

## PENGARUH PENAMBAHAN *NOZZLE GUIDE VANE* PADA ROTOR SAVONIUS MODIFIKASI UNTUK TURBIN AIR

<sup>(1)</sup>Rendi, <sup>(2)</sup>Budi Hartadi

<sup>(1)(2)</sup>Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB  
Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin  
Email: *rendi.teknikmesin@gmail.com*, *akbar\_mitrajaya@yahoo.com*

### ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi tenaga air yang cukup besar tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal. Pengembangan turbin air arus sungai memiliki kendala karena di Indonesia kecepatan air sungai relatif lambat. Turbin arus sungai yang cocok dikembangkan untuk aliran lambat adalah turbin air rotor Savonius. Tetapi turbin air rotor Savonius memiliki kinerja yang buruk karena ada beberapa posisi arah angular rotor yang memiliki torsi statik negatif. Untuk meningkatkan kinerja turbin air rotor Savonius diusulkan penambahan nozel guide vane. Karena dengan adanya nozel guide vane menundukkan aliran air sungai dapat diarahkan langsung ke sudu turbin sehingga runner berputar secara maksimal. Dalam kajian ini, analisa dilakukan dengan metode eksperimen dan simulasi, kemudian hasilnya dibandingkan dengan turbin tanpa menggunakan nozel guide vane. Koefisien daya dan koefisien torsi di evaluasi pada jumlah sudu 2 sudu 3 dan sudu 4. Dari analisa tersebut diperoleh bahwa rotor Savonius dengan penambahan nozel guide vane lebih baik dalam koefisien daya dan koefisien torsi. Koefisien daya tertinggi ada pada rotor dengan jumlah sudu 3 yaitu  $C_p = 0.39$ . Pola aliran air di dalam nozel guide vane bervariasi, kecepatan aliran air diluar nozel guide vane lebih cepat dibandingkan di dalam nozel guide vane. Pada sisi cembung sudu terjadi penurunan kecepatan air yang disebabkan terhalangnya arus air oleh nozel guide vane. Distribusi tekanan juga bervariasi dengan adanya nozel guide vane dapat meningkatkan energi tekanan aliran.

**Kata Kunci** : *Turbin Air Rotor Savonius, nozel guide vane, Koefisien Daya, Koefisien Torsi*

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi tenaga air yang cukup besar. (Anam, Asrul 2016), (Kurniawan, 2014). Potensi tenaga air di Indonesia sekitar 70.000 Mega Watt, tetapi yang sudah dimanfaatkan sekitar 3.529 Mega Watt. (Alfen Stell 2018).

Pemanfaatan tenaga air pada dasarnya adalah memanfaatkan energi potensial gravitasi (Purnama, Hantoro and Nugroho, 2013). Selain memanfaatkan energi potensial gravitasi, tenaga air juga dapat dimanfaatkan metode memanfaatkan kecepatan aliran air. (energi kinetik) (Mulkan, dkk. 2012.).

Turbin yang bekerja memanfaatkan kecepatan aliran air disebut turbin arus sungai atau turbin hidrokinetik. (Pietersz, Richard, Rudy Soenoko, S. W. 2013) turbin ini sangat cocok dikembangkan di wilayah Indonesia terutama di wilayah-wilayah pedesaan yang jauh dari jangkauan listrik tetapi memiliki potensi aliran air (Kailash, Golecha dkk. 2012). Teknologi turbin arus air relatif baru dibandingkan dengan sistem tenaga air lainnya. (Nurafi, Lutfi. dkk. 2012). Pengembangan turbin arus air di Indonesia mempunyai kelemahan yaitu kecepatan air yang ada di Indonesia relatif kecil. (Mulkan, dkk.

2012.) oleh karena itu untuk memenuhi daya yang sesuai maka perlu dilakukan rekayasa terhadap turbin arus sungai. Turbin arus sungai yang biasa digunakan adalah turbin Savonius, turbin helik, dan turbin darius. (Kailash, Golecha dkk. 2012). Tetapi turbin savonius lebih dominan karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan turbin lain yaitu : konstruksi yang sederhana, mudah dibuat dan bisa beroperasi di semua wilayah asalkan ada aliran sungai.(Mabrouki, Driss and Abid, 2014), & (Hayashi, Li And Hara, 2005). Konsep rotor savonius didasarkan pada sebuah perinsif yang dikembangkan pada tahun 1929 oleh Flettner Savonius. (Sahim, K., Santoso, D. and Radentan, A. 2013). Dari sudut pandang kinerja, turbin air rotor savonius masih memiliki kinerja yang rendah (Damak, Driss and Abid, 2013), (Purnama, Hantoro and Nugroho, 2013) & (Wahyudi, B. *et al.* 2013). disebabkan karena ada beberapa posisi arah angular rotor yang memiliki torsi statik negatif (Ariyadi, M.H 2011) & (Rendi, 2017)

Kinerja turbin air rotor Savonius perlu diperbaiki karena apabila kinerjanya sudah baik maka turbin ini sangat memungkinkan dipasang di seluruh wilayah indonesia sebagai pembangkit listrik skala mikro yang ramah lingkungan sesuai dengan konsep green energy .(Nurafi, Lutfi. dkk.2012). Banyak peneliti melakukan eksperimen dan simulasi untuk memperbaiki kinerja turbin air rotor Savonius seperti menambahkan pelindung plat didekat rotor (Kailash Golecha, T.I. (2011), mengoptimasi desain sudu dengan metode TBS Konvergen (B. Wahyudi, 2013), menggabungkan rotor savonius dengan rotor darius . (Kaprawi Sahim, 2013), menambahkan dua deflektor didekat rotor (Golecha Kailash, 2012) dan (Rendi, 2017), menambahkan guide vane di sekeliling rotor (Budi Sugiharto, 2016), menambahkan pemandu arah

aliran (Purnama, Hantoro and Nugroho, 2013)

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan mampu meningkatkan kinerja turbin tetapi belum maksimal. Penambahan nozel Guide Vane diharapkan menjadi solusi untuk memperbaiki kinerjanya. Karena dengan adanya nozel guide vane menundukkan aliran air sungai dapat diarahkan langsung ke sudu turbin sehingga runner berputar secara maksimal. Tetapi penambahan nozel guide vane juga akan memperlambat kecepatan aliran air yang masuk ke turbin karena adanya konsep lapisan batas. Hal ini menjadi sangat menarik untuk diteliti karena selain belum ada yang meneliti masalah ini cukup aktual dan sesuai dengan bidang ilmu pengetahuan yang peneliti miliki serta sesuai dengan mata kuliah mekanika Fluida yang peneliti pegang. Oleh sebab itu pertanyaan yang ingin dijawab adalah seberapa besar pengaruh penambahan nozel guide vane yang dipasang pada turbin air rotor savonius terhadap peningkatannya kinerja turbin

**METODE PENELITIAN**

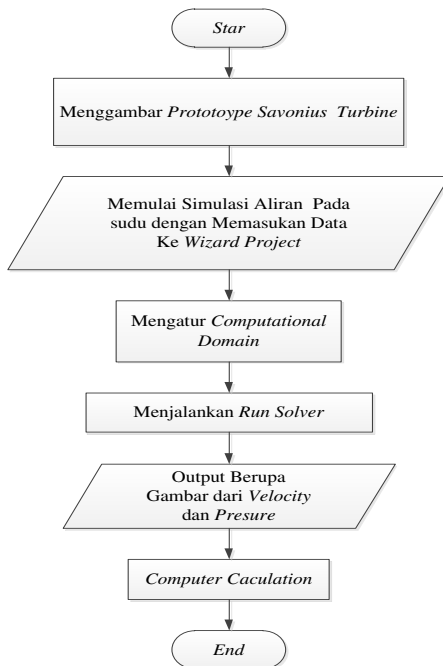
Turbin air rotor Savonius dibuat berbahan dasar akrilik dengan tebal 3 mm dan 2 mm, tinggi sudu dibuat 23 cm, diameter sudu 20 cm, overlap 2.5 cm. Sedangkan nozel guide vane dibuat berbahan dasar akrilik tebal 2 mm, tinggi nozel guide vane dibuat 23 cm lebar 6 cm dan jenis guide vane adalah omnidirectional.

Analisa menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak berpola Faktorial dan simulasi CFD dengan *software* SWFS.

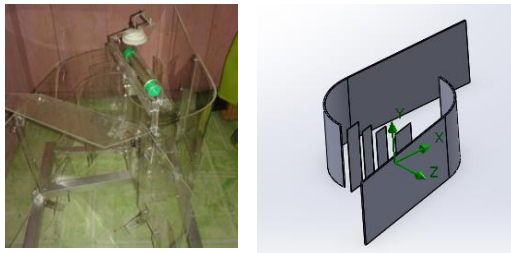
Tabel 1. Faktor Percobaan

Variabel/Faktor	Level Faktor		
	Level 1	Level 2	Level 3
Jumlah Sudu	2	3	4
Penggunaan Nozel Guide Vane	Tidak	Ya	

Kecepatan Aliran (m/s)	0,6		
------------------------	-----	--	--



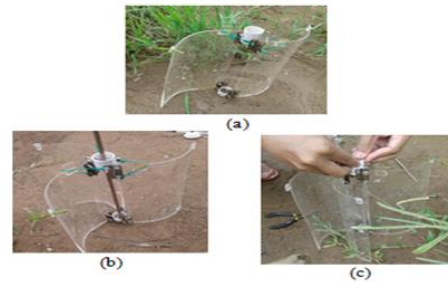
Gambar 2. Alur Proses Siulasi



Gambar 2. Turbin Air Rotor Savonius dengan NozelGuide Vane

Tabel 2. Data Percobaan

Sudu	Penggunaan Guide Vane	Kecepatan Air (m/s)	Kecepatan putaran poros (rpm)	Torsi (N/m)
2	tidak	0.6	44.4	0.25
3	tidak	0.6	51	0.3
4	tidak	0.6	42	0.22
2	ya	0.6	48	0.275
3	ya	0.6	56	0.325
4	ya	0.6	44	0.25



Gambar 3. Pengukuran dan Model Sudu  
Kemudian dilakukan perhitungan terhadap koefesien Torsi, dan koefesien Daya

1. Tip Speed Ratio

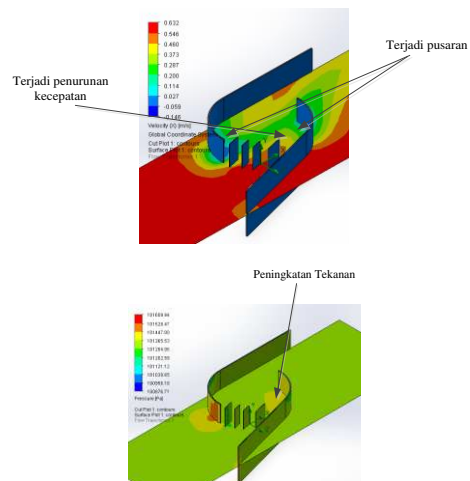
$$\lambda = \frac{\omega D}{2 v}$$

2. Koefesien Torsi

$$C_T = \frac{4 T}{\rho v^2 D^2 H}$$

3. Koedesien Daya

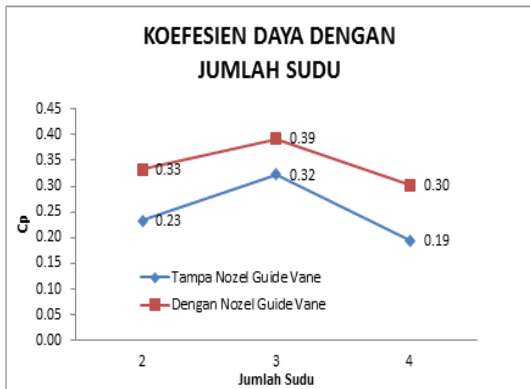
$$C_p = \lambda C_T$$



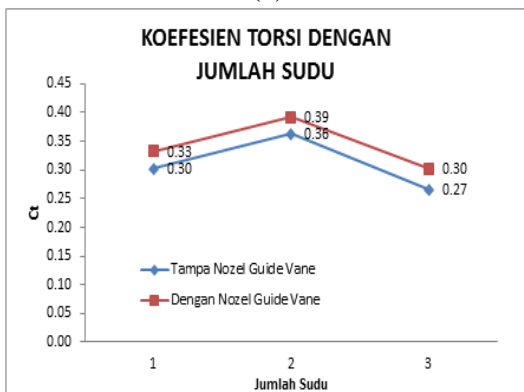
Gambar 4. contruls velocity dan contruls Preasure

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan nozel guide vane terhadap peforma turbin



(a)



(b)

Gambar 4. Variasi (a) Koefisien Daya dan

(b) Koefisien Torsi dengan Jumlah Sudu pada gambar 4. koefisien daya maksimum adalah 0,28, 0,38 dan 0,23 diperoleh pada turbin menggunakan nozel guide vane untuk sudu 2 sudu 3 dan sudu 4. Koefisien daya terendah diperoleh 0.23, 0.33 dan 0,19 ditemukan pada jumlah sudu 2 sudu 3 dan sudu 4 turbin tanpa menggunakan nozel guide vane. Gambar 4 (a) dengan jelas menunjukkan koefisien daya meningkat setelah penggunaan nozel guide vane. Koefisien torsi maksimum diperoleh 0.33, 0.39 dan 0.30 untuk sudu 2, sudu 3 dan sudu 4 turbin menggunakan nozel guide vane. sedangkan koefisien torsi terendah ditemukan pada turbin tidak menggunakan nozel guide vane yaitu 0.30, 0.36 dan 0.27 pada sudu 2, sudu 3 dan sudu 4. Gambar 4 (b) dengan jelas menunjukkan bahwa meningkat setelah penggunaan nozel guide vane.

Pengaruh jumlah sudu terhadap koefisien daya dan koefisien torsi

ditunjukkan pada gambar 4 (a) dan gambar 4 (b). koefisien daya maksimum ditemukan pada jumlah sudu 3 yaitu 0.38 turbin menggunakan nozel guide vane sedangkan terendah ditemukan pada sudu 4 yaitu 0.27 turbin tidak menggunakan nozel guide vane. Sedangkan koefisien torsi maksimum ditemukan pada jumlah sudu 3 yaitu 0.39 turbin menggunakan nozel guide vane sedangkan terendah ditemukan pada sudu 4 yaitu 0.19 turbin tidak menggunakan nozel guide vane. Pada gambar 3 dengan jelas menunjukkan bahwa jumlah sudu mempengaruhi koefisien daya dan koefisien torsi.

Pada gambar 3. (a) . ditemukan bahwa pola aliran air di dalam nozel guide pane bervariasi, variasi itu ditunjukkan oleh perbedaan warna pada hasil simulasi. tingkatan warna menunjukkan besar kecilnya kecepatan aliran air. Jadi dapat dikatakan bahwa kecepatan aliran air diluar nozel guide vane lebih cepat dibandingkan dengan di dalam nozel guide vane hal ini dapat terjadi karena adanya labisan batas. Kemudian terlihat pada bagian pada sisi sebelah kiri terjadi penurunan kecepatan air yang drastis yang disebabkan terhalangnya arus air oleh nozel guide vane tentu hal ini akan membuat tekanan negatif turbin berkurang. Pada gambar 4. (b) ditrmukan bahwa dengan terjadi perubahan tekanan ketika turbin menggunakan nozel guide vane hal itu ditunjukkan dengan tingkatan warna yang terjadi.sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan nozel guide vane dapat meningkatkan energi tekanan aliran.hal ini tentu sangat menguntungkan.

### KESIMPULAN

Kinerja turbin air rotor savonius dengan penambahan nozel guide vane dengan variasi jumlah sudu 2, sudu 3 dan sudu 4 telah di evaluasi dengan metode eksperimen dan simulasi. Kinerja turbin ditentukan dengan nilai Koefisien daya dan koefisien torsi yang

dibandingkan dengan rotor savonius tanpa menggunakan nozel guide vane. pola aliran dan tekanan dianalisa dengan *SWFS versi 2014*. Beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Koefesien daya dan koefesien torsi di evaluasi pada jumlah sudu 2 sudu 3 dan sudu 4 kemudian dibandingkan dengan turbin tidak menggunakan nozel guide vane. Dari perbandingan itu ditemukan bahwa rotor savonius dengan penambahan nozel guide vane lebih baik dalam koefesien daya dan koefesien torsi.
2. Dari perbandingan antara rotor savonius jumlah sudu 2 sudu 3 dan sudu 4 ditemukan bahwa koefesien daya tertinggi ada pada rotor dengan jumlah sudu 3 yaitu  $C_p = 0.39$ . Dibandingkan dengan rotor tanpa penambahan nozel guide vane yaitu  $C_p = 0.33$ . Dengan demikian rotor savonius sudu 3 lebih baik dalam koefesien daya dan koefesien torsi.

pola aliran air di dalam nozel guide pane bervariasi, kecepatan aliran air diluar nozel guide vane lebih cepat dibandingkan di dalam nozel guide vane. Pada sisi cembung sudu terjadi penurunan kecepatan air yang disebabkan terhalangnya arus air oleh nozel guide vane. Distribusi tekanan juga bervariasi dengan adanya nozel guide vane akan dapat meningkatkan energi tekanan aliran.

## REFERENSI

- [1] Anam, A. 2016. “Pengaruh Variasi Ketinggian Aliran Sungai Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Bersudu Mangkok Dengan Sudut Input  $10^\circ$ ”. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENATI)*.2016. Malang. Inonesia. Hal.37-42.
- [2] Alfen Stell 2018, “Potensi Tenaga Air di Indonesia.
- [3] Kailash, G., Eldho, T. I. and Prabhu, S. V. (2012) ‘Performance study of modified savonius water turbine with two deflector plates’, *International Journal of Rotating Machinery*, 2012. doi: 10.1155/2012/679247
- [4] Kurniawan, I. (2014) ‘Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Air Helikal Gorlov Untuk Twist Angle  $60^\circ$ ’, *Jurnal Teknobiologi*, 5(1), pp. 7–13.
- [5] Purnama, A. C., Hantoro, R. and Nugroho, G. (2013) ‘Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran’, *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), pp. B278–B282.
- [6] Mulkan, I., Hantoro, R. and Nugroho, G. (2012) ‘Analisa Performansi Turbin Arus Sungai Vertikal Aksis Terhadap Penambahan Variasi Panjang’, *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), Pp. 1–5.
- [7] Pietersz, Richard , Rudy Soenoko, S. W. (2013) ‘Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap’, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(2), pp. 93–100.
- [8] Nurafi, Lutfi. dkk.2012.”Rancang Bangun Power Contrl System Pada Turbin Vertikal Aksis Arus Sungai Tie Darius Menggunakan Generator” *Jurnal Teknik ITS*. 1 (1), pp.1-6
- [9] Mabrouki, I., Driss, Z. and Abid, M. S. (2014b) ‘Performance Analysis of a Water Savonius Rotor: Effect of the Internal Overlap’, *Sustainable Energy*, 2(4), pp. 121–125. doi: 10.12691/rse-2-4-1.
- [10] Hayashi, T., Li, Y. And Hara, Y. (2005) ‘Wind Tunnel

- Tests on a Different Phase Three-Stage Savonius Rotor’, *JSME International Journal Series B*, 48(1), pp. 9–16. doi: 10.1299/jsmeb.48.9.
- [11] Sahim, K., Santoso, D. and Radentan, A. (2013) ‘Performance of combined water turbine with semielliptic section of the savonius rotor’, *International Journal of Rotating Machinery*, 2013. doi: 10.1155/2013/985943.
- [12] Damak, A., Driss, Z. and Abid, M. S. (2013) ‘Experimental investigation of helical Savonius rotor with a twist of 180°’, *Renewable Energy*. Elsevier Ltd, 52(April), pp. 136–142. doi: 10.1016/j.renene.2012.10.043.
- [13] Wahyudi, B. *et al.* (2013) ‘A Simulation Study of Flow and Pressure Distribution Patterns in and around of Tandem Blade Rotor of Savonius (TBS) Hydrokinetic Turbine Model’, *Journal of Clean Energy Technologies*, 1(4), pp. 286–291. doi: 10.7763/JOCET.2013.V1.65.
- [14] Rendi.2017 “Analisa Distribusi Tekanan dan Aliran Dusekitar Rotor Savonius Water Turbine” Jurnal Teknik Mesin Uniska Vol 2 No 02
- [15] Sugiarto, Budi. 206. Peformancces Of Savonius Rotor With Addition Duide Vane” Jurnal Ibternasional Of Renewaber Eenegy Research 6(4), pp. 1336-1341