

## PENGEMBANGAN PROTOTYPE TURBIN ANGIN VERTIKAL UNTUK MENGHASILKAN DAYA OPTIMUM DENGAN VARIASI KECEPATAN ANGIN

Muhammad Zainal Roisul Amin<sup>1\*</sup>, Adi Pratama Putra<sup>2</sup>, Rezki Nalandari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas PGRI Banyuwangi, Indonesia

### Sejarah Artikel

Diterima: Maret 2023

Disetujui: April 2023

Dipublikasikan: Juni 2023

### Abstract

*Wind energy as a power plant in Indonesia has been widely used, but it still experiences problems mainly due to the relatively low average wind speed, which is between 2.5 to 6 m/s. The abundant wind potential can be utilized to design suitable wind turbines, namely vertical-type wind turbines. The design of a vertical axis wind turbine using four blades is carried out with a large variation of angles to determine the level of efficiency of the wind turbine so as to produce optimum power. Wind turbine testing was carried out at 3 different wind speeds 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s. The test results showed that the largest electrical power was generated in the vertical axis wind turbine test with a wind speed 6 m/s namely 138 W. The results of this study data collection for the rotation of the turbine shaft at a wind speed of 4 m/s produced a rotation of 375.6 rpm, while at a wind speed of 5 m/s produced a shaft rotation of 469.5 rpm and a wind speed of 6 m/s produced a shaft rotation of 563.4 rpm.*

### Kata Kunci

Energy Angin; Turbin Angin Vertikal; efisiensi turbin angin.

### Abstrak

Energi angin sebagai pembangkit listrik di Indonesia sudah banyak dimanfaatkan, namun masih mengalami kendala terutama disebabkan oleh kecepatan angin rata-rata yang relatif rendah yaitu antara 2,5 sampai 6 m/s. Potensi angin yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk merancang turbin angin yang sesuai yaitu turbin angin tipe vertikal. Perancangan turbin angin sumbu vertikal menggunakan empat sudu dilakukan dengan variasi besar sudut untuk menentukan tingkat efisiensi turbin angin sehingga menghasilkan daya optimum. Pengujian turbin angin dilakukan pada 3 kecepatan angin yang berbeda-beda yaitu 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya listrik terbesar dihasilkan pada pengujian turbin angin sumbu vertikal dengan kecepatan angin 6 m/s yaitu sebesar 138 W. Hasil pengambilan data penelitian ini untuk putaran poros turbin pada kecepatan angin 4 m/s menghasilkan putaran 375,6 rpm, sedangkan pada kecepatan angin 5 m/s menghasilkan putaran poros 469,5 rpm dan kecepatan angin 6 m/s menghasilkan putaran poros 563,4 rpm.



---

**\*Corresponding Author:**

Muhammad Zainal Roisul Amin  
Email: mzainalra@unibabwi.ac.id



---

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang dan memiliki berbagai potensi alam yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan energi (Hasibuan et al. 2021). Berdasarkan blueprint Pengelolaan Energi Nasional bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun jika tidak dilakukan eksplorasi sumur baru (Rizianiza, Setiorini, and Djafar 2018). Gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara akan habis dalam kurun waktu 147 tahun sehingga perlu dilakukan eksplorasi pada sumber energi non fosil. Potensi sumber energi angin di Indonesia sebesar 9.29 GW sedangkan kapasitas terpasang hanya 0.5 MW (Sudrajat et al. 2020).

Energi angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang banyak digunakan secara luas dalam aplikasi skala kecil dan menjanjikan untuk pengembangan dan penelitian dalam skala besar, sebagai peralatan turbin angin yang dibuat dengan harga yang murah. Pembangkit listrik tenaga angin bekerja dengan cara mengubah secara langsung energi angin menjadi listrik. Efek positif dari pembangkit listrik tenaga angin adalah bebas dari polusi lingkungan (Irfansyah 2020).

Energi listrik merupakan salah satu energi yang banyak digunakan saat ini. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan telah mendorong penggunaan tenaga listrik pada semua aspek kehidupan manusia, baik untuk keperluan industri, rumah tangga maupun perkantoran. Selama ini sumber energi listrik banyak didapatkan dari hasil konversi energi fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas (Abdullah, Nurdin, and Hasanuddin 2016). Jumlah energi fosil ini makin lama semakin berkurang dan kecenderungan harganya akan terus naik, sehingga perlu dicarikan sumber energi alternatif untuk membangkitkan energi listrik. Sumber energi terbarukan, seperti tenaga angin, tenaga surya, tenaga ombak, mikrohidro dan biomassa merupakan sumber energi alternatif untuk pembangkit listrik di masa depan (Adzikri, Notosudjono, and Suhendi 2017).

Peningkatan efisiensi turbin angin masih terus di kembangkan hingga saat ini. Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan efisiensi dari turbin angin, yaitu optimasi *airfoil*,

optimasi bentuk *blade*, dan penambahan sistem kontrol (Multazam and Mulkan 2019). Perancangan turbin angin yang memiliki efisiensi yang tinggi diperlukan Untuk mendapatkan energi angin yang optimal (Ismail, Pane, and Triyanti 2017). Hal tersebut berlawanan dengan pola karakteristik arah angin yang terdapat di Indonesia bersifat acak, menyebabkan pengurangan efisiensi turbin angin konvensional di mana hanya bisa mengekstrak energi dari angin satu arah saja. Oleh karena itu, diperlukan perancangan (*supporting system*) yang mampu mengarahkan rotor turbin angin agar selalu tegak lurus dengan arah angin, dikarenakan angin yang dapat memutar *blade* adalah angin yang tegak lurus dengan rotor. Disinilah peran penting dari sistem kontrol arah *yaw* dan *pitch* pada turbin angin (Sinaga et al. 2017).

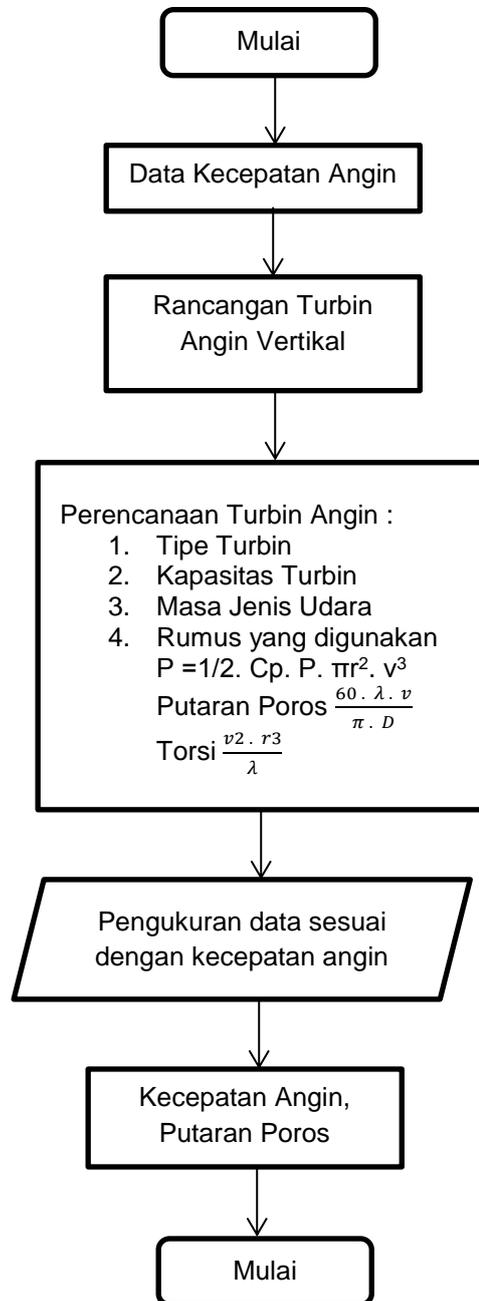
Sistem sistem kontrol arah *yaw* dan *pitch* mengacu kepada rotasi dari keseluruhan turbin angin dalam sumbu vertikal. Kegunaan dari sistem kontrol arah *yaw* adalah untuk memastikan rotor turbin berada dalam posisi tegak lurus terhadap arah angin, karena arah angin yang datang tidak selalu dari satu sisi melainkan dari segala sisi dan sulit ditebak (Sudrajat et al. 2020). Dengan begitu daya yang dihasilkan turbin angin dapat lebih dimaksimalkan.

Turbin angin sumbu vertikal/tegak (atau TASV) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi (Syahyuniar, Ningsih, and Herianto 2018).

Berbagai penelitian tentang turbin angin vertikal bertujuan untuk meningkatkan performansi pembangkit listrik tenaga angin. Berdasarkan latar belakang diatas, dipandang perlu untuk meneliti perancangan jumlah sudu turbin angin vertikal untuk menghasilkan nilai daya yang optimum. Pemanfaatan turbin angin dapat digunakan secara optimal pada daerah dengan kecepatan angin yang relatif rendah.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kegiatan perancangan, pembuatan, dan pengujian turbin angin sumbu vertikal. Variasi kecepatan angin sebesar 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s. Alat ukur yang digunakan adalah anemometer dan tachometer digital. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan perancangan, pengujian alat, analisis data, kesimpulan hasil penelitian.



**Gambar 1.** Diagram Alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian sehingga didapatkan hasil dalam pengujian tersebut dengan parameter tipe turbin, jumlah sudu, kecepatan angina desain, kecepatan angina actual koefisien daya dan massa jenis udara sebagai berikut :

Daya turbin	: 300 Watt
Tipe	: Vertikal
Jumlah sudu (B)	: 4 Sudu
Kecepatan angin desain	: 10 m/s
Kecepatan angin actual	: 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s
Koefisien daya (Cp)	: 0,59
Massa jenis udara kering ( $\rho$ )	: 1,165 kg/m <sup>3</sup>

dari parameter turbin yang ada sehingga dihasilkan nilai jari-jari sudu, nilai rasio perbandingan kecepatan dan putaran poros turbin sebagai berikut :

**Jari-jari Sudu (r) :**

$$P=0,5.Cp. \rho.v^3 .\pi.r^2$$

$$r^2 = P / 0,5.Cp. \rho.v^3 .\pi$$

$$r = \sqrt{P / 0,5.Cp. \rho.v^3 .\pi}$$

$$r = \sqrt{(300 / 0,5.0,59. 1,165.10^3.3,14)}$$

$$r = 0,53 \text{ m}$$

**Rasio Perbandingan Kecepatan ( $\lambda$ ) :**

$$\lambda^2 = 80/ B$$

$$\lambda^2 = 80/ 3$$

$$\lambda = \sqrt{80/ 3}$$

$$\lambda = 5,16$$

**Putaran Poros (SS) :**

$$\begin{aligned} SS4 &= (60.\lambda.v4) / (\pi.D) \\ &= (60 . 5,16 . 4) / (3,14 . 1,05) \\ &= 375,6 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS5 &= (60.\lambda.v5) / (\pi.D) \\ &= (60 . 5,16 . 5) / (3,14 . 1,05) \\ &= 469,5 \text{ rpm} \end{aligned}$$

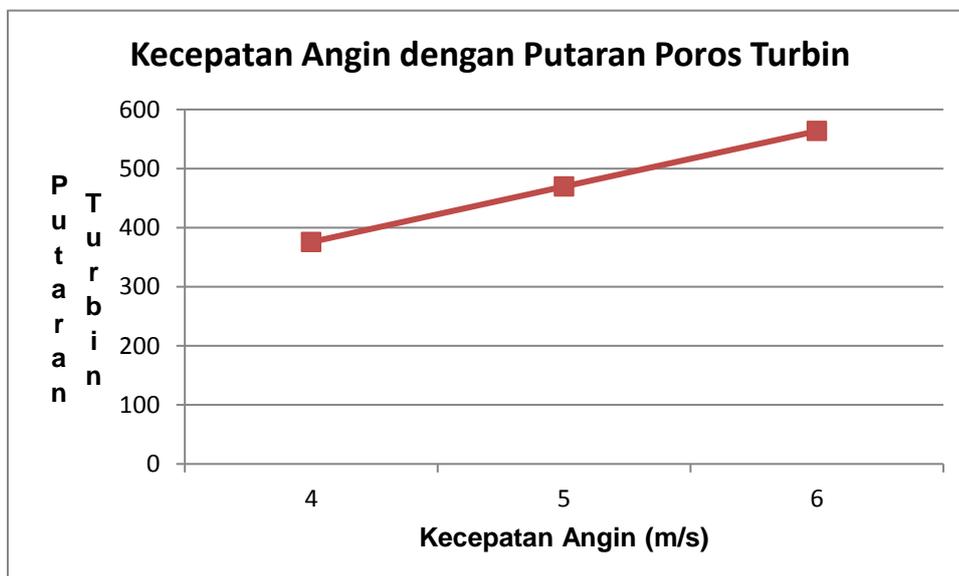
$$\begin{aligned} SS6 &= (60.\lambda.v6) / (\pi.D) \\ &= (60 . 5,16 . 6) / (3,14 . 1,05) \\ &= 563,4 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitung pada menggunakan rumus yang udah di tentukan maka data disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

**Tabel 1.** Data Pengujian Turbin Sumbu Vertikal dengan variasi Kecepatan Angin

Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Poros (rpm)	Daya yang dihasilkan (Watt)
4	181	94
5	251	119
6	390	139

Hasil pengukuran pada turbin sumbu vertical dan dimasukkan kedalam tabel untuk menganalisis hasil yang didapatkan sehingga dapat dianalisis pada grafik berikut ini :



**Gambar 2.** Hubungan Kecepatan Angin dengan Putaran Poros Turbin

Berdasarkan grafik pada gambar 2, Hubungan kecepatan angin dengan putaran poros turbin pada kecepatan angin 4 m/s menghasilkan putaran 375,6 rpm, pada kecepatan angin 5 m/s menghasilkan putaran 469,5 rpm dan pada kecepatan angin 6 m/s menghasilkan putaran poros 563,4 rpm.



**Gambar 3.** Hubungan Kecepatan Angin dengan Daya yang di Hasilkan

Berdasarkan grafik pada gambar 3, Hubungan kecepatan angin dengan nilai daya yang dihasilkan pada kecepatan angin 4 m/s menghasilkan daya 94 watt, pada kecepatan angin 5 m/s menghasilkan daya 119 watt dan pada kecepatan angin 6 m/s menghasilkan daya sebesar 139 watt.

## KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu hubungan antara kecepatan angin dengan putaran poros turbin dan hubungan antara kecepatan angin dengan daya output yang dihasilkan.

Semakin besar angin yang menerpa sudu turbin maka semakin besar putrانا poros yang dihasilkan sehingga menghasilkan daya output yang optimum. Percobaan ini diambil pada kecepatan angin tertinggi yaitu 6 m/s didapatkan nilai putaran poros turbin sebesar 563,5 rpm dan didapatkan nilai daya sebesar 139 watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Ilmi, Jufrizal Nurdin, and Hasanuddin. 2016. "Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik." *Teknik Mesin ITM* 2(1):31–38.
- Adzikri, Fikry, Didik Notosudjono, and Dede Suhendi. 2017. "Strategi Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia." *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro* 1(1):1–13.
- Hasibuan, Arnawan, Widya Verawaty Siregar, Adi Setiawan, and Muhammad Daud. 2021. "Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Penerangan Pada Perahu Nelayan." (*Rekayasa Elektrikal Dan Energi*): *Jurnal Teknik Elektro* 3(2):85–88.
- Irfansyah, Muhammad. 2020. "Kata Kunci : Material, Sudu, Turbin Angin, Horisontal." 276–83.
- Ismail, Erlanda Pane, and Triyanti. 2017. "Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi* 1(November):12.
- Multazam, Teuku, and Andi Mulkan. 2019. "Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Pada Kecepatan Angin Rendah Untuk Meningkatkan Performa Permanent Magnet Generator." *Jurnal Serambi Engineering* 4(2):616–24. doi: 10.32672/jse.v4i2.1446.
- Rizianiza, Illa, Devy Setiorini, and Alfian Djafar. 2018. "Perancangan Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu Studi Kasus Institut Teknologi Kalimantan." *SPECTA Journal of Technology* 2(3):21. doi: 10.35718/specta.v2i3.7.
- Sinaga, Nazaruddin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, and Universitas Diponegoro. 2017. "ANALISIS ALIRAN PADA ROTOR TURBIN ANGIN SUMBU Pendahuluan." 13(3):5–6.
- Sudrajat, Ajat, Fitria Hidayanti, Viktor Vekky Ronald Repi, and Derrian Widjayahakim. 2020. "Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Turbin Angin Yaw Direction." *Jurnal Ilmiah Giga* 23(2):83. doi: 10.47313/jig.v23i2.936.
- Syahyuniar, Rusuminto, Yuliana Ningsih, and Herianto Herianto. 2018. "Rancang Bangun Blade Turbin Angin Tipe Horizontal." *Jurnal Elemen* 5(1):28. doi: 10.34128/je.v5i1.74.