

# Rancang Bangun Turbin Vertikal Axis Pada PLTB

Sulistianingsih Nur Fitri<sup>1</sup>, Fatmawati Azis<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Bosowa, Teknik Listrik

Jalan Kapasa Raya No. 23 Kima, Daya, Makassar, Sulawesi Selatan

[sulistianingsihnurfitri@politeknikbosowa.ac.id](mailto:sulistianingsihnurfitri@politeknikbosowa.ac.id)

## Abstrak

Rancang Bangun Turbin Vertikal Axis pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah jenis turbin angin yang umum digunakan sebagai alternatif *Green Electricity*. Vertikal Axis pada PLTB tidak harus ditempatkan pada arah angin yang dominan dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) hanya menimbulkan getaran dan kebisingan yang rendah sehingga tidak mengganggu wilayah sekitar dan bilah-bilah yang digunakan pada TASV cenderung lebih kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja Turbin Vertikal Axis yang digunakan sebagai alternatif energi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Observasi yang dilakukan untuk mempelajari peralatan yang sudah ada untuk memberikan gambaran yang cukup jelas untuk menggambarkan kinerja turbin vertikal axis. Hasil dari penelitian ini adalah kecepatan putaran turbin berbanding lurus dengan kecepatan angin, pada waktu-waktu tertentu hembusan angin dapat menghasilkan rata-rata kecepatan angin 2m/s dengan kecepatan maksimal 3,2m/s, unjuk kerja turbin yang dihasilkan pada kecepatan angin 3m/s mendapatkan hasil yang lebih baik dari kecepatan angin yang lebih rendah.

**Kata Kunci** : Turbin, Kecepatan Angin, dan Kecepatan Putaran.

## Abstract

*Vertical Axis Turbine Design for Wind Power Plant (PLTB) is a type of wind turbine that is commonly used as an alternative to Green Electricity. The vertical axis of the PLTB does not have to be placed in the dominant wind direction and the Horizontal Axis Wind Turbine (TASH) only causes low vibration and noise so that it does not disturb the surrounding area and the blades used in TASH tend to be smaller. This study aims to determine how the Vertical Axis Turbine works as an alternative energy. The method used in this research is the observation method which is carried out to study the existing equipment to provide a clear enough picture to describe the performance of the vertical axis turbine. The results of this study are the turbine rotation speed is directly proportional to the wind speed, at certain times the wind gusts can produce an average wind speed of 2m / s with a maximum speed of 3.2m / s, the performance of the turbines is produced at a wind speed of 3m / s. Get better results from lower wind speeds.*

**Keywords**: Turbine, Wind Speed, and Rotation Speed

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berpotensi dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) karena pesisir memiliki tinggi kecepatan tingkat kecepatan udara yang lumayan tinggi. Sehingga energi angin dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam menyikapi masalah konsumsi energi fosil yang sangat besar [1].

Indonesia sudah mempunyai PLTB pertama di Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan, dengan menggunakan baling-baling konfigurasi horizontal. Akan tetapi ukurannya yang begitu besar dengan konfigurasi jenis horizontal membuat pembangkit tersebut memakan banyak tempat dan membutuhkan konstruksi yang rumit dan lokasinya yang harus berada pada ketinggian untuk mendapatkan angin yang cukup guna

memutar turbin [2]. Turbin angin memiliki peran yang sangat penting pada PLTB. Turbin angin merupakan teknologi energi alternatif yang mampu mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Turbin angin memiliki dua buah

tipe yaitu turbin angin tipe *horizontal axis* (HAWT) dan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH). Prinsip kerja dari turbin angin HAWT berdasarkan gaya angkat (*lift force*) energi angin dan turbin angin TASH berdasarkan gaya tarik (*drag force*) yang terjadi akibat pergerakan angin [4].

PLTB yang ada di Sidrap memiliki beberapa kekurangan, terutama karena penggunaan baling-baling konfigurasi horizontal yang membutuhkan yaw dan ekor untuk mencari posisi arah angin berhembus, sehingga kurang optimal apabila digunakan ketika angin datang dari arah lain. Salah satu bentuk baling-baling yang cukup baik untuk mendapatkan angin dari beberapa arah adalah menggunakan baling-baling sumbu vertikal. Turbin vertikal dikopel dengan generator dengan memberikan penyangga pada 3 bagian baling-baling sehingga rotor tidak menerima beban tambahan dari berat baling-baling [1].

Konstruksi bilah yang digunakan pada perancangan ini yaitu bilah sumbu vertikal jenis

savonius. Pada jenis savonius bilah dirancang membentuk huruf S dengan meletakkan poros pada tengahnya, sehingga putaran bilah akan tetap konstan meskipun menerima angin dari arah manapun. Selain itu penggunaan baling-baling jenis vertikal sendiri dapat diletakkan di tanah sehingga dapat mengurangi beban penyangga dan prototipe dapat diletakkan di atas tanah.

Pada perancangan prototipe ini menggunakan motor dc yang dibalik arah putarnya menjadi yang semula berputar counter clockwise (CCW) menjadi putaran clockwise (CW) sehingga polaritas berpindah yang semula arus bergerak dari positif menjadi negatif menjadi negatif menuju positif. Selain karena konstruksi motor dc yang sederhana, motor dc dapat dengan mudah dicari dimanapun dengan harga yang murah dan memiliki ukuran yang bermacam macam [3].

Generator yang umumnya digunakan sebagai pengubah energi gerak menjadi listrik berukuran lumayan besar pada perancangan ini digunakan generator dc yang ukurannya lebih kecil sehingga tidak perlu ukuran tempat yang besar untuk pembangkitan listrik. Generator DC memiliki dua bagian, yaitu stator dan rotor, Bagian stator terdiri dari rangka motor, belitan stator, sikat arang, bearing dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor. Kekurangan dari penggunaan generator dc tersendiri yaitu sikat arang yang semakin sering digunakan akan cepat habis sehingga memerlukan pengecekan dan perawatan secara rutin [1].

Dengan perancangan pengujian dan perancangan prototipe ini diharapkan kedepannya rumah-rumah dapat menerapkan konsep *green energy*. Merancang pembangkit sendiri dengan menggabungkan secara seri sehingga nilai tegangan 4 yang dihasilkan lebih besar dan cukup untuk mengisi baterai ataupun untuk menerangi lampu di luar rumah [1].

Berdasarkan penjelasan diatas maka maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui cara membuat turbin vertikal axis pada PLTB.
2. Untuk mengetahui kecepatan putaran turbin vertikal axis pada PLTB.

3. Untuk mengetahui prinsip kerja turbin vertikal axis pada PLTB.

## 2. Metode

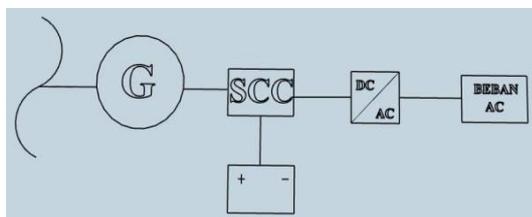
Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan mengkaji teori dasar melalui jurnal yang terkait, kemudian dilakukan pembuatan desain alat, kemudian dilanjutkan dengan pengadaan material, setelah itu dilanjutkan pada tahap pembuatan alat. Pada tahap pengujian alat jika terjadi kesalahan maka akan diadakan perbaikan jika tidak maka akan dilanjutkan dengan pengambilan data, menarik kesimpulan dan pada tahap *finishing* akan dilanjutkan dengan membuat laporan/artikel. Metode yang digunakan ada beberapa tahapan yaitu persiapan alat dan bahan, perancangan bilah/turbin angin vertical, pembuatan turbin angin vertikal, pengujian alat, dan pengambilan data.

Penulisan ini menggunakan beberapa metode penelitian dan penulisan yang terdiri dari perancangan alat, mempersiapkan alat dan bahan, pengujian alat dan pengambilan data.

1. Perancangan alat mendesain bilah turbin vertikal exist menggunakan pipa 3 inci dengan membagi 2 pipa tersebut sehingga menjadi bilah turbin, dan menghubungkan dengan aluminium sebagai pegangan bilah. Menghubungkan bilah yg telah selesai dibuat dengan generator DC agar apabila turbin berputar generator dapat menghasilkan tegangan output DC.
2. Pengujian dan pengambilan data tahapan pengujian dilakukan dengan cara mencari lokasi yang terdapat hembusan angin yang cukup agar rancang bangun turbin vertikal axis dapat bergerak. Pengambilan data yang dilakukan meliputi:
  - 1) Pengukuran kecepatan angin dengan menggunakan alat Anemometer
  - 2) Pengukuran kecepatan turbin dengan menggunakan alat tachometer.
  - 3) Pengukuran tegangan output yang dihasilkan oleh generator DC menggunakan alat AVO meter.

Pada tahap ini setelah pengambilan data baik tegangan, arus dan kecepatan putaran, kemudian data dikelompokkan dan dihitung serta menganalisis hasil percobaan guna mencari kesimpulan dari pengujian.

Turbin Vertikal Axis. Angin akan menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator. Selanjutnya generator akan menghasilkan listrik dan menuju Solar Charge Control (SCC) digunakan sebagai alat pengisian baterai aki. Jika baterai aki tidak dalam pengisian maka secara otomatis akan memutus sistem pengisian. Baterai juga digunakan sebagai tempat penyimpanan. Tegangan yang berada pada aki digunakan untuk menghidupkan beban. Selanjutnya Inverter digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Berikut adalah gambar skema rangkaian Turbin Vertikal Axis.



Gambar 1. Skema Rangkaian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Data hasil pengukuran Turbin Vertikal Axis Pada PLTB:

Tabel 2. Data Pengukuran Turbin Vertikal Axis

Kecepatan Angin	RPM Turbin	Tegangan yang dihasilkan
1,1 m/s	18 RPM	0,8 Volt DC
1,8 m/s	24 RPM	1,1 Volt DC
1,9 m/s	28 RPM	1,1 Volt DC
2 m/s	32 RPM	1,3 Volt DC
2,2 m/s	36 RPM	1,5 Volt DC
2,6 m/s	40 RPM	1,8 Volt DC
3 m/s	57 RPM	2,03 Volt DC

Dari hasil pengukuran yang didapatkan apabila kecepatan angin meningkat maka RPM turbin akan ikut meningkat dan menghasilkan tegangan output yang besar pula. Pada kecepatan angin 1,8 m/s didapatkan RPM turbin 24 RPM dan tegangan keluaran 1,1 Vdc. Kecepatan angin 2 m/s maka akan didapatkan putaran 32 RPM dan tegangan keluaran 1,3 Vdc. kecepatan angin 3 m/s maka didapatkan putaran turbin 57 RPM dan memiliki tegangan keluaran 2,03 Vdc. Dapat

disimpulkan bahwa apabila kecepatan angin kecil maka putaran turbin pun akan kecil dan begitupun tegangan keluarannya dan apabila kecepatan angin meningkat maka meningkat pula putaran turbin dan tegangan keluarannya. Dari hasil pengamatan, kecepatan angin tertinggi terjadi pada pukul 16:00 yaitu 3,2 m/s dan mampu memutar turbin dengan kecepatan 39 RPM serta menghasilkan tegangan 2,2 VDC.

Tabel 3. Data Kecepatan Angin & Tegangan pada Satuan Waktu

JAM	Kecepatan Angin	RPM Turbin	Tegangan yang dihasilkan
13.000	1,1 m/s	18 RPM	0,65 VDC
	1,7 m/s	24 RPM	1,15 VDC
	2,4 m/s	38 RPM	1,35 VDC
14.00	1,4 m/s	20 RPM	0,90 VDC
	1,9 m/s	25 RPM	1,20 VDC
	2,6 m/s	40 RPM	1,65 VDC
15.00	1,0 m/s	16 RPM	0,55 VDC
	1,5 m/s	22 RPM	0,95 VDC
	2,1 m/s	34 RPM	1,35 VDC
16.00	1,8 m/s	25 RPM	1,2 VDC
	2,2 m/s	36 RPM	1,45 VDC
	3,2 m/s	59 RPM	2,2 VDC
17.00	1,1 m/s	18 RPM	0,65 VDC
	1,5 m/s	22 RPM	0,95 VDC
	2,0 m/s	32 RPM	1,3 VDC

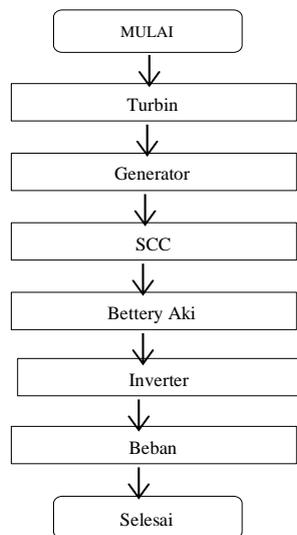
#### 3.2 Pembahasan

Pada perancangan turbin vertical axis pada PLTB dimulai dari bagian-bagian sebagai berikut:

1. Pembuatan alat dimulai dengan melihat desain-desain PLTB yang dijadikan sebagai media pembelajaran atau media praktikum
2. Setelah melihat desain-desain yang memungkinkan untuk dibuat, maka dalam proses ini juga memikirkan bahan yang cocok untuk dibuat agar rancang bangun turbin vertikal axis ini tidak memerlukan banyak biaya dalam hal pembuatannya dan juga tidak memiliki dimensi yang tidak terlalu besar pula.
3. Selanjutnya pembelian bahan-bahan yang cocok untuk digunakan sebagai bahan rancang bangun vertikal axis ini di beberapa toko offline dan online.

4. Perakitan bahan-bahan yang telah sesuai dengan desain yang kurang lebih seperti yang terlihat di media sosial dan tidak langsung membuat desain.
5. Setelah rancang bangun turbin vertikal axis ini selesai dibuat, selanjutnya diuji coba terlebih dahulu untuk mendapatkan beberapa point seperti mengukur berat turbin, kecepatan putaran blade, tegangan yang dihasilkan pada putaran kesekian.
6. Membuat gambar desain rancang bangun turbin vertikal axis yang telah jadi.
7. Setelah pengambilan beberapa data selanjutnya pemberian warna yang tidak terlalu mencolok agar apabila rancang bangun ini diuji coba di tempat terbuka tidak membuat mata menjadi silau atau mengganggu penglihatan.
8. Tahap terakhir adalah dokumentasi rancang bangun turbin vertikal axis yang telah dibuat.

Sistem kerja turbin vertical axis pada PLTB dilampirkan dalam bentuk *Flow Chart*:



**Gambar 2.** *Flow Chart* Sistem Kerja Turbin Vertikal Axis Pada PLTB

Adapun keterangan dari FlowChart tersebut:

1. Angin akan menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator
2. Generator akan menghasilkan listrik dan menuju ke SCC
3. Penggunaan SCC di sini sebagai alat pengisian baterai AKI. Saat Baterai AKI tidak dalam pengisian maka SCC

secara otomatis akan memutus sistem pengisian.

4. Baterai sebagai tempat penyimpanan. Tegangan yang berada pada AKI digunakan untuk menghidupkan beban.
5. Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan DC pada AKI menjadi Tegangan AC yang akan digunakan pada beban AC.
6. Beban AC 220v yang memiliki daya 150-300 WATT.



**Gambar 3.** Gambar Alat Turbin Vertikal Axis

Turbin vertikal axis yang dibuat dengan tinggi 150 cm yang mana terhitung dari ujung kaki tiang hingga ujung bilah turbin. Dengan jumlah turbin 6 buah bilah dengan panjang turbin 60cm, yg dipegang dengan besi alma yang memiliki panjang 25 cm. Lebar kaki penyangga tiang turbin 50 cm. Dan tinggi tiang turbin 80cm. Bahan dari bilah turbin adalah pipa yang berukuran 4 inci yg dipotong dengan panjang masing-masing 60cm setelah itu dibelah menjadi 2 bagian tiap 3 potong pipa yang panjangnya 60 cm. Kaki turbin terbuat dari besi siku yang memiliki ketebalan kisaran 2 inch yang dipotong berukuran 80 cm. Begitu pula dengan penyangga atau kaki kaki tiang turbin yang sama terbuat dari besi siku dan dipotong dengan panjang 50 cm.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan turbin vertikal axis bergantung pada seberapa cepat angin berhembus jika kecepatan angin relatif rendah maka pembuatan turbin juga tidak memerlukan bahanbahan yang berat sehingga tidak membebani putaran turbin.
2. Kecepatan angin meningkat maka RPM turbin akan ikut meningkat dan menghasilkan tegangan output yang besar pula. Apabila kecepatan putaran turbin meningkat maka tegangan output yang dikeluarkan oleh generator akan meningkat.
3. Prinsip kerja turbin vertikal axis yang memanfaatkan kecepatan angin rendah yang terhubung oleh generator dan generator yang mengkonversikan dari energi gerak menjadi energi listrik
4. Hasil data pengukuran pada pukul 14:00 sampai pukul 17:00 adalah waktu berhembusnya angin yang baik dengan kecepatan angin maksimal 3,2m/s.

## Referensi

- [1] Riyadi. Prototipe Perancangan Mini Generator Angin Bilah Vertikal. Surakarta, 2019.
- [2] Alwini. Analisis Sistem Pentahanan Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sidrap. 2019.
- [3] Ismail, "Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrius Untuk Penerangan di Jalan Tol. 2017.
- [4] Suwarti, "Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroller Arduino. 2017.
- [5] Nurhayati, "Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman di Kebun Stroberi Purbalingga. 2016.
- [6] Ikhsan, "Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja Kincir Angin Tipe Propeller Pada Wind Tunnel Sederhana. 2011.