

## ANALISIS SIMULASI PENGARUH *RATIO OVERLAP* SUDU TERHADAP UNJUK KERJA SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE

Hasnul Khuluqi<sup>1</sup>, Syamsul Hadi<sup>1</sup>, Dominicus Danardono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

e-mail addresses : khuluqi\_hasnul@yahoo.com (Hasnul Khuluqi), [syamsulh\\_st@yahoo.com](mailto:syamsulh_st@yahoo.com) (Syamsul H.)[Danar1405@gmail.com](mailto:Danar1405@gmail.com)(D.Danardono),

### Keywords :

*Overlap Ratio* ,Simulasi, Savonius Turbine, Aspect ratio, Endplate, Torque.

### Abstract :

The rainwater which is harvested and flowed in a 3 inch diameter pipe has potential energy that can be used to generate the turbine generator for producing electricity. This paper was focused on horizontal axis savonius turbine with varied blade overlap ratio in picohydro generator. Savonius turbine is known to utilize the drag force and work efficiently at low velocity. The purpose of this research is to find out optimal torque of savonius water turbine, and flow distribution. The results showed that the flow rate of 11.9 l/s with the overlap variation of 0.3 obtained the maximum torque value of 5,22 Nm.

### PENDAHULUAN

*Drag-type* dan *Lift-type Turbine* sudah banyak dikaji oleh beberapa peneliti turbin. Penelitian *Vertical Axis Water Turbine* (VAWT) yang diaplikasikan untuk menggerakkan *Power Generation* untuk aliran air dalam pipa telah dilakukan. Perbandingan antara *Drag-type Turbine* dan *Lift-type Turbine* yang diaplikasikan pada sebuah (VAWT) telah dilakukan simulasi menggunakan CFD software maupun dengan eksperimen. Hasilnya menunjukkan *Drag-type Turbine* lebih baik dari pada *Lift-type Turbine* [1].

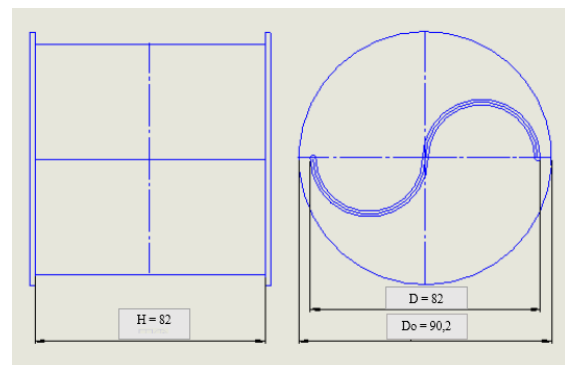
Pengaplikasian turbin Savonius maupun turbin Darieus dalam media air menjadi hal yang baru dalam perkembangan turbin air [1]. Hasil penelitian turbin Savonius yang diaplikasikan ke dalam air mampu menghasilkan efisiensi yang lebih besar dibandingkan dengan turbin Savonius pada media angin [2]. Momentum air yang lebih besar jika dibandingkan dengan angin mengakibatkan potensi daya yang dihasilkan oleh air jauh lebih besar. Selain itu, pemakaian turbin Savonius pada *Vertical Axis Water Turbine* diteliti untuk melihat pengaruh variasi rasio *overlap* sudu [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi aliran fluida, dan mengetahui pengaruh rasio *overlap* sudu terhadap torsi.

### METODOLOGI PENELITIAN

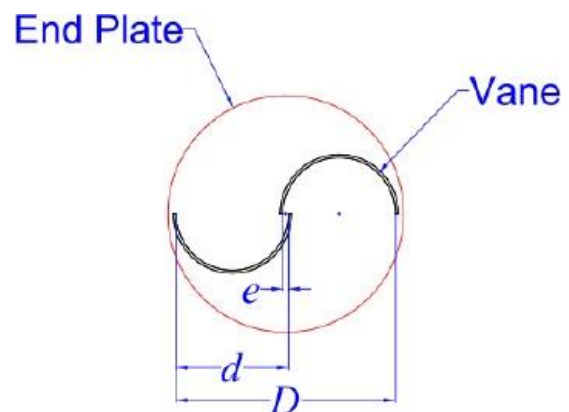
Turbin yang diuji mempunyai dimensi yang mengacu pada jurnal yang telah diteliti sebelumnya. Turbin mempunyai *overlap ratio*  $\beta = e/d$  [3]. Lengkung sudu yang digunakan adalah *semi cylinder* ( $180^\circ$ ), *endplate*  $Do/D = 1,1$  [4], dan *aspect ratio*  $As = H/D = 1$  [5]. Lalu, tebal plat yang digunakan adalah 2 mm.

Dimensi turbin yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



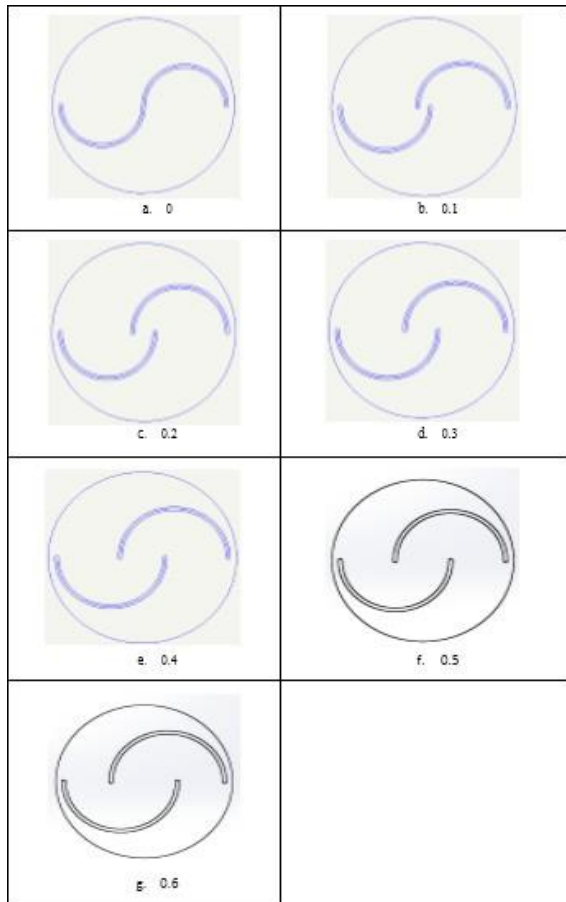
Gambar 1. Dimensi Turbin

#### a. Overlap Ratio



Gambar 2. Overlap ratio

**b. Sampel Turbin**



Gambar 3. Sampel Turbin

**c. SolidWorks**

Simulasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Computational Fluid Design* (CFD) pada SolidWorks 2015. Simulasi dilakukan agar mengetahui kemungkinan desain yang terbaik. Parameter-parameter yang digunakan pada simulasi dapat dilihat pada table 1.

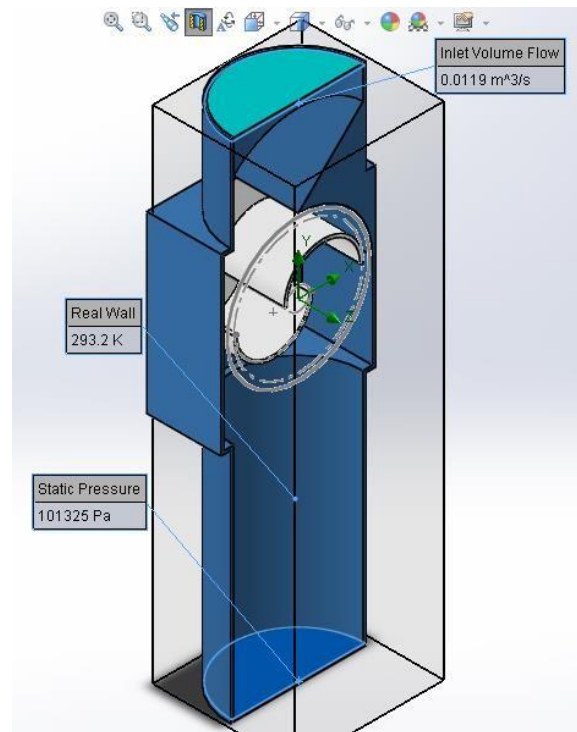
**Tabel 1.** Parameter-parameter

<b>FLUID DOMAIN</b>	
<b>Inlet</b>	
<i>Type Boundary</i>	Inlet
<i>Mass flow rate</i>	11,9 l/s
<b>Outlet</b>	
<i>Type Boundary</i>	Opening
Nilai tekanan	1 atm
<b>SOLID DOMAIN</b>	
Material	ABS

**d. Boundary Conditions**

Simulasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Computational Fluid Design* (CFD) pada SolidWorks 2015. Simulasi dilakukan sebelum pengujian dengan tujuan agar mengetahui kemungkinan desain yang terbaik. Parameter yang

digunakan pada simulasi adalah debit yang mengenai sudu turbin. Debit yang digunakan adalah 11,9 l/s.



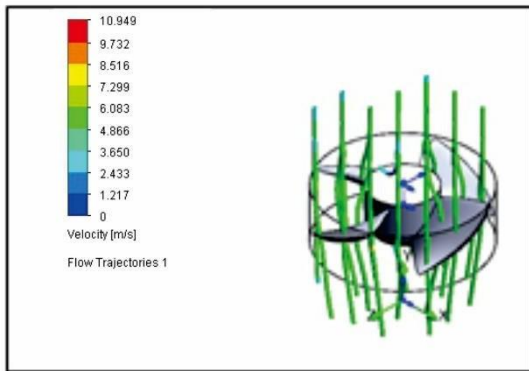
Gambar 4. *Boundary Conditions*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**a. Validasi Simulasi**

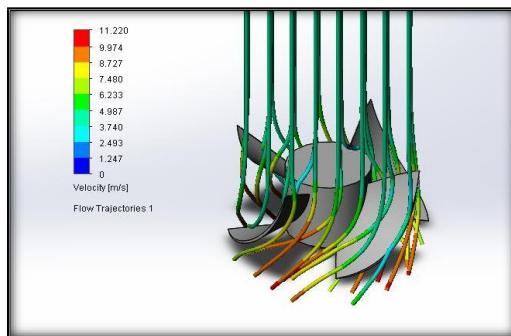
Sebelum melaksanakan proses simulasi, satu hal yang harus diperhatikan dan dilakukan terlebih dahulu adalah melakukan validasi. Validasi dilakukan guna untuk menentukan metode yang paling tepat untuk kita gunakan dalam simulasi tersebut. Parameter yang perlu diperhatikan dalam proses validasi untuk metode simulasi ini adalah aplikasi yang digunakan dan hasil yang didapatkan. Dalam penelitian ini, simulasi akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Flow Simulation Solidworks*, sehingga untuk menentukan validasi tersebut referensi yang digunakan dalam penelitian sebelumnya harus dengan tema dan aplikasi yang sama. Hal tersebut harus diperhatikan guna untuk menjaga keakuratan dari hasil validasi itu sendiri.

Referensi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari penelitian [6]. Dalam penelitian tersebut, [6] menggunakan aplikasi *Flow Simulation Solidworks* guna untuk mengetahui performa turbin propeler yang telah dirancangnya. Parameter yang perlu diperhatikan dalam penelitian tersebut adalah *head* sebesar 1,5 m dan inputan berupa *flow rate* sebesar 1,499 m<sup>3</sup>/s. Hasil yang didapatkan dalam penelitian tersebut berupa distribusi kecepatan turbin sebesar 0 hingga 10,949 m/s.



Gambar 5. Distribusi Kecepatan Turbin Propeler

Dengan mengadopsi desain turbin yang telah ada serta menggunakan parameter *head* dan *volume flow rate* yang sama, proses validasi yang dilakukan adalah dengan melakukan *running* ulang dengan memaksimalkan fasilitas yang terdapat dalam aplikasi *Flow Simulation Solidworks* tersebut. Hasil distribusi kecepatan turbin yang didapatkan adalah sebesar 0 hingga 11,220 m/s. Terdapat sedikit perbedaan antara data validasi dan data percobaan yang didapatkan. Kedua data tersebut akan dituangkan dalam gambar grafik untuk mengetahui selisih perbedaannya.

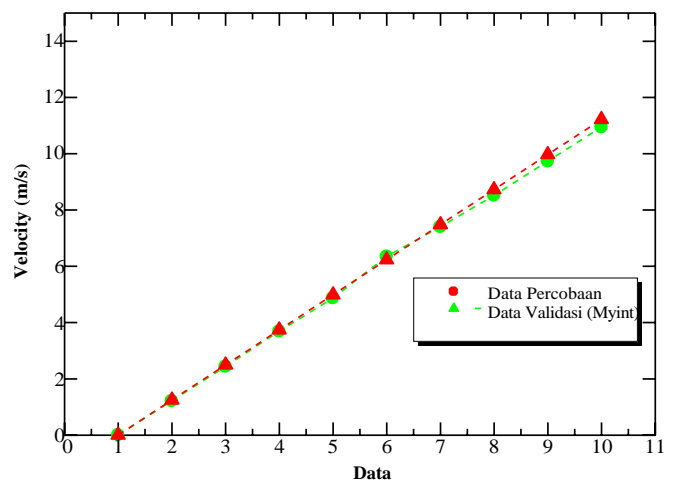


Gambar 6. Distribusi Kecepatan Turbin Propeler Hasil Simulasi *Running* Ulang

Perbedaan yang terjadi antara data validasi dan data percobaan terlihat relatif kecil, hal tersebut dapat dilihat dari nilai distribusi kecepatannya. Nilai data validasi (Myint) berada pada 0 s/d 10,949 m/s, sementara untuk data percobaan berada pada 0 s/d 11,220. Setelah dikalkulasi perbedaan yang terjadi hanya sebesar 2,5 %, sehingga metode yang digunakan dalam simulasi menggunakan aplikasi *Flow Simulation Solidworks* sudah cukup valid [7].

Tabel 2. Nilai Data Validasi dan Data Percobaan

No.	Data Validasi (m/s)	Data Percobaan Simulasi (m/s)
1	0	0
2	1,217	1,247
3	2,433	2,493
4	3,690	3,740
5	4,866	4,987
6	6,347	6,233
7	7,399	7,480
8	8,516	8,727
9	9,732	9,974
10	10,949	11,220



Gambar 7. Grafik Data Validasi dan Data Percobaan [7].

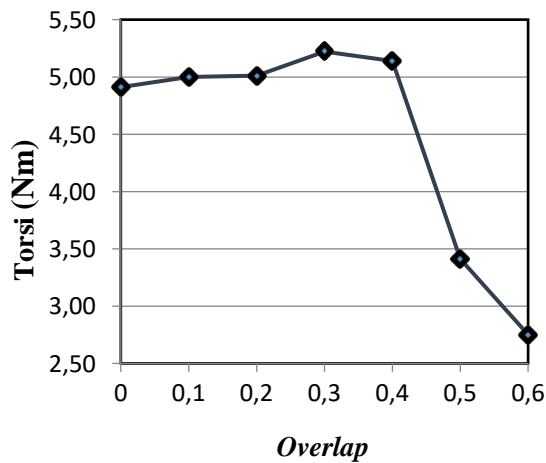
**b. Simulasi**

Setelah desain turbin selesai tahapan selanjutnya adalah pengujian secara studi simulasi dengan menggunakan *Computational Fluid Design* (CFD) pada SolidWorks 2015. Dengan tujuan untuk mengetahui kemungkinan desain yang terbaik dengan variasi rasio *overlap* sudu 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, dan 0,6. Parameter yang digunakan pada simulasi adalah debit yang mengenai sudu turbin yaitu 11, 9 l/s. Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh, kemudian dibuat grafik perbandingan antara rasio *overlap* sudu dengan torsi yang dihasilkan. Hasil nilai torsi pada masing-masing rasio *overlap* sudu dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar grafik 8.

-----  
 -----

Tabel 3. Pengaruh Rasio *Overlap* terhadap Torsi.

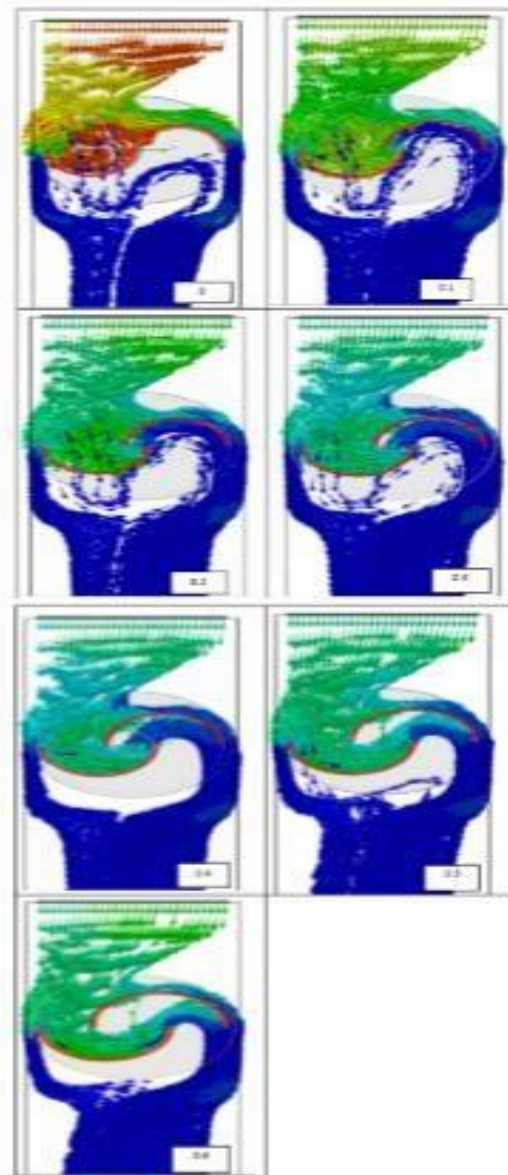
NO	<i>Overlap</i>	Torsi (Nm)
1	0	4,91
2	0,1	5,00
3	0,2	5,01
4	0,3	5,22
5	0,4	5,14
6	0,5	3,41
7	0,6	2,75



Gambar 8. Grafik pengaruh overlap ratio sudu terhadap torsi.

Gambar 8 menunjukkan nilai torsi yang terbaik terjadi pada *overlap* 0,3 dengan nilai torsi 5,22 Nm dikarenakan distribusi aliran fluida pada *overlap* 0,3 sangat baik, pada sudu yang berlawanan arah distribusinya merata mengenai sudu tersebut sehingga sudu yang berlawanan mendapatkan gaya dorong dan menghasilkan torsi yang besar. Lalu pada *overlap* 0,4 mengalami penurunan nilai torsi dengan torsi 5,14 Nm yang nilainya tidak terlampau jauh dari *overlap* 0,3 hal ini dikarenakan sudu yang berlawanan arah menghalangi laju aliran sehingga distribusi aliran terganggu yang menyebabkan nilai torsi berkurang. Pada *overlap* 0,2 dengan nilai torsi 5,01 Nm mengalami penurunan nilai torsi dikarenakan celah di antara kedua sudu terlalu kecil sehingga sudu yang berlawanan arah tidak mendistribusi aliran fluida dengan baik. *Overlap* 0,1 dengan nilai torsi 5,00 Nm mengalami penurunan nilai torsi dikarenakan celah di antara kedua sudu sangat kecil sehingga sudu yang berlawanan arah tidak mendistribusi aliran fluida dengan baik. Kemudian pada *overlap* 0 dengan nilai torsi 4,91 Nm, nilai torsinya lebih kecil dari *overlap* 0,1 dikarenakan tidak adanya celah di antara kedua sudu sehingga tidak ada gaya dorong bantuan dari sudu

yang berlawanan yang mengakibatkan nilai torsi pada *overlap* 0 lebih kecil dari *overlap* 0,1. Selain itu bersarnya torsi pada *overlap* 0 dipengaruhi oleh faktor arah fluida yang setelah menumbuk sudu cekung berbalik arah menghambat putaran turbin. Lalu nilai torsi yang paling rendah adalah *overlap* 0,5, dan 0,6 dengan nilai 3,41 Nm dan 2,75 Nm, hal ini dikarenakan sudu yang berlawanan arah menghalangi laju aliran fluida sehingga sudu yang tegak lurus terhadap aliran fluida mengalami penurunan gaya dorong atau gaya hambat, hal ini yang mengakibatkan nilai torsi menjadi turun. Hasil distribusi aliran pada masing-masing rasio *overlap* sudu dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Distribusi Aliran

## KESIMPULAN

Hasil data torsi dan distribusi aliran fluida menyatakan pada variasi *overlap ratio* 0,3 yang paling baik dengan nilai torsi sebesar 5,22 Nm.

## ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didanai oleh Dana Hibah Penelitian PUPT (Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi) Universitas Sebelas Maret, Surakarta

## DAFTAR NOTASI

Do	= Diameter <i>Endplate</i>	[mm]
e	= Celah Sudu	[mm]
D	= Diameter sudu	[mm]
d	= Jari-jari sudu	[mm]
H	= Tinggi sudu	[mm]
g	= Percepatan gravitasi	[m/s <sup>2</sup> ]
Q	= Debit	[m <sup>3</sup> /s]
T	= Torque	[Nm]

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen J, dkk. "A novel vertical axis water turbine for power generation from water pipelines," *Energy*, vol. 54, pp. 184-193, 2013
- [2] Biswas, dkk. "Experimental and computational evaluation of Savonius hydrokinetic turbine for low velocity condition with comparison to Savonius wind turbine at the same input power," *Energy Conversion and Management*, vol. 83, pp. 88-98, 2014.
- [3] Patel, dkk. "Investigation Of Overlap Ratio For Savonius Type Vertical Axis Hydro Turbine," *IJSCE* ISSN: 2231-2307, vol.3, May 2013.
- [4] Wenehenubun F, dkk."An experimental study on the performance of savonius wind turbine related with the number of blades", *2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application*. Vol. 68, pp. 297-304, (ICSEEA-2014).
- [5] M. H. Ali, "Experimental Comparation Study for Savonius Wind Turbine Of two & Three Blades At low Wind Speed," *Int. J. Of Modern Eng. Research (IJMER)*, vol. 3, Issue. 5, Sep – Oct. 2013 pp – 2978 – 2986 ISSN : 2249 – 6645, 2013.
- [6] Myint Y W, Win H H., "Design and Flow Simulation of Runner Blade for Propeller Turbine," *ISSN 2319-8885*, vol. 03, Issue.11 June-2014, pp. 2559-2562, 2014.

- [7] Prasetyo H, dkk., "Simulasi Turbin Air Poros Horizontal Axis Water Turbine Dengan Menggunakan Aplikasi Flow Simulation SolidWorks." *JURNAL MEKANIKA UNS*, Volume-, No. 2, 2016.