

## KINERJA TURBIN HIDROKINETIK VENTILATOR

**Elia Sucie**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: [sucie.elia1996@gmail.com](mailto:sucie.elia1996@gmail.com)

**Dwi Anung Nindito**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: [dwi\\_anungnindito@eng.upr.ac.id](mailto:dwi_anungnindito@eng.upr.ac.id)

**Allan Restu Jaya**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: [alanrestujaya@eng.upr.ac.id](mailto:alanrestujaya@eng.upr.ac.id)

**Abstract:** *Abstract: Hydrokinetic turbines are turbines that harness the kinetic energy of a stream and have the working principle of a wind turbine. The density of the fluid flow is higher than the wind flow. This can be tested on ventilator turbines to optimize turbine performance. This study conducted an experimental test of the performance of ventilator turbines with varying numbers of blades, namely the variation of 16-blade ventilator turbines, 12 blades and 8 blades with flow speed variations ( $v$ ) tested on prismatic channels (flume). Test results at flow speeds of 0.188–0.222 m/s resulted in varying ventilator turbine performance for each observed variation. The use of a 16-blade ventilator turbine variation results in a higher Rotation Per Minute (RPM) and torque ( $\tau$ ) than the use of a 12-blade ventilator turbine variation or an 8-blade ventilator turbine.*

**Keyword :** *Hydrokinetic Turbine Ventilator, Blade, Torque, Rpm*

**Abstrak:** Turbin hidrokinetik merupakan turbin yang memanfaatkan energi kinetik dari aliran sungai dan memiliki prinsip kerja seperti halnya turbin angin. Densitas pada aliran fluida lebih tinggi daripada aliran angin. Hal ini dapat diujikan pada turbin ventilator agar dapat mengoptimalkan kinerja turbin yang lebih baik. Studi ini melakukan uji eksperimental terhadap kinerja turbin ventilator dengan variasi jumlah bilah yang berbeda-beda yaitu variasi turbin ventilator 16 bilah, 12 bilah dan 8 bilah dengan variasi kecepatan aliran ( $v$ ) yang diujikan pada saluran prisma (*flume*). Hasil pengujian pada kecepatan aliran 0,188–0,222 m/s menghasilkan kinerja turbin ventilator yang beragam untuk masing-masing variasi yang diamati. Penggunaan variasi turbin ventilator 16 bilah, menghasilkan Rotasi Per Menit (RPM) dan torsi ( $\tau$ ) yang lebih tinggi daripada penggunaan variasi turbin ventilator 12 bilah ataupun turbin ventilator 8 bilah.

**Kata Kunci :** *Turbin Hidrokinetik Ventilator, Bilah, Torsi, Rpm.*

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat. Air merupakan salah satu sumber daya alam yang berpotensi sebagai energi alternatif untuk energi terbarukan sehingga berpeluang besar untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi yang tidak dapat terbarukan (Laksanawati, Efrizal dan Rohman, 2018).

Menggunakan turbin angin untuk diterapkan ke dalam aliran air, dapat dilakukan karena perbedaan densitas air lebih besar dibandingkan densitas udara dan dengan kecepatan aliran yang lebih kecil dapat memberikan daya yang lebih besar dibandingkan dengan penerapan di udara (Brian, 2017).

Turbin ventilator merupakan *Vertical Axis Turbine* (VAWT) yang mempunyai fungsi sebagai turbin angin. Turbin ventilator biasa digunakan pada atap bangunan perumahan dan industri yang berfungsi sebagai ventilasi dan memanfaatkan energi angin agar dapat berotasi.

Dalam studi ini, turbin ventilator diujikan pada aliran air. Pengujian dilaksanakan pada saluran prisma (*flume*) karena turbin ventilator ini dapat memanfaatkan energi kinetik dari sungai (*river-stream*) dan aliran kecil. Pengamatan kinerja turbin ventilator diamati terhadap perbedaan variasi bilah turbin dan kecepatan aliran fluida ( $v$ ).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Turbin Hidrokinetik

Turbin hidrokinetik merupakan turbin yang memanfaatkan energi kinetik dari aliran sungai, yang memiliki prinsip kerja seperti halnya turbin angin (Fleisinger, Vesenjok dan Hriberšek, 2014). Kecepatan aliran akan semakin besar jika berada pada bagian tengah saluran dan bertambah besar jika menuju ke permukaan saluran (Nindito, Istiarto dan Kironoto, 2008).

Antomo, Kamiana dan Nindito (2020) melakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan komponen *pair* pada turbin Golov. Penambahan komponen *pair* dinamakan turbin DNA. Penambahan *pair* mengakibatkan turbin DNA menghasilkan nilai torsi lebih tinggi dan nilai Rotasi Per Menit (RPM) yang rendah.

Wardani, Nindito dan Jaya (2020) melakukan penelitian inovasi pada turbin Darrieus yaitu turbin *Spinning Top Darrieus* yang berbentuk *circular-arc* (lengkung) dan garis lurus. Pada

desain turbin *Spinning Top Darrieus* menghasilkan nilai Rotasi Per Menit (RPM) dan *Tip Speed Ratio* (TSR) yang lebih tinggi dibandingkan dengan turbin Darrieus.

Yudistira, Nindito dan Saputra (2021) melakukan studi perbandingan kinerja turbin Savonius dan turbin Tornado Savonius. Inovasi turbin Tornado Savonius menghasilkan nilai *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) turbin Tornado Savonius lebih besar dari turbin Savonius.

Octauria, Nindito dan Saputra (2021) melakukan studi eksperimental pengaruh penambahan pengarah *Omni Directional Guide Vanes* (ODGV) terhadap turbin Darrieus dengan jumlah *guide vanes* dan besar sudut berbeda-beda. Pengujian diharapkan dapat menekan kelemahan turbin Darrieus. Penambahan pengarah dengan perbandingan 1/6 celah ODGV (6 *guide vanes*) dan sudut  $0^\circ$  mengakibatkan nilai *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) dan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) meningkatkan dari turbin Darrieus konvensional sehingga mampu mengoptimalkan gaya angkat pada turbin Darrieus.

### Jenis Turbin Hidrokinetik

*Vertical Axis Turbine* (VAT) adalah turbin yang porosnya tegak lurus dengan arah aliran arus (Khan *et al.*, 2009). *Horizontal Axis Turbine* (HAT) adalah turbin yang memiliki sumbu rotasi horizontal (Verma, 2018).

### Turbin ventilator

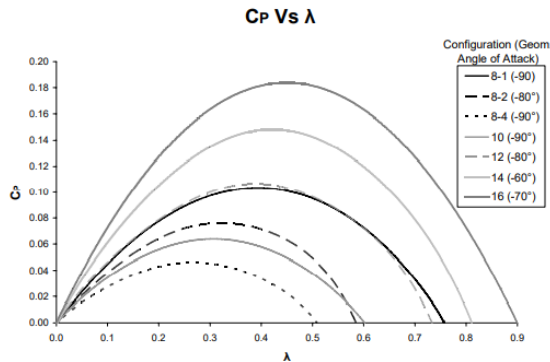
Turbin ventilator merupakan alat ventilasi udara yang digerakan oleh angin. Turbin ventilator berfungsi sebagai turbin angin dan kipas ekstrak, pengganti kipas ventiasi listrik menggunakan energi angin (Khan *et al.*, 2008).



**Gambar 1.** Turbin ventilator  
Sumber: (Murcia, 2017).

Turbin ventilator merupakan ventilasi yang dibuat dan digerakan oleh *Low-Reynolds* VAWT

dimana gradien tekanan yang menarik aliran dari bawah ke atas (Murcia, 2017). Turbin ventilator dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 2.**  $C_p$  dan TSR untuk konfigurasi kinerja tertinggi dengan sudut serangan geometris yang optimal.  
Sumber: (Murcia, 2017).

**Gambar 2** merupakan hasil studi Murcia (2017) performa eksperimental turbin ventilator yang digunakan, menggunakan teori elemen momentum-bilah. Konfigurasi terbaik diperoleh dari turbin 16 bilah dengan sudut serang geometris  $-70^\circ$  dan nilai  $C_p$  0,18, CT 0,82.

Studi Lai (2006) melakukan penelitian menambahkan kipas pada bagian dalam turbin ventilator, pada variasi kecepatan fluida sebesar 1-5 m/s dan menghasilkan nilai RPM mendekati 1500.

Schmid *et al* (2016) melakukan studi penambahan bilah *deflector* yang dapat mengarahkan aliran disalah satu sisi turbin, menyebabkan meningkatnya kecepatan putar turbin 33% dan ekstraksi udara 11%.

Wibawa, Permadi dan Hasanah (2018) melakukan pengujian penambahan 8 bilah eksternal pada turbin ventilator dan menghasilkan nilai  $C_p$  maksimum 46,5%.

**Parameter Turbin**

Hantoro *et al* (2018) kinerja turbin hidrokinetik secara umum dapat diamati melalui karakteristik yang dihasilkan dari *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) dan *Tip Speed Ratio* (TSR). Berikut ini merupakan parameter turbin ventilator yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

**a. Tip Speed Ratio (TSR)**

Merupakan perbandingan antara kecepatan aliran air dan tangensial *blade* (Hantoro *et al.*, 2018).

$$\lambda = \frac{R\omega}{v} \tag{1}$$

Dimana  $\omega$  adalah kecepatan sudut (rad/s),  $\lambda$  adalah *Tip Speed Ratio* (TSR), R adalah jari-jari rotor (m) dan  $v$  adalah  $v$  terukur rata-rata (m/s).

**b. Coefficient of Power ( $C_p$ )**

Merupakan perbandingan antara tenaga yang dihasilkan oleh turbin dengan tenaga yang tersedia di air (Hantoro *et al.*, 2018).

$$C_p = \frac{\tau\omega}{0,5\rho AV^3} \tag{2}$$

Dimana  $C_p$  adalah *Coefficient of Power*,  $\tau$  adalah torsi (Nm),  $\rho$  adalah densitas air ( $kg/m^3$ ) dan A adalah luas bilah turbin ( $m^2$ ).

**METODE PENELITIAN**

Studi ini melakukan uji eksperimental terhadap kinerja turbin ventilator dengan variasi jumlah bilah terhadap perubahan kecepatan aliran air ( $v$ ) dengan menggunakan 1 variasi kedalaman dan 11 variasi kecepatan.

Langkah-langkah penelitian dimulai dengan pembuatan saluran prismatik (*flume*), penambahan as pada turbin ventilator, dan pengurangan bilah turbin ventilator. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian turbin pada saluran prismatik (*flume*) dan pengujian dilakukan menggunakan parameter antara lain, Kecepatan aliran ( $v$ ), *Coefficient of Power* ( $C_p$ ), dan *Tip Speed Ratio* (TSR) .

**Variasi Pengujian**

Variasi pengujian yang digunakan pada penelitian ini terletak pada jumlah bilah pada turbin ventilator, dan kecepatan aliran pada *flume*. Di mana jumlah bilah dibagi menjadi 3 variasi bilah yaitu turbin ventilator 16 bilah, turbin ventilator 12 bilah dan turbin ventilator 8 bilah.

**Tabel 1.** Keterangan simbol pada pengujian turbin ventilator

Nama Turbin	Simbol	Keterangan
	VT16B	Turbin ventilator 16 bilah
Turbin Ventilator	VT12B	Turbin ventilator 12 bilah
	VT8B	Turbin ventilator 8 bilah
	V1H1	Kecepatan (V1) dan kedalam air (H1)

**Tabel 1** menunjukkan penamaan kode *running* didasarkan pada variasi jumlah bilah yang digunakan dalam pengujian turbin

ventilator dan agar dapat mempermudah pengambilan data. Turbin ventilator dinotasikan dengan huruf VT, dan kode kedua merupakan jumlah bilah dinotasikan dengan angka beserta huruf B. Kode V1 menunjukkan varisasi kecepatan aliran air sedangkan kedalaman air dinotasikan dengan H1.

### Peralatan yang digunakan

Berikut merupakan alat-alat yang digunakan dalam pengujian:

1. *Tachometer*

*Tachometer* merupakan alat pengujian yang digunakan untuk mengukur rotasi per menit (RPM) pada saat pengujian kinerja turbin.

2. *Current Meter*

*Current Meter* alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air pada *flume* saat kondisi aliran sudah konstan atau stabil.

3. Neraca Pegas

Neraca Pegas merupakan alat pengukur gaya (N) rotasi pada turbin, yang hasilnya akan dikalikan dengan jarak lengan (m) sehingga menghasilkan nilai torsi (Nm).

4. Saluran prismatic (*flume*)

Saluran prismatic atau *flume* yang berbentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.

5. Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk menyerap sekaligus mendorong air ke dalam *flume*.

6. Kamera

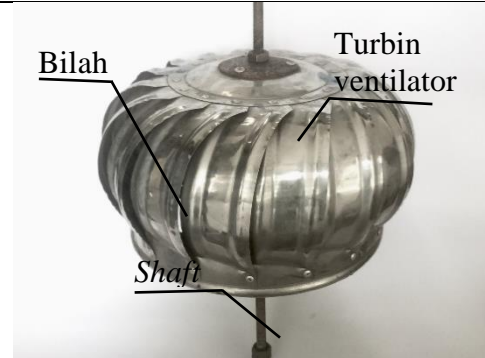
Kamera merupakan alat perekam atau sebagai alat dokumentasi.

Uji eksperimental yang dilakukan di saluran prismatic (*flume*) memiliki dimensi lebar 0,60 m, tinggi 0,60 m serta Panjang 8 m. Aliran air yang masuk ke saluran prismatic permukaan airnya dipertahankan dengan *moveable weir*. Posisi turbin diletakkan dibagian tengah saluran. Rotasi Per Menit (*RPM*) diukur menggunakan alat *tachometer*. Nilai torsi ( $\omega$ ) diperoleh dari gaya yang diukur dengan menggunakan neraca pegas lalu dikalikan panjang lengan gayanya. Kecepatan aliran air ( $v$ ) diukur menggunakan alat *current meter*.

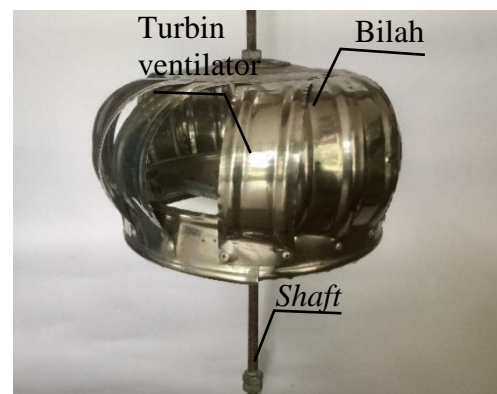
Untuk dimensi dan komponen dari turbin ventilator dapat dilihat pada **Tabel 2**. Gambar turbin ventilator dengan variasi jumlah bilah dilihat pada **Gambar 4**.

**Tabel 2.** Dimensi turbin ventilator

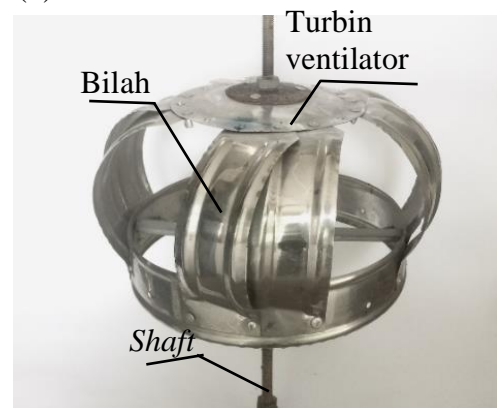
Parameter	Dimensi	Satuan
Diameter turbin ( $\phi$ )	30	cm
Tinggi turbin ( $h$ )	15	cm
Luas bidang tangkap Turbin (A)	0,04	m <sup>2</sup>
Lebar <i>blade</i>	5	cm



(a) Gambar turbin ventilator 16



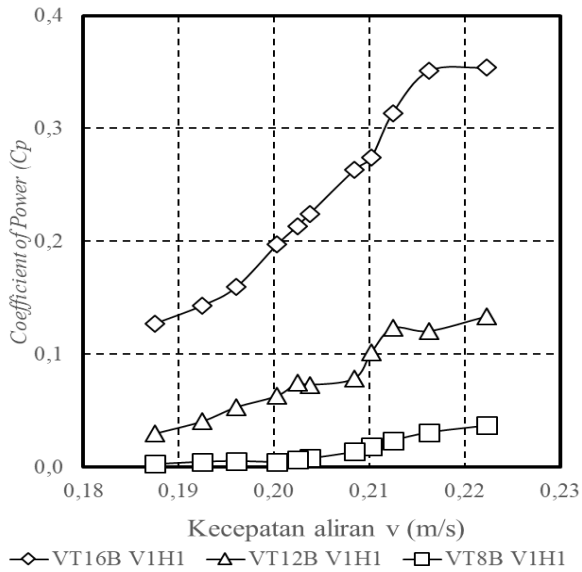
(b).Gambar turbin ventilator 12 bilah



(c).Gambar turbin ventilator 8 bilah

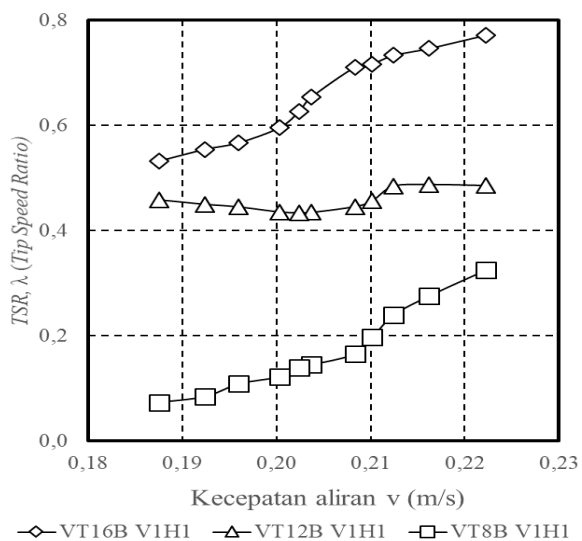
**Gambar 4.** Gambar (a), (b) dan (c), menunjukkan gambar turbin ventilator dengan variasi jumlah bilah yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 5.** Hubungan antara  $C_p$  dan kecepatan aliran  $v$  (m/s) pada turbin ventilator di air

**Gambar 5** menunjukkan nilai *Coefficient Of Power* ( $C_p$ ) dan pengaruh penambahan kecepatan aliran dari 0,188 m/s sampai 0,222 m/s. Terlihat nilai yang dihasilkan turbin ventilator 16 bilah menghasilkan *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) 0,127–0,354, sedangkan turbin ventilator 12 bilah menghasilkan *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) 0,030–0,134 dan turbin ventilator 8 bilah menghasilkan *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) 0,003–0,037. Berdasarkan **Gambar 5** variasi turbin ventilator 16 bilah menghasilkan nilai *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) yang tinggi.



**Gambar 6.** Hubungan antar TSR dan kecepatan aliran  $v$  (m/s) pada turbin ventilator di air

**Gambar 6** menunjukkan grafik perubahan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) terhadap penambahan kecepatan aliran dari 0,188 m/s sampai 0,222 m/s pada turbin ventilator. Terlihat nilai yang dihasilkan turbin ventilator 16 bilah menghasilkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) 0,532-0,77, sedangkan turbin ventilator 12 bilah menghasilkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) 0,434-0,488 dan turbin ventilator 8 bilah menghasilkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) 0,074-0,325. Berdasarkan **Gambar 6** variasi turbin ventilator 16 bilah menghasilkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) yang tinggi.

Berdasarkan **Gambar 5** dan **Gambar 6** variasi turbin ventilator 16 bilah menghasilkan nilai *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) dan *Tip Speed Ratio* (TSR) lebih tinggi daripada variasi turbin ventilator 12 bilah dan 8 bilah, hal itu karena semakin banyak jumlah bilah maka semakin besar pula luas bidang tangkapnya.

## KESIMPULAN

Studi ini melakukan variasi jumlah bilah yang digunakan pada turbin ventilator. Pada variasi jumlah bilah dan pengaruh penambahan kecepatan aliran dari 0,188 m/s sampai 0,222 m/s, turbin ventilator 16 bilah menghasilkan nilai *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) dan *Tip Speed Ratio* (TSR) yang optimal. Berdasarkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) dan *Coefficient of Power* ( $C_p$ ) kinerja turbin ventilator paling optimal pada variasi turbin ventilator 16 bilah.

## SARAN

Untuk studi selanjutnya, bagian bawah turbin ventilator diberikan pengaruh agar dapat lebih mengoptimalkan kinerja turbin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antomo, T., Kamiana, I. M. dan Nindito, D. A. 2020. Analisis Pengembangan Hidrokinetik Turbin Gorlov Akibat Penambahan Luas Bidang Tangkap. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), hal. 159. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9186>.
- Brian, J. dan Sutrisno. 2016. Perancangan Dan Pembuatan Turbin Air Sebagai Pembangkit

- Listrik 750 Watt Pada Sungai Hidrokinetik. *Mechanov*, 5, hal. 1–6.
- Fleisinger, M., Vesenjak, M. dan Hriberšek, M. 2014. Flow Driven Analysis Of A Darrieus Water Turbine. *Strojnikski Vestnik/Journal Of Mechanical Engineering*, 60(12), hal. 769–776.
- Hantoro, R. *et al.* 2018. Innovation in Vertical Axis Hydrokinetic Turbine - Straight Blade Cascaded (VAHT-SBC) design and testing for low current speed power generation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1).
- Khan, M. J. *et al.* 2009. Hydrokinetic Energy Conversion Systems And Assessment Of Horizontal And Vertical Axis Turbines For River And Tidal Applications: A Technology Status Review, *Applied Energy*, 86(10), hal. 1823–1835.
- Lai, C. M. 2006. Prototype Development Of The Rooftop Turbine Ventilator Powered By Hybrid Wind And Photovoltaic Energy. *Energy and Buildings*, 38(3), hal. 174–180.
- Laksanawati, E. K., Efrizal dan Rohman, M. 2018. Analisa Pemanfaatan Turbin Ventilator Sebagai Sumber Listrik Skala Rumah Tangga Dengan Kapasitas 900 W. *Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang*.
- Murcia, J. P. dan Pinilla, Á. 2007. Design and laboratory experimental tests of a turbine ventilator. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, hal. 661–665.
- Nindito, D. A., Istiarto dan Kironoto, B. A. 2008. Simulasi Numeris Tiga Dimensi Kantong Lumpur Bendung Sapon. *Forum Teknik Sipil*, XVIII(1), hal. 712–724.
- Octauria, E. P., Nindito, D. A., & Saputra, R. H. 2021. Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Omni Directional Guide Vanes Terhadap Performa Turbin Hidrokinetik Darrieus. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 17(2), hal. 95–108.  
<http://dx.doi.org/10.32497/eksergi.v17i2.2581>
- Schmid, G. *et al.* 2016. Performance Enhancement Of Rooftop Turbine Ventilators Using Wind Deflectors. *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, 39(4), hal. 461–467.
- Verma, D. R. 2018. Horizontal Axis Water Turbine: Generation and Optimization of Green Energy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 13, hal. 9–14.
- Wardani, C. S., Nindito, D. A. dan Jaya, A. R. 2020. Inovasi Dan Desain Turbin Hidrokinetik Darrieus Berdasarkan Bentuk Distribusi Kecepatan Aliran. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 9(1), hal. 32–43.  
<https://doi.org/10.33084/mits.v9i1.1771>.
- Wibawa, U., Permadi, A. F. dan Hasanah, R. N. 2018. A Micro-Scale Cyclone-Wind Turbine For Rooftop Ventilator. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 11(2), hal. 614–621.
- Yudistira, R., Nindito, D. A. and Saputra, R. H. 2021. Kinerja Turbin Hidrokinetik Tornado Savonius. *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(2), hal. 181–186.  
<https://doi.org/10.52868/jt.v4i2.2732>.