

# STUDI NUMERIK PENGARUH RASIO DIAMETER SILINDER PENGANGGU DI DEPAN *RETURNING BLADE* TURBIN ANGIN *SAVONIUS MYRING n=1* DENGAN *FIN*

Achmad Irsyad alauddin<sup>1\*</sup>, Priyo Agus Setiawan<sup>2</sup>, Projek Priyonggo Sumangun L<sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan  
Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

Email: [achmadirsyad@student.ppns.ac.id](mailto:achmadirsyad@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [priyo.as@ppns.ac.id](mailto:priyo.as@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [projek.priyonggo@ppns.ac.id](mailto:projek.priyonggo@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

**Abstract** A previous experimental study showed that additional fin with various diameter in front of returning blade of Savonius wind turbine with myring  $n=1$  could increase its performance. However, flow visualization techniques like velocity contours, velocity Streamline and pressure contours couldn't be seen. Therefore this research utilized Computational Fluid Dynamic (CFD) software with 3 dimensional model to visualize its flow and enhance the turbine performance. The study focused on the turbine with myring  $n=1$ . The additional fin diameter and height are 40 cm. The simulations were conducted with different variations of stagger diameter i.e.  $ds/D = 0.4$ ;  $ds/D = 0.5$ ;  $ds/D = 0.6$ ;  $ds/D = 0.7$ . The wind speed was 6 m/s. Simulation were carried out to find out the best value of Coefficient of Torque ( $C_t$ ), Coefficient of Power ( $C_p$ ), and also visualize the turbine flow. The best result is in the  $c_p$  value of 0.367 at  $tsr$  0.8. It means that the turbine performance increases 11.59 % compared with no stagger on diameter variation of  $ds/D = 0.4$ .

**Keyword:** Numerical, Myring, Computational Fluid Dynamics (CFD), Savonius wind turbine, fin, Disturbing cylinder.

## Nomenklatur

n	: Putaran turbin (RPM)
v	: Kecepatan angin (m/s)
T	: Torsi turbin (Nm)
Cp	: Coefficient of power
TSR	: Tip speed ratio
Ct	: Coefficient of torque
D	: Diameter turbin (m)
H	: Tinggi turbin (m)
$\rho$	: Massa jenis udara (kg/m <sup>3</sup> )
N	: Jumlah putaran
NTS	: Number of time step
TSS	: Time step size (s)
$\omega$	: Kecepatan sudut turbin (rad/s)
$\theta$	: Derajat waktu langkah putaran

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi Listrik semakin meningkat dengan adanya penambahan jumlah populasi didunia dan pesatnya ilmu pengetahuan. Sehingga pemanfaatan sumber energi yang dapat diperbarui perlu dilakukan, yaitu salah satu energi angin [1].

Alur dari konversi energi yaitu ada dua yang dimulai dari aliran angin menggerakkan rotor atau baling-baling, sehingga rotor berputar searah dengan angin. Putaran tersebut lalu diteruskan ke generator, yang pada akhirnya menghasilkan arus listrik. [2].

Turbin angin sumbu vertikal (VAWT) seperti turbin Savonius memiliki desain yang sederhana dan dapat beroperasi pada kecepatan angin rendah. Berbeda dengan turbin sumbu horizontal, turbin ini memiliki putaran yang lebih

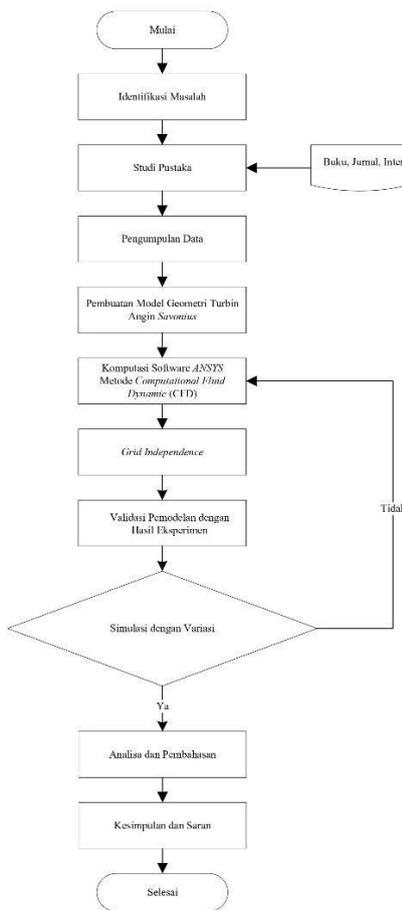
rendah, torsi yang tinggi, serta tidak bergantung pada arah angin [3].

Dalam penelitian sebelumnya, hasil akhir menunjukkan bahwa pada rasio diameter silinder  $ds/D$  0,4 dengan kecepatan angin 6 m/s, nilai  $C_p$  tertinggi mencapai 0,397 dengan  $TSR$  sebesar 0,922. Kinerja ini mengalami peningkatan sebesar 89,80%.[4].

Dapat disimpulkan bahwa penelitian tersebut digunakan dalam acuan pengembangan selanjutnya untuk meningkatkan dan mendapatkan efisiensi serta performansi yang lebih baik dari turbin angin *Savonius*. Simulasi dilakukan menggunakan bantuan *software berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Simulasi tersebut digunakan untuk memperoleh nilai  $C_t$  dan  $C_p$ , serta untuk memvalidasi hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan variasi sudut silinder pengganggu.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Gambar 1 merupakan proses pengerjaan simulasi numerik.



Gambar 1 Diagram alir

### 2.1 Persamaan TSR, Ct, dan Cp

$$TSR = \frac{\omega R}{v} \quad (1)$$

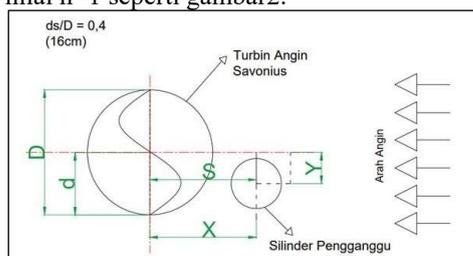
$$Ct = \frac{4T^p}{\rho v^2 D^2 H} \quad (2)$$

$$Cp = TSR \cdot Ct \quad (3)$$

### 2.2 Simulation Metode

#### A. Domain Model

Model turbin angin *Savonius* yang disimulasikan memiliki ukuran yang sama seperti eksperimen yang sudah dilakukan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Berikut ini adalah pengujian turbin angin *Savonius* menggunakan persamaan *Myring* dengan nilai  $n=1$  seperti gambar2.



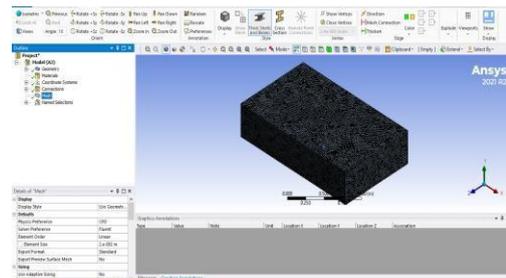
Gambar 2 Skema pengujian 2D

Dimensi turbin yang digunakan dalam simulasi numerik adalah sebagai berikut.

- Diameter turbin (D) : 400 mm
- Diameter sudu turbin (d) : 200 mm
- Tinggi turbin (H) : 400 mm
- Rasio Jarak Silinder : 1,7
- Rasio Diameter silinder : 0,4;0,5;0,6;0,7

#### B. Meshing dan boundary condition

Dalam simulasi seperti Gambar 3, pengaturan *meshing* dilakukan dengan ukuran elemen *size* 0,0175 mm, sehingga area turbin lebih padat dan halus.



Gambar 3 Meshing

### 2.3 Grid Independence

*Grid independence* digunakan untuk mengetahui ukuran *element mesh* yang optimal dalam pembuatan model untuk simulasi. Pendekatan disimulasikan dengan kecepatan angin 6 m/s dan variasi diameter silinder pengganggu sebesar  $ds/D$  0,4 pada TSR 0,71, serta menggunakan tiga variasi ukuran elemen *size*.

Tabel 1 *Grid independence* simulasi

TSR 0,71					
ds/D 0,4					
Mesh	Simulasi		Eksperimen		% Error
	Ct	Cp	Ct	Cp	
0,015	0,477	0,339	0,397	0,559	14,70
0,0175	0,534	0,379	0,397	0,559	4,45
0,02	0,443	0,315	0,397	0,559	20,75

Dari tabel 2 dapat dilihat nilai Cp simulasi yang paling mendekati dengan Cp eksperimen terdapat pada *element size* 0,0175. Sehingga *element size* yang digunakan untuk simulasi berikutnya *element size* 0,0175 m.

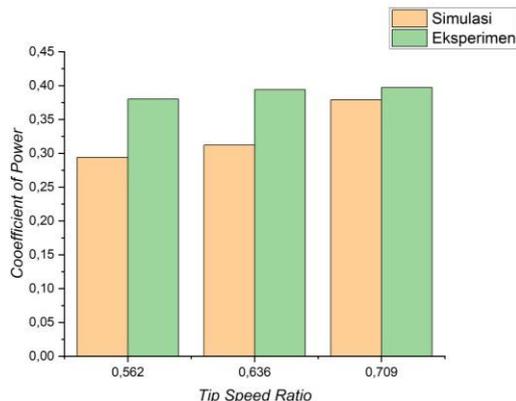
### 2.4 Model Validation

Validasi model dilakukan untuk membandingkan hasil simulasi yang sudah dilakukan apakah nilai Ct dan Cp sudah sesuai dengan hasil eksperimen sebelumnya. Pada Tabel 3, dan Gambar 5 merupakan hasil simulasi dengan bentuk *trendline* antara hasil simulasi dengan eksperimen memiliki bentuk *trendline* yang menyerupai, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil simulasi yang sudah dilakukan hasilnya sesuai. Grafik

perbandingan  $C_t$  dan  $C_p$  terhadap TSR antara simulasi dan hasil eksperimen.

Tabel 2 Validasi model  $C_t$  dan  $C_p$

Mesh 0,0175					
ds/D 0,4					
TSR	Simulasi		Eksperimen		% Error
	$C_t$	$C_p$	$C_t$	$C_p$	
0,562	0,524	0,294	0,675	0,380	22,37
0,636	0,491	0,312	0,620	0,394	20,87
0,709	0,534	0,379	0,559	0,397	4,45



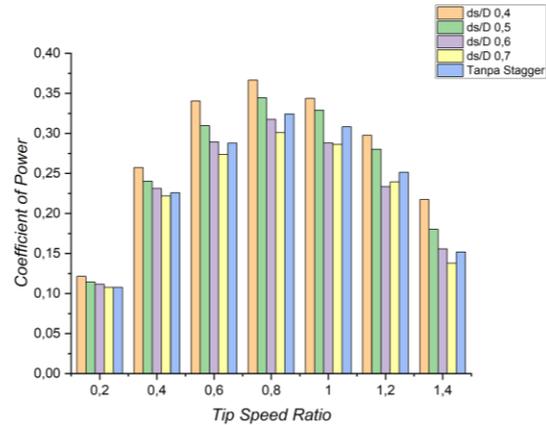
Gambar 4 Grafik validasi  $C_p$

### 3. Result

Pada Tabel 4 dan Gambar 6 merupakan hasil yang diperoleh dari simulasi yang memiliki karakteristik berbeda setiap variasinya. Performa terbaik terjadi pada variasi diameter ds/D 0,4 pada TSR 0,8. Kenaikan sebesar 11,59 % dengan nilai  $C_p$  0,367.

Tabel 3 Hasil nilai  $C_p$

Hasil Nilai Coefficient of Power ( $C_p$ ) Pada Setiap Variasi				
Variasi	TSR	$C_p$	Presentase (%)	Keterangan
Tanpa Silinder	0,8	0,324	-	-
ds/D 0,4	0,8	0,367	11,59	Naik
ds/D 0,5	0,8	0,344	5,85	Naik
ds/D 0,6	0,8	0,318	-2,09	Naik
ds/D 0,7	0,8	0,301	-7,73	Turun



Gambar 5 Grafik  $C_p$  terhadap TSR dengan variasi sudut

### 4. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis yang sudah dilakukan, maka:

1. Hasil dari simulasi yang sudah dilakukan memiliki nilai yang hampir sama dengan eksperimen. Hal ini dapat dibuktikan dengan bentuk *trendline* pada grafik  $C_t$  dan  $C_p$  terhadap TSR.
2. Hasil dari simulasi numerik menunjukkan bahwa menggunakan silinder pengganggu pada simulasi memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan turbin yang tidak menggunakan silinder pengganggu.
3. Performa terbaik terjadi pada variasi rasio diameter ds/D 0,4 pada TSR 0,8. Kenaikan sebesar 11,59 % dengan nilai  $C_p$  0,367.

### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

1. Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik
2. Orang tua yang telah membesarkan penulis, membiayai sekolah penulis, selalu memberikan banyak nasehat, semangat, doa, kasih sayang, dan meteri yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu.
3. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Projek Priyonggo Sumangun L ST., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.
5. Teman – teman seperjuangan kelas D4 ME A 2020 terutama untuk tim *Savonius* yang menjadi keluarga dan saling

mendukung selama kuliah dan pengerjaan penelitian ini.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Dewita, “Jurnal Material dan Energi Indonesia Pemerintah Indonesia berencana untuk memasang Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ( PLTB ) Sementara survey dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional ( LAPAN ) melakukan rendahnya distribusi kecepatan angin di Indones,” p. 17, 2015.
- [2] M. N. Habibie, A. Sasmito, and R. Kurniawan, “Study of Wind Energy Potency in Sulawesi and Maluku,” *Meteorol. Dan Geofis.*, vol. 12, no. 2, pp. 181–187, 2011.
- [3] J. Sargolzaei and A. Kianifar, “Modeling and simulation of wind turbine Savonius rotors using artificial neural networks for estimation of the power ratio and torque,” *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 17, no. 7, pp. 1290–1298, 2009, doi: 10.1016/j.simpat.2009.05.003.
- [4] M. J. Safii, *KAJIAN EKSPERIMEN PENGARUH RASIO DIAMETER SILINDER DI DEPAN RETURNING BLADE TURBIN ANGIN*. 2023.