifikasi berporos vertikal dua tingkat.
- [10] Riyanto, Yosua Dino (2019) unjuk kerja kincir air savonius vertikal dua tingkat sudu sejajar dalam saluran tertutup.