

## Penambahan Lingkaran Pelindung Pada Turbin Air Rotor Savonius

Rendi dan Firda Herlina

Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan

Email : <sup>1</sup>rendi.teknikmesin@gmail.com <sup>2</sup>tanyafirda@gmail.com

### ABSTRAK

Turbin air savonius memiliki komponen utama yaitu sudu, bagian cekung sudu memiliki kerja positif dan bagian cembung sudu memiliki kerja negatif. Profil cekung pada advancing blade sebagai penangkap aliran dan profil cembung pada returning blade sebagai pemantul aliran sehingga terdapat selisih torsi. Semakin besar selisih torsi semakin baik kinerja turbin. Cara untuk memperbesar selisih torsi ini adalah dengan memperbesar gaya drag. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan selisih torsi dengan menambahkan lingkaran pelindung di belakang sudu advancing blade. Penelitian ini menggunakan software Solidwork untuk mendesain turbin dan software Ansys CFX 19.2 untuk menganalisa torsi. Berdasarkan hasil analisa penambahan lingkaran pelindung dapat meningkatkan selisih torsi. Nilai torsi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu sebesar 46.524 N.m, Nilai daya terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm sebesar 182 Watt dan Nilai efisiensi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm sebesar 50% Turbin. Penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu merupakan geometri turbin yang paling optimal untuk digunakan pada pembangkit listrik arus air khususnya di sungai beraliran lambat.

**Kata kunci :** *Turbin Savonius, Lingkaran pelindung, torsi, advancing blade*

### ABSTRACT

*The savonius water turbine has a main component, which is blade, the concave portion has a positive work and the convex blade has a negative work. Concave profiles in advancing blade as flow catchers and convex profiles on the returning blade as reflecting flow so that there is a difference in torque. The greater the torque difference the better the turbine performance. The way to enlarge this torque difference is by enlarging the drag force. This study aims to increase the difference in torque by adding a protective circle behind the blade advancing blade. This research uses Solidwork software to design turbines and Ansys CFX 19.2 software to analyze torque. Based on the analysis results, the addition of a protective circle can increase the difference in torque. The largest torque value is owned by the turbine with the addition of a protective circle 10 mm from the blade of 46,524 Nm, the largest power value is owned by the turbine with the addition of a protective circle 10 mm by 182 Watts and the greatest efficiency value is owned by the turbine with the addition of a protective circle 10 mm 50% turbine. The addition of a protective circle 10 mm away from the blade is the most optimal turbine geometry for use in water flow power plants, especially in slow-flow rivers.*

**Keywords:** *Savonius turbine, protective circle, torque, blade advancing*

## PENDAHULUAN

Turbin air rotor Savonius adalah salah satu turbin air yang banyak dikembangkan untuk turbin arus sungai alasannya karena memiliki kelebihan di bandingkan dengan turbin arus sungai lain diantaranya: konstruksi turbin sederhana, torsi turbin besar dan turbin bisa beroperasi di aliran lambat. (Damak, Driss and Abid, 2013), (Ariyadi, M.H 2011). Kelebihan ini mendukung turbin ini dikembangkan di wilayah-wilayah Indonesia khususnya di Kalimantan Selatan yang banyak memiliki aliran sungai berarus lambat.

Salah satu objek sungai yang menjadi kajian dalam pengujian turbin air adalah sungai kembang Banjar Baru Pintab Kabupaten Balangan. Berdasarkan data lapangan kedua sungai ini memiliki kecepatan aliran antara 0.5 m/s sampai 2 m/s. tergantung titik lokasi pengujian.

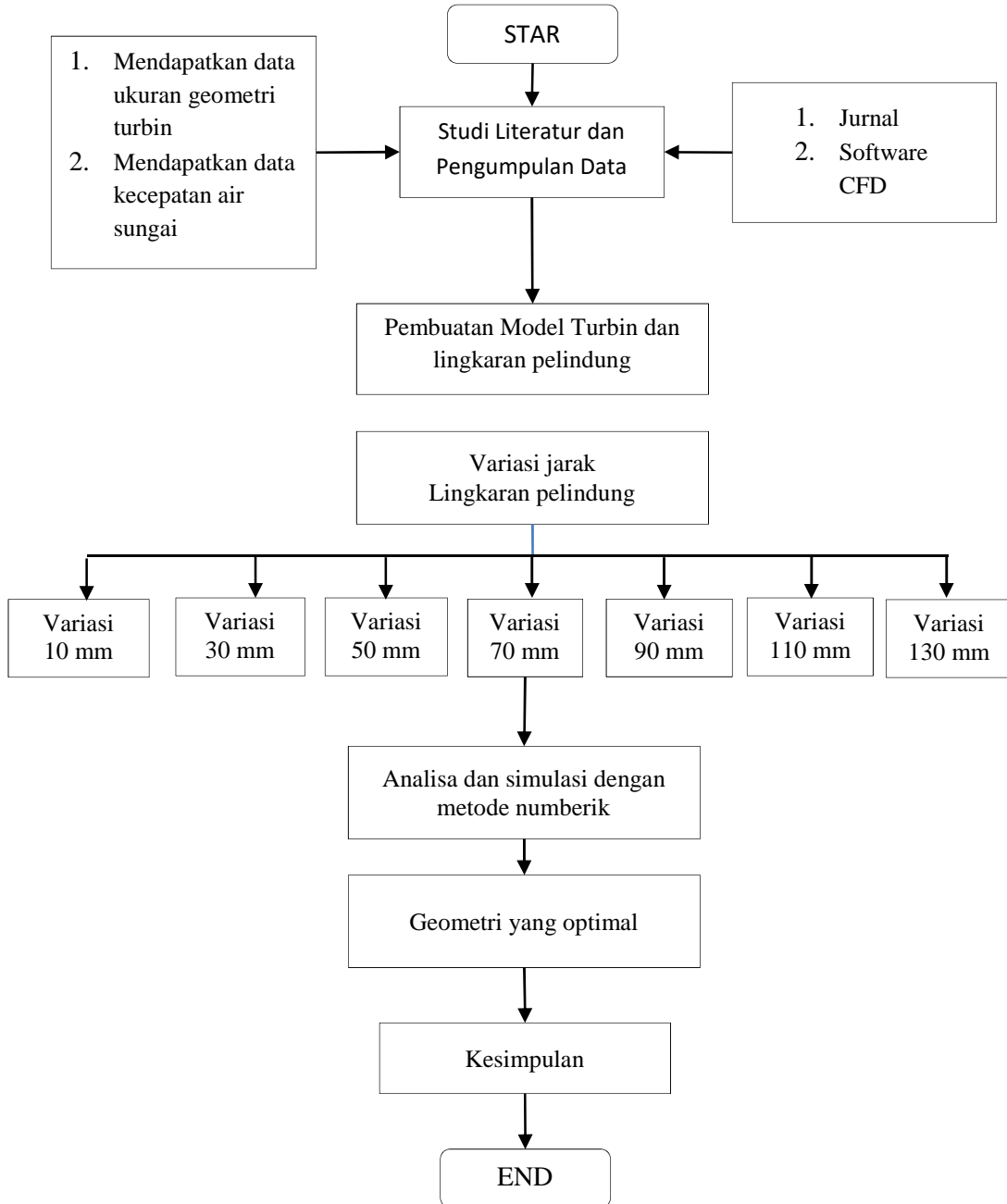
Turbin air savonius memiliki komponen utama yaitu sudu. Sudu. Secara umum sudu bisa berjumlah dua buah sudu, tiga buah sudu, empat buah sudu dan bersudu banyak. Sudu memiliki peranan utama dalam menghasilkan tenaga turbin karena secara umum turbin air rotor savonius memiliki prinsip kerja mengubah energi air menjadi energi kinetik rotasi melalui sudu.

Ilustrasi gambar 1. dapat dikatakan bahwa bagian cekung sudu memiliki kerja positif dan bagian cembung sudu memiliki kerja negatif. Dapat dikatakan juga memiliki dua tipe sudu yaitu *advancing blade* yang berbentuk cekung dan *returning blade* yang berbentuk cembung. Profil cekung pada *advancing blade* ini seakan berfungsi sebagai “penangkap” aliran air dan profil cembung pada *returning blade* ini berfungsi sebagai pemantul aliran kearah sekitarnya. Sehingga Terdapat torsi positif dan torsi negatif, yang menimbulkan selisih torsi. Semakin besar selisih torsi maka semakin baik kinerja turbin.

Adapun cara untuk memperbesar selisih torsi ini adalah dengan memperbesar gaya drag pada *advancing blade*. Sehingga torsi yang memutar rotor turbin Savonius akan semakin besar. Salah satu caranya adalah dengan menambahkan pelindung plat di depan sudu turbin seperti yang diteliti oleh Shouichiro Iio (2011) dan Golecha Kailash (2012). Tetapi kinerja turbin masih belum maksimal.

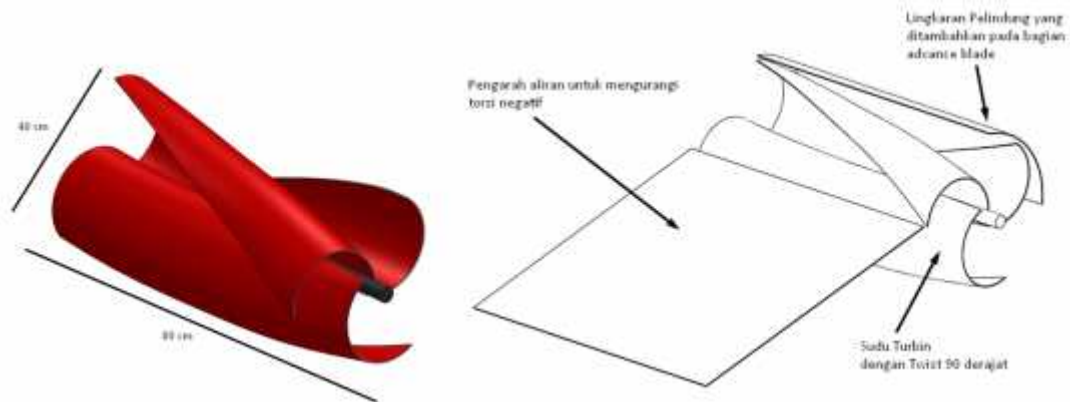
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan gaya drak pada *advancing blade* dengan cara menambahkan lingkaran pelindung pada bagian *advancing blade*.



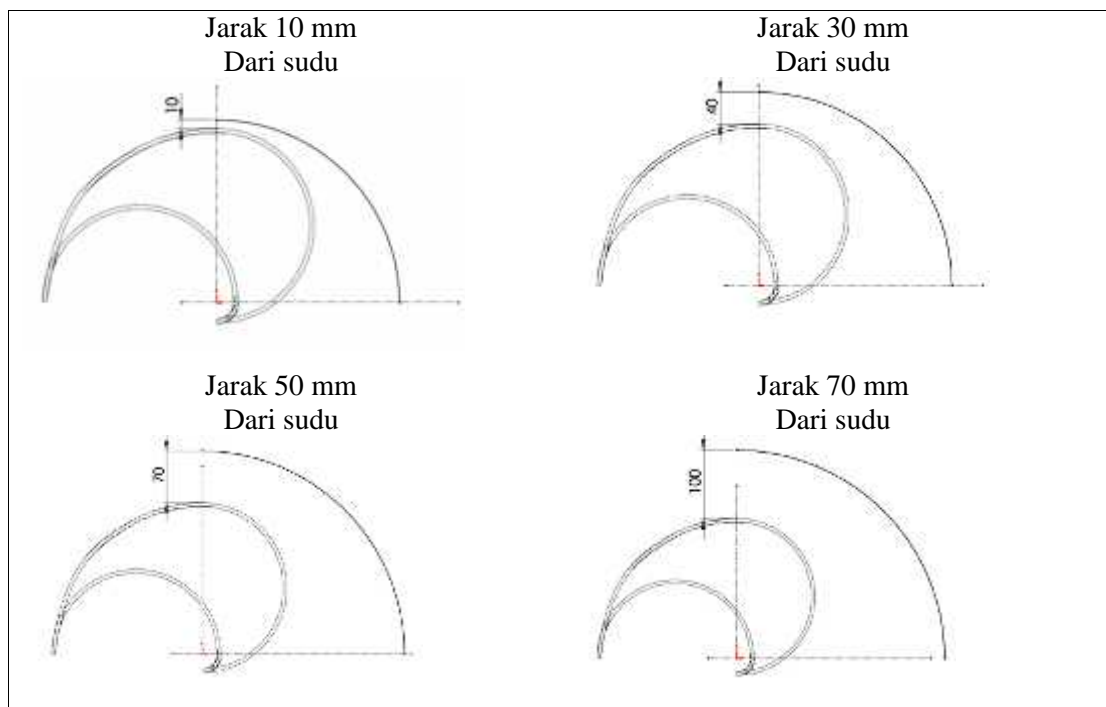
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## Geometri Turbin



Gambar 2 Geometri turbin

Perancangan turbin menggunakan software solidworks versi 2013 yang kemudian di export kedalam bentuk format ACIS (\*.sat) untuk dilakukan meshing di software *ICEM CFD*



Gambar 3 variasi jarak lingkaran lelung

Pengujian turbin dilakukan dengan cara memberikan aliran fluida ke semua sudu turbin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil perhitungan force dengan menggunakan metode numberik (metode simulasi CFD)

Tabel 1 Hasil perhitungan gaya dengan menggunakan metode numberik

| No | Jarak lingkaran pelindung<br>Dari sudu (mm) | Kecepatan<br>Intel (m/s) | Gaya (N) |
|----|---|--------------------------|----------|
| 1  | 10 mm                                       | 0.5 m/s                  | 25.486   |
|    |   | 1 m/s                    | 100.191  |
|    |   | 1.5 m/s                  | 232.62   |
| 2  | 30 mm                                       | 0.5 m/s                  | 25.41    |
|    |   | 1 m/s                    | 99.1     |
|    |   | 1.5 m/s                  | 222.33   |
| 3  | 50 mm                                       | 0.5 m/s                  | 24.31    |
|    |   | 1 m/s                    | 95       |
|    |   | 1.5 m/s                  | 212      |
| 4  | 70 mm                                       | 0.5 m/s                  | 23.67    |
|    |   | 1 m/s                    | 92.43    |
|    |   | 1.5 m/s                  | 210.54   |
| 5  | 90 mm                                       | 0.5 m/s                  | 23.2     |
|    |   | 1 m/s                    | 90.23    |
|    |   | 1.5 m/s                  | 200.23   |
| 6  | 110 mm                                      | 0.5 m/s                  | 20.34    |
|    |   | 1 m/s                    | 85.67    |
|    |   | 1.5 m/s                  | 180.97   |
| 7  | 130 mm                                      | 0.5 m/s                  | 15.67    |
|    |   | 1 m/s                    | 80.53    |
|    |   | 1.5 m/s                  | 176.4    |

Berdasarkan tabel 1 nilai Gaya tertinggi dimiliki turbin dengan ukuran jarak lingkaran pelindung dari sudu 10 mm sebesar 232,65 N.

Tabel 2 Perhitungan gaya dan torsi turbin

| No | Jarak Lingkaran Pelindung dari Sudu (mm) | Kecepatan Intel (m/s) | Gaya (N) | Torsi (N.m) |
|----|--|-----------------------|----------|-------------|
| 1  | 10 mm                                    | 0.5 m/s               | 25.486   | 5.0972      |
|    |  | 1 m/s                 | 100.191  | 20.0382     |
|    |  | 1.5 m/s               | 232.62   | 46.524      |
| 2  | 30 mm                                    | 0.5 m/s               | 25.41    | 5.082       |
|    |  | 1 m/s                 | 99.1     | 19.82       |
|    |  | 1.5 m/s               | 222.33   | 44.466      |
| 3  | 50 mm                                    | 0.5 m/s               | 24.31    | 4.862       |
|    |  | 1 m/s                 | 95       | 19          |
|    |  | 1.5 m/s               | 212      | 42.4        |
| 4  | 70 mm                                    | 0.5 m/s               | 23.67    | 4.734       |
|    |  | 1 m/s                 | 92.43    | 18.486      |
|    |  | 1.5 m/s               | 210.54   | 42.108      |
| 5  | 90 mm                                    | 0.5 m/s               | 23.2     | 4.64        |
|    |  | 1 m/s                 | 90.23    | 18.046      |
|    |  | 1.5 m/s               | 200.23   | 40.046      |
| 6  | 110 mm                                   | 0.5 m/s               | 20.34    | 4.068       |
|    |  | 1 m/s                 | 85.67    | 17.134      |
|    |  | 1.5 m/s               | 180.97   | 36.194      |
| 7  | 130 mm                                   | 0.5 m/s               | 15.67    | 3.134       |
|    |  | 1 m/s                 | 80.53    | 16.106      |
|    |  | 1.5 m/s               | 176.4    | 35.28       |

Tabel 3 Hasil perhitungan kecepatan sudu turbin

| No | Kecepatan Intel (m/s) | Jari-jari (m) | Tip speed ratio | Kecepatan Sudut (rad/s) |
|----|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------------|
| 1  | 0.5                   | 0.2           | 3.14            | 1.308                   |
| 2  | 1                     | 0.2           | 3.14            | 2.617                   |
| 3  | 1.5                   | 0.2           | 3.14            | 3.925                   |

Tabel 4 Hasil perhitungan daya turbin

| No | Jarak Lingkaran Pelindung dari Sudu (mm) | Kecepatan Intel (m/s) | Torsi (N.m) | kecepatan sudut (rad/s) | daya (watt) |
|----|--|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| 1  | 10 mm                                    | 0.5                   | 5.0972      | 1.308333333             | 6.66883     |
|    |  | 1                     | 20.0382     | 2.616666667             | 52.43       |
|    |  | 1.5                   | 46.524      | 3.925                   | 182.60      |
| 2  | 30 mm                                    | 0.5                   | 5.082       | 1.308333333             | 6.64895     |
|    |  | 1                     | 19.82       | 2.616666667             | 51.86       |
|    |  | 1.5                   | 44.466      | 3.925                   | 174.52      |
| 3  | 50 mm                                    | 0.5                   | 4.862       | 1.308333333             | 6.3611      |
|    |  | 1                     | 19          | 2.616666667             | 49.7166     |
|    |  | 1.5                   | 42.4        | 3.925                   | 166.42      |
| 4  | 70 mm                                    | 0.5                   | 4.734       | 1.308333333             | 6.19365     |
|    |  | 1                     | 18.486      | 2.616666667             | 48.3717     |
|    |  | 1.5                   | 42.108      | 3.925                   | 165.2739    |
| 5  | 90 mm                                    | 0.5                   | 4.64        | 1.308333333             | 6.07066     |
|    |  | 1                     | 18.046      | 2.616666667             | 47.2203     |
|    |  | 1.5                   | 40.046      | 3.925                   | 157.18055   |
| 6  | 110 mm                                   | 0.5                   | 4.068       | 1.308333333             | 5.3223      |
|    |  | 1                     | 17.134      | 2.616666667             | 44.83       |
|    |  | 1.5                   | 36.194      | 3.925                   | 142.06      |
| 7  | 130 mm                                   | 0.5                   | 3.134       | 1.308333333             | 4.100       |
|    |  | 1                     | 16.106      | 2.616666667             | 42.144      |
|    |  | 1.5                   | 35.28       | 3.925                   | 138.474     |

Tabel 5 Perhitungan daya masuk (Ph)

| No | Kecepatan Intel (m/s) | Luas (m <sup>2</sup> ) | Daya masuk (watt) |
|----|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1  | 0.5                   | 0.32                   | 39.96             |
| 2  | 1                     | 0.32                   | 159.84            |
| 3  | 1.5                   | 0.32                   | 359.64            |

Tabel 6 Nilai Efisiensi Turbin pada setiap variasi

| No | Jarak Lingkaran Pelindung dari Sudu (mm) | Kecepatan Intel (m/s) | Daya Turbin (Watt) | Daya Masuk (Watt) | Efisiensi % |
|----|--|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------|
| 1  | 10 mm                                    | 0.5                   | 6.669              | 39.960            | 16.689      |
|    |  | 1                     | 52.433             | 159.840           | 32.804      |
|    |  | 1.5                   | 182.607            | 359.640           | 50.775      |
| 2  | 30 mm                                    | 0.5                   | 6.649              | 39.960            | 16.639      |
|    |  | 1                     | 51.862             | 159.840           | 32.446      |
|    |  | 1.5                   | 174.529            | 359.640           | 48.529      |
| 3  | 50 mm                                    | 0.5                   | 6.361              | 39.960            | 15.919      |
|    |  | 1                     | 49.717             | 159.840           | 31.104      |
|    |  | 1.5                   | 166.420            | 359.640           | 46.274      |
| 4  | 70 mm                                    | 0.5                   | 6.194              | 39.960            | 15.500      |
|    |  | 1                     | 48.372             | 159.840           | 30.263      |
|    |  | 1.5                   | 165.274            | 359.640           | 45.955      |
| 5  | 90 mm                                    | 0.5                   | 6.071              | 39.960            | 15.192      |
|    |  | 1                     | 47.220             | 159.840           | 29.542      |
|    |  | 1.5                   | 157.181            | 359.640           | 43.705      |
| 6  | 110 mm                                   | 0.5                   | 5.322              | 39.960            | 13.319      |
|    |  | 1                     | 44.834             | 159.840           | 28.049      |
|    |  | 1.5                   | 142.061            | 359.640           | 39.501      |
| 7  | 130 mm                                   | 0.5                   | 4.100              | 39.960            | 10.261      |
|    |  | 1                     | 42.144             | 159.840           | 26.366      |
|    |  | 1.5                   | 138.474            | 359.640           | 38.504      |

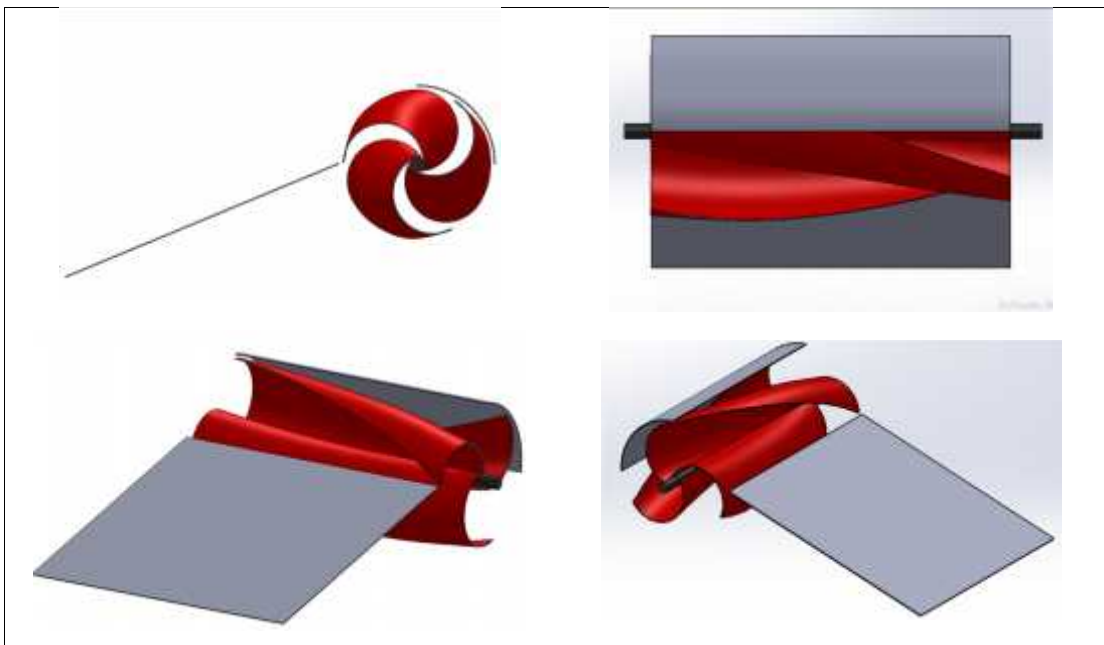
Dari penyajian tabel 1 sampai tabel 6 menunjukkan kinerja turbin sebagaiberikut :

1. Nilai gaya terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu sebesar 232.62 N
2. Nilai torsi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu sebesar 46.524 N.m



3. Nilai daya terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu sebesar 182 Watt
4. Nilai efisiensi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu sebesar 50%

Sehingga menurut hasil analisa pada subbab sebelumnya, turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin merupakan geometri turbin yang paling optimal untuk digunakan pada pembangkit listrik arus air di sungai pintap kabupaten balangan kalimantan selatan.



Gambar 4 Turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan terhadap menambahkan lingkaran pelindung di belakang sudu untuk meningkatkan gaya drak pada *advancing blade* pada turbin air rotor savonius dapat disimpulkan bahwa :

1. Turbin dengan penambahan lingkaran pelindung di belakang sudu dapat meningkatkan gaya drak pada *advancing blade*. Nilai gaya terbesar dimiliki oleh

- turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin sebesar 232.62 N, Nilai torsi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin sebesar 46.524 N.m, Nilai daya terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin sebesar 182 Watt dan Nilai efisiensi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin sebesar 50%
2. Turbin dengan penambahan lingkaran pelindung berjarak 10 mm dari sudu turbin merupakan geometri turbin yang paling optimal untuk digunakan pada pembangkit listrik arus air khususnya di sungai pintap kabupaten balangan kalimantan selatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bhatt, H. and Jani, S. (2014) 'Energy Generation in Water Pipe Lines Savonius Water Turbine Power', *International Journal of Research in Advent Technology*, 2(12), pp. 2321–9637.
- Bhaumik, T. (2010) 'Performance measurement of a two bladed helical Savonius rotor', *Proc. 37th International & 4th National Conference on ...*, 4(1).
- Díaz, A.P. Pajaro and Salas.2015” Computational model of Savonius turbine” *Jurnal Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(3), pp.30-35  
Doi : 10.4067/S0718-33052015000300009
- Golecha, K., Eldho, T. I. and Prabhu, S. V. (2011) 'Influence of the deflector plate on the performance of modified Savonius water turbine', *Applied Energy*, 88(9), pp. 3207–3217. doi: 10.1016/j.apenergy.2011.03.025.
- Iio, S. *et al.* (2011) 'Influence of setting condition on characteristics of Savonius hydraulic turbine with a shield plate', *Journal of Thermal Science*, 20(3), pp. 224–228. doi: 10.1007/s11630-011-0462-9.
- Irsyad, M. (2010) 'Kinerja turbin air tipe darrieus dengan sudu hydrofoil standar naca 6512', *Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), pp. 91–97.
- 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.
- Kamoji, M. A., Kedare, S. B. and Prabhu, S. V. (2009) 'Experimental investigations

- on single stage modified Savonius rotor', *Applied Energy*, 86(7-8), pp. 1064–1073. doi: 10.1016/j.apenergy.2008.09.019.
- Mabrouki, I., Driss, Z. and Abid, M. S. (2014a) 'Experimental Investigation of the Height Effect of Water Savonius Rotors', *International Journal of Mechanics and Applications*, 4(1), pp. 8–12. doi: 10.5923/j.mechanics.20140401.02.
- 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.
- Mohamed, M. H. A. (2011) 'Design optimization of Savonius and Wells turbines', pp. 1–198. Available at: [http://edoc.bibliothek.uni-halle.de/receive/HALCoRe\\_document\\_00010715?lang=de](http://edoc.bibliothek.uni-halle.de/receive/HALCoRe_document_00010715?lang=de).
- Muliawan, A. and Yani, A. (2016) 'Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetik Akibat', *Journal Of Sainstek*, 8(1), Pp. 1–9.
- 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.
- Pietersz, Richard , Rudy Soenoko, S. W. (2013) 'Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(2), pp. 93–100.
- 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.
- 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.
- [Saha](#), U.K & [Rajkumar](#). 2006 "On the performance analysis of Savonius rotor with twisted blades" *Jurnal Renewable Energy* 31(11), pp.1776-1788 [doi.org/10.1016/j.renene.2005.08.030](https://doi.org/10.1016/j.renene.2005.08.030)
- Thakker, H. B. (2016) 'International Journal of Modern Trends in Engineering and Research', *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research*, (2349), pp. 645–652.
- Verma, A. K. and Saini, R. P. (2015) 'Efficiency Measurement Techniques Of Hydro Kinetic Turbines : A Review', *Ichpsd*, Pp. 268–285.
- 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.