



## Pengaruh rasio konsentrasi pada turbin air Savonius

### *Effect of concentration ratios on the Savonius water turbine*

I.B. Alit\*, Y.A. Padang, Mas'ud, R. Sutanto, I G.B. Susana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 081999183088

\*E-mail: alit.ib@unram.ac.id

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

##### Article History:

Received 11 March 2019

Accepted 15 November 2019

Available online 1 April 2020

##### Keywords:

Savonius water turbine

Concentrator ratio

Power coefficient



Irrigation channels have the potential to be used as power plants. Savonius water turbine can be developed because it has a simple construction and is suitable for low speed, according to the characteristics of the irrigation channel. The objectives of the research were to understand the influence of the installation of a concentrator on the performance of a Savonius water turbine. The concentrator can steer the incoming water flow toward the turbine blades that generate positive moments, consequently, the generated power increases. Variations in the concentration ratios studied were 2:1, 3:1, and 4:1. The results show that adding concentrators can increase torque, turbine power, and power coefficient. The best performance of the Savonius water turbine showed is with the concentrator ratio of 3:1.

*Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 10, No. 1 April 2020, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

### 1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan yang memiliki sumber daya yang cukup tinggi adalah energi air. Namun kapasitas yang terpasang dari sumber daya ini masih rendah yaitu 10,81% dari total sumber daya air yang tersedia. Oleh sebab itu, pemanfaatan energi air harus terus ditingkatkan. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Potensi mikrohidro banyak kita jumpai pada aliran sungai ataupun saluran irigasi. Potensi ini belum banyak dimanfaatkan karena memiliki head yang sangat rendah, hanya mengandalkan debit dengan kecepatan aliran yang rendah. Karena kecepatan aliran sungai ataupun irigasi relatif rendah maka perlu upaya penggunaan penggerak yang cocok untuk kondisi tersebut. Turbin Savonius merupakan jenis turbin poros vertikal yang memiliki keuntungan konstruksi sederhana dan cocok untuk kecepatan aliran fluida rendah, Dhote dan Banker (2015). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan performa dari turbin savonius seperti melakukan modifikasi pada sudu turbin. Modifikasi tersebut meliputi pengaruh *overlap ratio*, *blade shape factor*, dan *blade arc angle*. Hasilnya *overlap ratio* 0,0; *blade shape factor* 0,5; dan *blade arc angle* 110° memiliki unjuk kerja yang terbaik, Alit dkk. (2017). Golecha dkk. (2012) telah melakukan penelitian tentang performa turbin air Savonius dengan menambahkan dua plat deflektor, hasil yang diperoleh dengan penambahan dua buah plat deflektor

menaikan nilai  $C_p$  dan TSR yaitu sebesar 0,35 dan 1,08. Purnama dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang turbin poros vertikal tipe Savonius dengan menggunakan pemandu arah aliran. Turbin ini diuji pada aliran sungai dengan dan tanpa penggunaan pemandu arah. Hasilnya penambahan pemandu arah pada turbin Savonius akan meningkatkan kecepatan putaran rotor turbin sebesar 27,28% serta peningkatan daya keluaran dari generator rata-rata sebesar 31,04%. Muliawan dan Yani (2016) telah melakukan penelitian tentang pengaruh putaran runner terhadap daya dan efisiensi turbin air. Penelitian ini menyimpulkan bahwa putaran turbin sangat tergantung dari massa aliran yang menumbuk sudu turbin. Semakin besar debit air maka efisiensi turbin kinetik semakin meningkat dikarenakan adanya penambahan kecepatan aliran dan massa aliran yang menumbuk sudu turbin sehingga gaya tangensial yang dihasilkan meningkat. Gaya tangensial tersebut mempengaruhi besarnya torsi, daya dan efisiensi turbin. Alit dkk (2019), melakukan penelitian tentang pengaruh jumlah sudu dan penambahan konsentrator pada turbin Savonius dan diuji pada aliran irigasi. Jumlah sudu yang digunakan adalah 2, 3, dan 4 sudu. Hasilnya penggunaan jumlah sudu 3 buah menghasilkan daya tertinggi, dan penambahan konsentrator dapat meningkatkan performa turbin. Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan ternyata penambahan plat pengarah maupun konsentrator dapat meningkatkan performa turbin Savonius. Selanjutnya perlu penelitian tentang pengaruh besarnya rasio konsentrasi terhadap efisiensi turbin.

## 2. METODE PENELITIAN

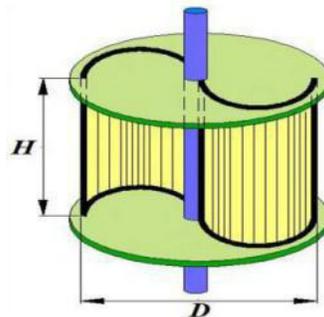
Metode penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu menguji turbin Savonius untuk variasi rasio konsentrasi. Rasio konsentrasi yang diteliti adalah: 2:1, 3:1 dan 4:1. Rasio konsentrasi merupakan perbandingan luasan masuk terhadap luasan keluar konsentrator. Sebagai pembandingan diuji pula turbin air Savonius tanpa tambahan konsentrator. Sudu turbin Savonius dibuat dari pelat galvanis dengan ketebalan 1 mm, dengan tinggi dan diameter sudu sebesar 500 mm. Turbin air Savonius diuji di saluran irigasi Kediri, Pelowok Selatan, Kabupaten Lombok Barat. Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada besarnya head dan debit air. Pada aliran sungai maupun irigasi yang paling berpengaruh terhadap daya air adalah debit aliran air tersebut. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

Bila dinyatakan dalam daya air maka persamaan tersebut dapat diubah menjadi persamaan di bawah (Balineni dkk., 2011)

$$P_{air} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2)$$

Daya air  $P_{air}$  yang diperoleh adalah dari potensi aliran air yang mengalir (watt) dengan  $A$  sebagai luas daerah sapuan rotor ( $m^2$ ),  $\rho$  adalah kerapatan fluida dan  $v$  adalah kecepatan aliran (m/s). Luas daerah sapuan untuk turbin Savonius dapat dihitung dari dimensi rotor sebagai berikut:



Gambar 1. Skematik rotor Savonius

$$A = H/D \quad (3)$$

$A$  merupakan luas sapuan rotor ( $m^2$ ),  $H$  merupakan ketinggian sudu dan  $D$  adalah diameter sudu

Koefisien daya ( $C_p$ ) merupakan perbandingan antara daya rotor dengan daya air, Persamaan koefisien daya sebagai berikut:

$$C_p = \frac{P_{\text{rotor}}}{P_{\text{air}}} = \frac{T(2\pi n/60)}{1/2\rho A v^3} \quad (4)$$

T adalah torsi (Nm) yang diukur berdasarkan beban pengereman pada poros, dan n merupakan putaran rotor (rpm).

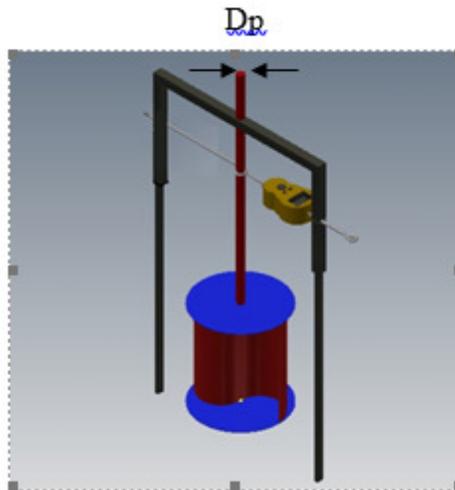
$$T = F r = m g r \quad (5)$$

Dimana F adalah gaya pengereman (N), r adalah jari-jari poros

Efisiensi Sistem merupakan perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan oleh generator dengan daya air. Efisiensi sistem ini menunjukkan kemampuan sistem mengubah energi air menjadi energi listrik. Daya keluaran yang dihasilkan oleh sistem turbin merupakan perkalian daya air dengan efisiensi sistem atau efisiensi peralatan yang ada pada sistem tersebut. Efisiensi sistem meliputi efisiensi rotor ( $E_r$ ), efisiensi transmisi dan efisiensi generator

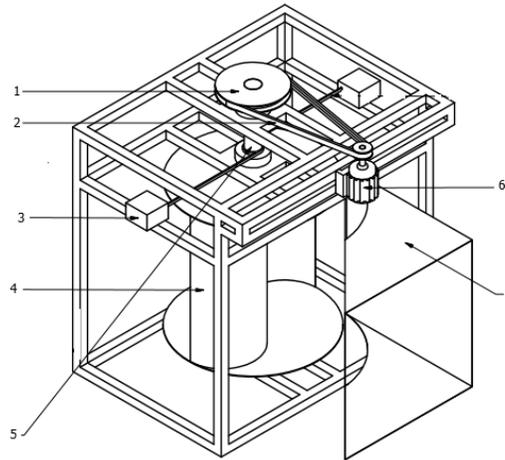
$$\eta_s = \frac{P_L}{P_{\text{air}}} = \frac{V I}{1/2\rho A v^3} \quad (6)$$

$P_L$  adalah daya listrik (watt), V adalah tegangan (volt), dan I adalah arus (ampere) setelah pemberian beban berupa lampu.



Gambar 2. Skema pengukuran torsi

Aliran air mula-mula masuk ke dalam konsentrator dan darahkan ke sudu turbin yang memiliki momen positif. Energi air ini akan memutar sudu, putaran ini selanjutnya ditransmisikan dari poros ke generator menggunakan transmisi sabuk-pulley. Putaran poros dinaikkan 8 kali dan digunakan untuk memutar generator. Generator dihubungkan dengan beban berupa lampu DC agar dapat diukur tegangan dan arus yang dihasilkan. Mula-mula kecepatan aliran air diukur menggunakan *current meter*, putaran rotor diukur menggunakan *digital tachometer*, besarnya gaya pengereman pada poros diukur menggunakan timbangan digital. Arus dan tegangan yang keluar dari generator diukur menggunakan *multitester*.



Gambar 3. Skema apparatus. 1. *pulley*, 2. *V belt*, 3. timbangan digital, 4. sudu Savonius, 5. poros, 6. generator, 7. konsentrator.

Table 1. Alat dan bahan

Nama	Spesifikasi
Turbin Savonius	Galvanis JIS G3302 1 mm tinggi dan diameter 500 mm
<i>Digital current meter</i>	BFM001 <i>Measuring range</i> 0,03 m/s – 10,00 m/s <i>Accuracy</i> +/- 2%
<i>Digital tachometer</i>	DT-2234C <i>resolution</i> 0,1 rpm, <i>accuracy</i> 0,05%
Generator	PMG 165-0.05KW 300 rpm <i>Efficiency</i> : 85%
<i>Digital multimeter</i>	UX-369C <i>accuracy</i> 0,5% <i>DC Voltage</i> : 200mV/2000mV/20V/200V/500V <i>DC Current Range</i> : 2000uA-10A



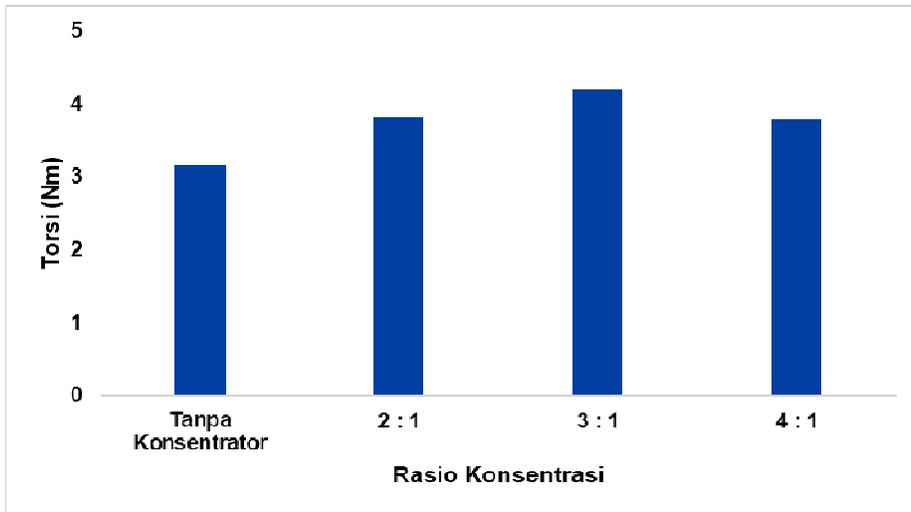
Gambar 4. Pengujian alat

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

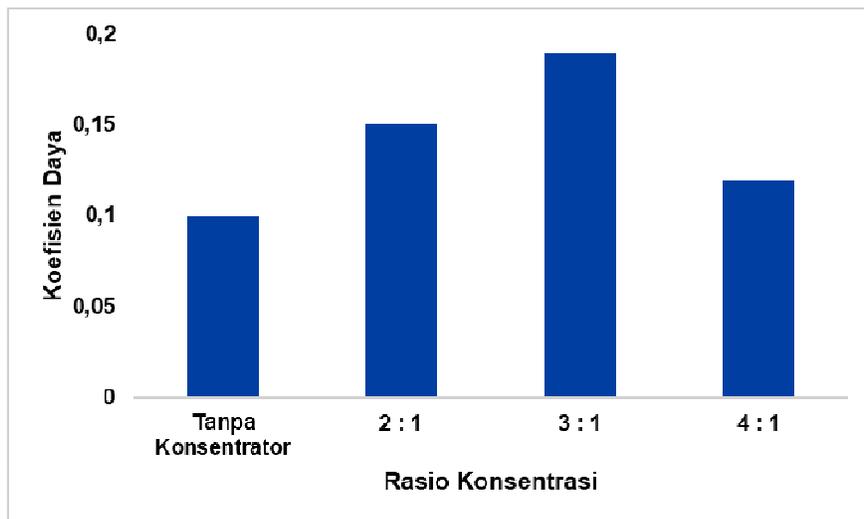
Besarnya kecepatan aliran, gaya pengereman, putaran rotor, tegangan, arus, digunakan untuk menghitung daya air, torsi, koefisien daya dan efisiensi dan selanjutnya ditabelkan dalam tabel 2. Secara umum, penggunaan konsentrator pada semua rasio konsenrasi yang diteliti dapat meningkatkan torsi yang dihasilkan jika dibandingkan dengan turbin savonius tanpa konsentrator. Hal ini karena fungsi konsentrator adalah mengarahkan aliran ke sudu yang menghasilkan momen positif sehingga meniadakan momen negatif pada sudu. Berkurangnya momen negatif pada sudu akan mengakibatkan torsi yang dihasilkan akan meningkat (Altan dan Altigan, 2012). Konsentrator dengan rasio konsentrasi 3:1 menghasilkan torsi tertinggi yaitu 4,21 Nm atau terjadi kenaikan torsi sebesar 34% bila dibandingkan dengan turbin Savonius tanpa konsentrator.

Tabel 2. Hasil pengujian turbin

Rasio konsentrasi	Daya air (watt)	Torsi (Nm)	Daya listrik (watt)	Koefisien daya	Efisiensi sistem
1:1	124,6	3,15	7,74	0,10	0,06
2:1	124,6	3,81	11,61	0,15	0,09
3:1	124,6	4,21	14,5	0,19	0,12
4:1	124,6	3,79	9,4	0,12	0,08

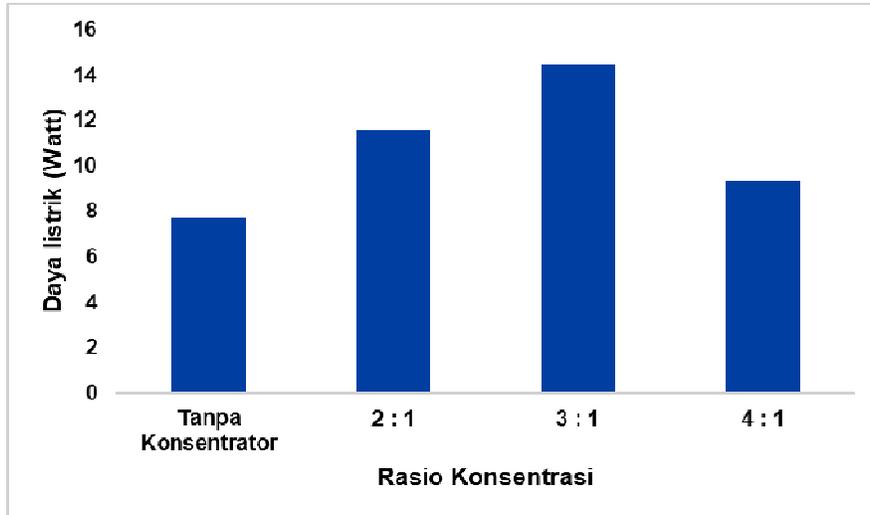


Gambar 5. Hubungan rasio konsentrasi terhadap torsi



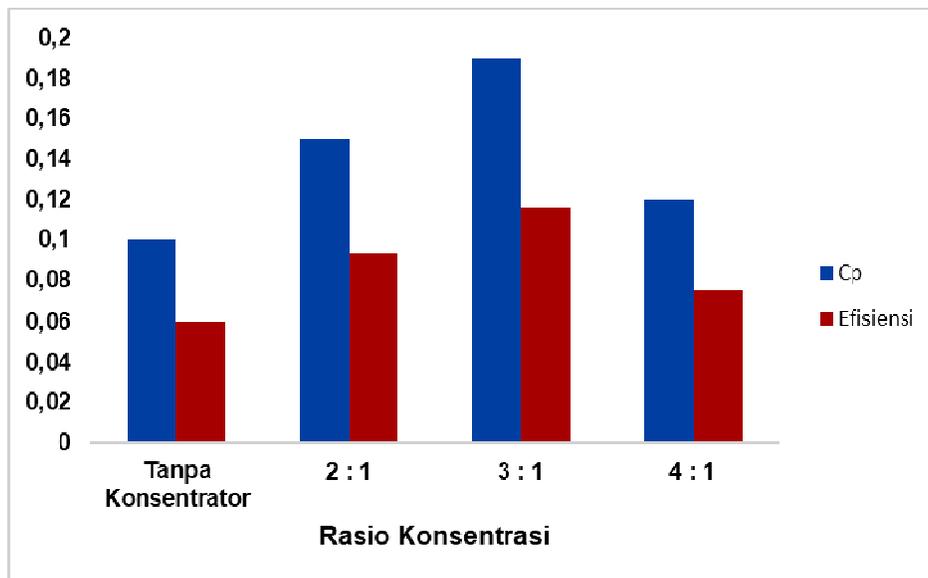
Gambar 6. Hubungan rasio konsentrasi terhadap koefisien daya

Gambar 6. memperlihatkan hubungan rasio konsentrasi terhadap koefisien daya. Koefisien daya tertinggi dihasilkan pada konsentrator dengan rasio konsentrasi 3:1 yaitu sebesar 0,19. Semakin tinggi torsi yang dihasilkan pada poros turbin mengakibatkan semakin tinggi pula daya turbin. Meningkatnya daya turbin menyebabkan koefisien daya juga meningkat. Karena torsi yang tertinggi dihasilkan pada rasio konsentrasi 3:1, maka koefisien daya pada rasio tersebut juga akan paling besar.



Gambar 7. Hubungan rasio konsentrasi terhadap daya listrik

Gambar 7. Memperlihatkan hubungan rasio konsentrasi terhadap daya listrik yang dihasilkan. Daya listrik tertinggi berturut-turut dihasilkan oleh turbin savonius menggunakan konsentrator dengan rasio konsentrasi 3:1, rasio konsentrasi 2:1, rasio konsentrasi 4:1, kemudian turbin tanpa konsentrator.



Gambar 8. Hubungan rasio konsentrasi terhadap Cp dan efisiensi

Gambar 8. memperlihatkan hubungan rasio konsentrasi terhadap koefisien daya dan efisiensi sistem. Besarnya efisiensi sistem lebih kecil dari koefisien daya baik turbin dengan ataupun tanpa konsentrator. Hal ini disebabkan karena perhitungan koefisien daya hanya sampai turbin, sementara perhitungan efisiensi sistem sampai dengan transmisi dan generator (Albani dan Ibrahim, 2013). Penurunan koefisien daya yang terendah adalah 34% dan yang tertinggi 40%.

#### **4. KESIMPULAN**

Hasil yang diperoleh dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. Penambahan konsentrator pada turbin air Savonius dapat meningkatkan torsi, daya, dan efisiensi jika dibandingkan dengan turbin tanpa konsentrator. Penambahan konsentrator dengan rasio konsentrasi 3:1 menunjukkan performa terbaik diantara rasio konsentrasi yang lain. Akibat penambahan sistem transmisi dan pemasangan generator mengakibatkan terjadi penurunan koefisien daya. Rata-rata penurunan koefisiendaya adalah sebesar 37%.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini. Yang kedua kepada masyarakat dan aparat Desa Kediri, Pelowok Selatan, Kabupaten Lombok Barat, yang telah membantu dan menyediakan tempat sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Albani A., Ibrahim M.Z., 2013, Preliminary development of prototype of Savonius wind turbine for application in low wind speed in Kuala Terengganu, Malaysia, *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(3), 102-108.
- Alit I.B., Sutanto R., Mara I.M., Mirmanto, 2017, Effect of concentrator, blade diameter and blade number on the Savonius wind turbine performance, *Asian Journal of Applied Sciences*, 5(2), 343-351.
- Alit I.B., Mara I.M., Susana I.G.B., Sapri, 2019, Uji performance turbin Savonius dengan penambahan konsentrator pada aliran air, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 9(1), 58-64.
- Altan B.D., Atilgan M., 2012, A study on increasing the performance of Savonius wind rotors, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26(5), 1493-1499.
- Balineni S.C., Krishna S.R., Kumar B.S., Kumar G.V., 2011, Design and fabrication of Savonius vertical axis wind turbin, Department of Mechanical Engineering Gokaraju Rangaraju Institute of Engineering and Technology, Jawaharlal Nehru Technological University.
- Dhote A., Banker V., 2015, Design analysis and fabrication of Savonius vertical axis wind turbine, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(3), 2048-2054.
- Golecha K., Eldho T.I., Prabhu S.V., 2012, Performance study of modified Savonius water turbine with two deflector plates, *International Journal of Rotating Machinery*.
- Muliawan A., Yani A., 2016, Analisis daya dan efisiensi turbin air kinetis akibat perubahan putaran runner, *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 1-9.
- Purnama A. C., Hantoro R., Nugroho G., 2013, Rancang bangun turbin air sungai poros vertikal tipe Savonius dengan menggunakan pemandu arah aliran, *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), B278-B282.