

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER NOSEL TERHADAP DAYA TURBIN PADA ALAT PRAKTIKUM MESIN KONVERSI ENERGI

Yano Hurung Anoi^{*1}, Ratnawati², Najma Safienati Najah, Aditya Putra Sadewa, Usman

Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang

e-mail: ^{*1}yanodayak@gmail.com, ²azahabr@gmail.com, ³081350428537@gmail.com,
⁴Najmasafienatin@gmail.com, ⁵usmanhaya@gmail.com

Abstrak

Salah satu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi adalah pemanfaatan energi air dan apabila pemanfaatan energi tersebut dilakukan secara meluas diseluruh wilayah Indonesia, maka peluang untuk keluar dari krisis listrik akan semakin besar mengingat Indonesia dengan wilayahnya yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi yang bergunung – gunung dengan aliran sungai yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Potensi ini sebagian besar tersebar di daerah pedesaan, sementara diperkirakan masih banyak penduduk desa yang belum menikmati energi listrik sehingga sangat tepat untuk mengembangkan pembangkit tenaga listrik. Berdasarkan tujuan penelitian maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian variasi diameter nosel tersebut, Daya turbin maksimum terjadi pada diameter nosel 20 mm dengan nilai sebesar 0,834 Watt pada rpm 90, kemudian menurun pada diameter nosel 22 mm dengan nilai daya turbin sebesar 0,207 Watt pada rpm 40, sedangkan daya turbin terendah terjadi pada diameter nosel 26 mm dengan nilai daya sebesar 0,176 Watt pada rpm 20.

Kata Kunci: Rancang bangun, Turbin air, Daya turbin.

Abstract

One source of renewable energy that has great potential is the utilization of water energy and if this energy utilization is carried out widely throughout Indonesia, then the opportunity to get out of the electricity crisis will be even greater considering that Indonesia has a tropical climate with high rainfall and unfavorable topography. mountainous with flowing rivers that have the potential to be developed as a power plant. This potential is mostly spread in rural areas, while it is estimated that there are still many villagers who do not enjoy electricity so it is very appropriate to develop a power plant. Based on the research objectives, it can be concluded from the research on variations in nozzle diameter, the maximum turbine power occurs at a nozzle diameter of 20 mm with a value of 0.834 Watt at 90 rpm, then decreases at a nozzle diameter of 22 mm with a turbine power value of 0.207 Watt at 40 rpm, while the lowest turbine power occurs at a nozzle diameter of 26 mm with a power value of 0.176 Watt at 20 rpm.

Keywords: Design, Water turbine, Turbine power.

PENDAHULUAN

Pengembangan potensi sumber-sumber energi seperti energi angin, energi air, energi matahari, biogas, dan sebagainya untuk kebutuhan energi listrik di daerah-daerah terpencil yang potensinya cukup besar sementara pemanfaatannya belum maksimal untuk kesejahteraan masyarakat. Pengembangan turbin air misalnya yang memiliki potensi yang cukup besar untuk pembangkitan energi listrik[1].

Turbin air adalah salah satu mesin penggerak yang mana fluida kerjanya adalah air yang dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Pada roda turbin terdapat sudu dan fluida kerja mengalir melalui runag di antara sudu tersebut[2]. Energi air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air terjun dan kecepatan aliran)[3]. Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga air. Ini disebabkan kondisi topografi Indonesia yang bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai (besar dan kecil) dan di beberapa daerah tertentu terdapat danau dan waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air [4].

Selama ini energi listrik disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), namun masih belum dirasakan secara merata oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Oleh karenanya diperlukan sumber energi alternatif yang yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan tersedia di lingkungan pedesaan. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah energy air[5]. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi / BPPT (2013), Potensi tenaga air skala besar adalah sebesar 26 Giga Watt (GW), Dari total Potensi tenaga air skala besar tersebut yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 4 GW dan yang sudah direncana dimanfaatkan sebesar 6 GW dan yang belum dimanfaatkan sebesar 16 GW. Potensi tenaga air skala kecil (mini dan mikrohidro) adalah sebesar 500 MW. Dari

Potensi tenaga air skala kecil tersebut yang telah dimanfaatkan masih sekitar 18 % [4].

Dengan adanya variasi diameter nosel maka didapatkan torsi turbin dan daya turbin yang maksimal, jadi setiap ukuran diameter dalam nosel maka torsi yang terjadi pada runner turbin juga akan berubah, begitu juga dengan daya turbin yang dihasilkan, hal ini disebabkan adanya perbedaan tekanan aliran air sehingga terjadi perbedaan kecepatan aliran air pada ujung nosel yang menumbuk sudu turbin tersebut[6].

METODA PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang dan aktu penelitian dimulai Bulan Desember 2022.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada dua jenis, yaitu variabel bebas, dan variabel terikat.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan nilainya sebelum dilakukan penelitian. variabel bebas yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah :

- a. Diameter nosel : 20 mm, 22 mm, dan 26 mm.
- b. Jumlah sudu 16 buah.
- c. Putaran turbin ditahan atau direm pada 90 rpm, 80 rpm, 70 rpm, 60 rpm, 50 rpm, 40 rpm, 30 rpm, 20 rpm, 10 rpm dan 0 rpm.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya sangat tergantung pada variabel bebas dan merupakan hasil dari penelitian. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah daya turbin air.

2.3 Instalasi Alat Penelitian

Gambar Instalasi penelitian dan komponen penelitian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil rancang bangun turbin.

2.4 Prosedur Pengambilan Data Penelitian

Prosedur pengambilan data penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memasang sudu turbin yang digunakan
2. Memasang nosel ukuran 20 mm untuk pengambilan data pertama
3. Pastikan semua kondisi alat dalam keadaan baik.
4. Tekan switch untuk menghidupkan pompa air..
5. Mengukur putaran poros turbin dengan alat ukur *tachometer* tanpa beban terlebih dahulu. Selanjutnya mengukur putaran poros turbin dengan beban yang diberikan secara pelan-pelan dengan cara memutar tuas penyetel beban gaya sampai memenuhi putaran yang divariasikan dan selanjutnya memberikan beban sampai turbin tidak berputar.
6. Kemudian mencatat nilai gaya pada alat ukur neraca pegas setiap variasi pengukuran putaran turbin sampai turbin berhenti berputar.
7. Mengulang langkah nomor dua sampai dengan tujuh pada variasi diameter nosel 22 mm, dan 26 mm.
8. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
9. Menganalisa data penelitian yang didapatkan untuk mengetahui hubungan

antara variasi diameter nosel terhadap daya turbin.

10. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

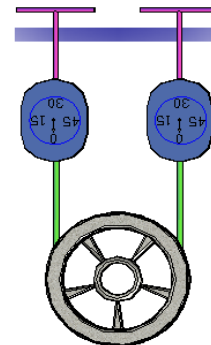
2.5. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan rumus terapan, Selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk grafik dengan bantuan *Microsoft Office Excel* untuk menampilkan grafik daya turbin dari hubungan antara diameter nosel yang telah ditentukan. Tujuan dari menampilkan grafik tersebut supaya orang lain mudah memahami hasil penelitian ini.

HASIL PENELITIAN

3.1 Hasil Penelitian

Proses penelitian dengan melakukan pengujian terhadap turbin air di laboratorium teknik mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data putaran (n), gaya (F) dengan posisi komponen tersebut sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Posisi dan arah gaya pada penelitian

Dari penelitian yang dilakukan yakni melakukan pengujian terhadap instalasi turbin dengan memvariasikan diameter nosel dimana $\Sigma F = F_1 + F_2$ maka diperoleh data seperti ditunjukkan pada tabel 1, 2, dan 3 berikut ini :

Tabel 1. Data hasil pengujian diameter nosel 26 mm

Putaran n (rpm)	Gaya F (N)		
	F1	F2	ΣF
0	0,195	0,3	0,50
10	0,135	0,44	0,58
20	0,21	0,35	0,56
30	0,055	0,115	0,17
40	0,08	0,055	0,14
50	0,04	0,055	0,10
60	0,02	0,065	0,09
70	0,02	0,045	0,07

Tabel 2. Data hasil pengujian diameter nosel 22 mm

Putaran n (rpm)	Gaya F (N)		
	F1	F2	ΣF
0	0,105	0,58	0,69
10	0,11	0,22	0,33
20	0,105	0,19	0,30
30	0,115	0,18	0,30
40	0,09	0,24	0,33
50	0,05	0,115	0,17
60	0,025	0,06	0,09
70	0,02	0,09	0,11

Tabel 3. Data hasil pengujian diameter nosel 20 mm

Putaran n (rpm)	Gaya F (N)		
	F1	F2	ΣF
0	0,525	0,48	1,01
10	0,44	0,545	0,99
20	0,4	0,325	0,73
30	0,215	0,39	0,61
40	0,24	0,285	0,53
50	0,205	0,22	0,43
60	0,145	0,225	0,37
70	0,115	0,11	0,23
80	0,14	0,125	0,27
90	0,19	0,4	0,59

Hasil pengujian diameter nosel seperti data di atas kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan daya turbin.

3.2 Pengolahan Data

Dari data hasil pengujian di tabel 1, 2, dan 3 akan dilakukan perhitungan terhadap parameter penting dalam menentukan daya turbin air, dalam contoh perhitungan berikut diambil data penelitian baris kedelapan pada tabel 3 dan untuk hasil perhitungan secara keseluruhan data penelitian dapat dilihat pada tabel 4, 5, dan 6.

3.2.1 Torsi Turbin (T)

Untuk mendapatkan torsi maka gaya dikali dengan radius *pully*. Besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan:[7][5][8]

$$T = F \cdot r$$

Dengan:

F = Jumlah gaya,

r = Radius *Pully* (0,15 m)

Maka diperoleh:

$$T = 0,59 \text{ N} \cdot 0,15 \text{ m}$$

$$T = 0,089 \text{ Nm}$$

3.2.2 Kecepatan Anguler Turbin (ω)

Untuk kecepatan anguler turbin diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan:[9] [10][11]

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dengan :

n = Putaran 90 rpm, berdasarkan tabel 4.3 baris kesepuluh.

Maka :

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 90 \text{ rpm}}{60 \text{ s}}$$

$$\omega = 9,420 \text{ rad/s}$$

3.2.3 Daya Turbin (P_t)

Daya turbin dihitung dengan persamaan:[12][11]

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dengan :

$$T = \text{Torsi (0,089 Nm)}$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut (9,420 rad/s)}$$

Maka diperoleh:

$$P_t = 0,089 \text{ Nm} \times 9,420 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 0,834 \text{ Watt}$$

Hasil Pengolahan Data Pengujian Pada Semua Diameter nosel seperti ditunjukkan pada tabel 4, 5, dan tabel 6.

0	0,103	0,000	0,000
10	0,050	1,047	0,052
20	0,044	2,093	0,093
30	0,044	3,140	0,139
40	0,050	4,187	0,207
50	0,025	5,233	0,130
60	0,013	6,280	0,080
70	0,017	7,327	0,121

Tabel 6. Hasil Pengolahan Data Pengujian Pada Diameter Nosel 20 mm

Tabel 4. Hasil Pengolahan Data Pengujian Pada Diameter Nosel 26 mm

Putaran n (rpm)	Torsi T (Nm)	Kec.Anguler ω (rad/s)	Daya Turbin Pt (watt)
0	0,074	0,000	0,000
10	0,086	1,047	0,090
20	0,084	2,093	0,176
30	0,026	3,140	0,080
40	0,020	4,187	0,085
50	0,014	5,233	0,075
60	0,013	6,280	0,080
70	0,010	7,327	0,071

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data Pengujian Pada Diameter Nosel 22 mm

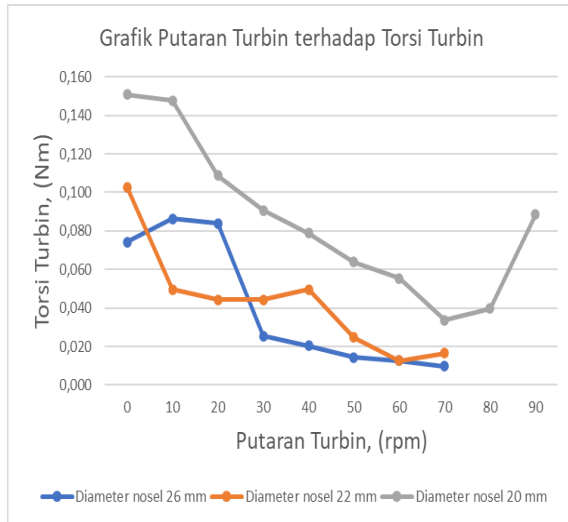
Putaran n (rpm)	Torsi T (Nm)	Kec.Anguler ω (rad/s)	Daya Turbin Pt (watt)
0	0,151	0,000	0,000
10	0,148	1,047	0,155
20	0,109	2,093	0,228
30	0,091	3,140	0,285
40	0,079	4,187	0,330
50	0,064	5,233	0,334
60	0,056	6,280	0,349
70	0,034	7,327	0,247
80	0,040	8,373	0,333
90	0,089	9,420	0,834

Putaran n (rpm)	Torsi T (Nm)	Kec.Anguler ω (rad/s)	Daya Turbin Pt (watt)
0	0,151	0,000	0,000
10	0,148	1,047	0,155
20	0,109	2,093	0,228
30	0,091	3,140	0,285
40	0,079	4,187	0,330
50	0,064	5,233	0,334
60	0,056	6,280	0,349
70	0,034	7,327	0,247
80	0,040	8,373	0,333
90	0,089	9,420	0,834

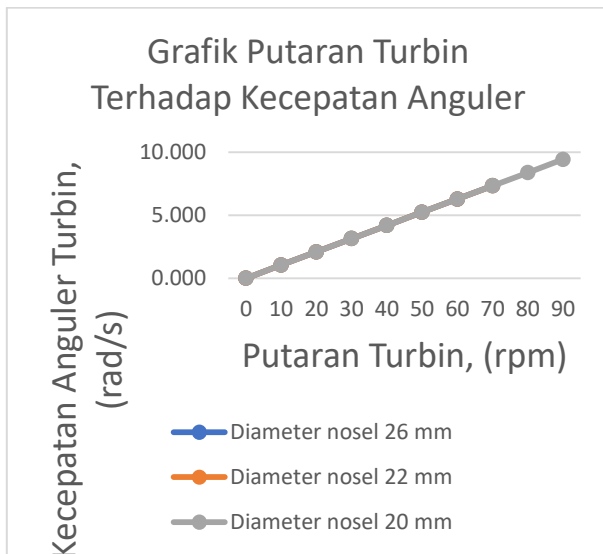
3.3 Pembahasan Hasil Penelitian

Dari hasil pengolahan data kemudian dilakukan pembahasan hasil penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan nilai dari grafik daya turbin supaya yang membaca skripsi ini mudah memahaminya dengan melihat grafik dari hasil penelitian yang dilakukan. Dari data tabel 4, 5, dan 6 tersebut kemudian dijadikan dalam bentuk grafik dan teknik analisa data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil eksperimen, dalam pengolahan data dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai torsi turbin, kecepatan anguler turbin, dan untuk mendapatkan nilai daya turbin. Pengolahan data untuk mendapatkan grafik

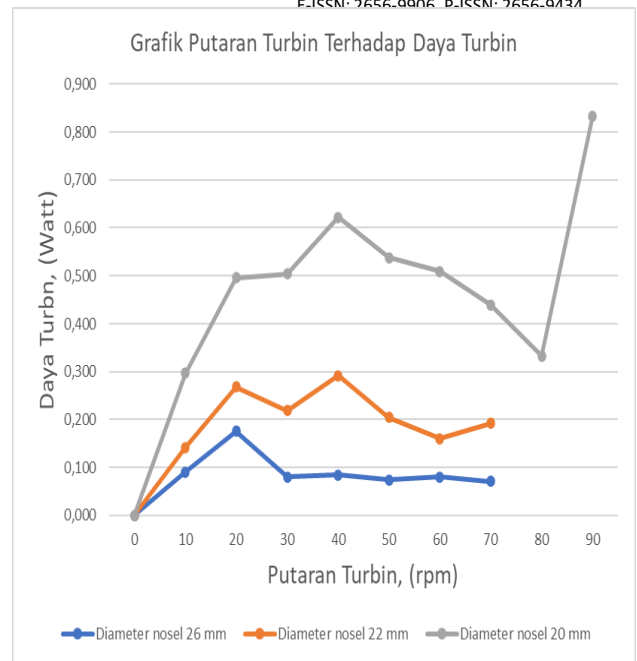
daya turbin dengan dari tiga ukuran diameter nosel dengan menggunakan komputer. Hubungan antara putaran terhadap torsi turbin, hubungan putaran turbin terhadap kecepatan anguler turbin, dan hubungan putaran terhadap daya turbin seperti ditunjukkan pada gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3. Hubungan antara putaran turbin terhadap torsi turbin pada ketiga variasi diameter nosel



Gambar 4. Hubungan antara putaran turbin terhadap kecepatan anguler turbin pada ketiga variasi diameter nosel



Gambar 5. Hubungan antara putaran turbin terhadap daya turbin pada ketiga variasi diameter nosel

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa penelitian ini diberikan tiga variasi diameter nosel yaitu diameter nosel 20 mm, diameter nosel 22 mm, dan diameter nosel 26 mm dengan memakai sudu setengah silinder. Berdasarkan gambar 5 daya turbin maksimum terjadi pada diameter nosel 20 mm, kemudian menurun pada diameter nosel 22 mm dan daya turbin terendah diameter nosel 26 mm. Daya turbin sangat tergantung pada besarnya torsi dan kecepatan anguler, besarnya torsi dipengaruhi oleh putaran turbin, sehingga pada putaran dengan nilai besar akan menghasilkan gaya yang besar dan gaya tersebut berpengaruh terhadap torsi. Daya turbin maksimum terjadi pada diameter nosel 20 mm dengan nilai sebesar 0,834 Watt pada rpm 90, kemudian menurun pada diameter nosel 22 mm dengan nilai daya turbin sebesar 0,207 Watt pada rpm 40, sedangkan daya turbin terendah terjadi pada diameter nosel 26 mm dengan nilai daya sebesar 0,176 Watt pada rpm 20. Untuk melihat nilai daya keseluruhan

pada masing-masing variasi diameter nosel dan variasi putaran turbin dapat dilihat pada tabel 4, 5, dan tabel 6.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian variasi diameter nosel tersebut, Daya turbin maksimum terjadi pada diameter nosel 20 mm dengan nilai sebesar 0,834 Watt pada rpm 90, kemudian menurun pada diameter nosel 22 mm dengan nilai daya turbin sebesar 0,207 Watt pada rpm 40, sedangkan daya turbin terendah terjadi pada diameter nosel 26 mm dengan nilai daya sebesar 0,176 Watt pada rpm 20.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31958/js.v8i1.434.
- [2] A. Yani, "Rancang Bangun Alat Praktikum Turbin Air Dengan Pengujian Bentuk Sudu Terhadap Torsi Dan Daya Turbin Yang Dihasilkan," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i1.463.
- [3] A. Yani, B. Susanto, and R. Rosmiati, "Analisis Jumlah Sudu Mangkuk Terhadap Kinerja Turbin Pelton Pada Alat Praktikum Turbin Air," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 185–192, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i2.805.
- [4] A. Yani, M. Mihdar, and R. Erianto, "PENGARUH VARIASI BENTUK SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN AIR KINETIK (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan)," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.113.
- [5] A. Yani, J. Triyatno, and S. Sobah, "Blade Shape Analysis on The Performance of The Pelton Turbine Prototype," vol. 7, no. 1, pp. 50–55, 2020.
- [6] Y. Rosmiati *et al.*, "Pengaruh Variasi Diameter Nosel Terhadap," vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [7] A. Yani, M. Septiani, and A. Muliawan, "Analysis of the Effect of Various Flow Rates on Vertical Shaft Kinetic Turbine Performance," vol. 4, no. 11214, pp. 11214–11220, 2020.
- [8] R. Soenoko and H. Wijaya, "Effect of flow steering angle toward the hydrokinetic turbine performance," *EUREKA, Phys. Eng.*, vol. 2019, no. 3, pp. 20–31, 2019, doi: 10.21303/2461-4262.2019.00899.
- [9] A. Yani, Y. H. Anoi, R. -, and I. Junaini, "Shape Analysis of Blade And Number of Blade for Water Turbine Prototype Performance," *Int. J. New Technol. Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 46–53, 2020, doi: 10.31871/ijntr.6.4.22.
- [10] R. Soenoko, P. H. Setyarini, and F. Gapsari, "Eight curved bladed kinetic water turbine performance," *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 2138–2147, 2018.
- [11] R. Soenoko and Purnami, "Bowl bladed hydrokinetic turbine with additional steering blade numerical modeling," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 4, no. 8–100, pp. 24–36, 2019, doi: 10.15587/1729-4061.2019.173986.
- [12] S. D. Boedi, R. Soenoko, S. Wahyudi, and M. A. Choiron, "A vertical axis hinged blade kinetic turbine performance using response surface methodology," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 8, pp. 2187–2201, 2017.