

Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal 3 Blade Menggunakan PVC

Firman^{1*}, Jumadi Tangko², Saharuddin Nara³ dan Ardiansyah⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*firman@poliupg.ac.id

Abstract: *With the increasing need for electrical energy today, resulting in the use of fossil fuels also increasing and in line with its development, the use of fossil fuels will experience shrinkage, therefore other alternative energy is needed to overcome the decreasing fossil fuels. One form of energy that exists in nature is wind. Therefore, wind turbines are starting to be used as alternative energy. The purpose of this design is to determine the performance of a 3-blade horizontal axis wind turbine and to determine the effect of wind speed on turbine rotation, output power and efficiency generated by the wind turbine. The design method is to design a horizontal axis wind turbine using 3 blades of PVC material with a diameter of 182 cm. The results of the wind turbine design show the theoretical data at the highest wind speed of 7.3 m/s with 606.92 watts of wind power generated. In these conditions it can be seen that the wind speed and blade diameter greatly affect the output power of the design results.*

Keywords: *Wind Turbine, Blade, Wind Speed*

Abstrak: Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik saat ini, mengakibatkan pemamfaatan dalam pemakaian bahan bakar fosil pun juga meningkat dan sejalan dalam perkembangannya, penggunaan bahan bakar fosil ini akan mengalami penyusutan, oleh karena itu diperlukan energi alternatif lain untuk mengatasi semakin berkurangnya bahan bakar fosil. Salah satu bentuk energi yang ada di alam adalah angin. Maka dari itu turbin angin mulai di manfaatkan sebagai energi alternatif. Tujuan perancangan ini adalah untuk untuk mengetahui kinerja turbin angin sumbu horizontal 3 sudu dan untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin terhadap putaran turbin, daya output dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin angin. Metode Perancangan adalah mendesain Turbin angin sumbu horizontal menggunakan 3 Blade dari bahan PVC dengan diameter 182 cm. Hasil perancangan turbin angin menunjukkan data teoritis pada kecepatan angin tertinggi yaitu 7,3 m/s dengan daya angin yang dihasilkan 606,92 watt. Pada kondisi tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan angin dan diameter Blade sangat mempengaruhi daya keluaran dari hasil perancangan.

Kata kunci: Turbin Angin, Sudu, Kecepatan Angin

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi angin. Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan salah satu negara yang terletak di garis khatulistiwa menjadikan Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah. Pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah khatulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub yang dingin, udara menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian terjadi perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis khatulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis khatulistiwa kembali ke kutub utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi.

Potensi energi angin di Indonesia cukup memadai, karena kecepatan angin rata-rata berkisar 3,5-7 m/s. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada 120 lokasi menunjukkan, beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa [1].

Peraturan Pemerintah [2] menyatakan angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dikembangkan saat ini. Energi angin termasuk energi terbarukan yang didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Beberapa kelebihan dari energi

terbarukan seperti angin adalah: sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar.

Namun, pemanfaatan dan penggunaan akan potensi energi angin tersebut belum optimal dan efektif. Maka dari itu perlu mekanisme yang tepat untuk memanfaatkan energi yang tepat guna, salah satunya adalah mengubah energi angin menjadi energi listrik. Karena energi listrik tidak dihasilkan secara langsung oleh alam, maka dibutuhkan alat yang mampu bekerja menghasilkan listrik. Alat yang dapat digunakan salah satunya adalah kincir angin.

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dan lain-lain. Turbin angin terdahulu banyak digunakan di Denmark, Belanda, dan Negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan windmill [3].

Perkembangan turbin angin masih rendah berkaitan dengan biaya produksi yang masih tinggi dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar minyak. karakteristik desain turbin angin menjadi hal yang dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Karakteristik ini sangat tergantung pada bentuk blade, sudut blade jumlah blade maupun luas penampang blade.

Hal ini memotivasi penulis untuk merancang pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi angin sebagai salah satu energi terbarukan dalam skala kecil, yang memiliki keuntungan karena tidak memerlukan lokasi khusus dalam pembangunannya, ramah lingkungan, serta biaya yang ekonomis, sehingga cocok diterapkan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di masa mendatang dengan biaya yang ekonomis. Mengingat Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi dalam skala besar menghasilkan energi angin.

Inovasi dalam merancang bangun kincir angin perlu dikembangkan agar dalam kondisi kecepatan angin yang rendah dapat memberikan hasil yang maksimal, sehingga diaplikasikan pembangkit listrik tenaga angin menggunakan sumbu vertikal untuk penerangan rumah dengan harapan dapat bermanfaat untuk masyarakat yang bermukim di daerah pesisir pantai yang belum ter alir listrik dari PLN. Namun, penggunaan turbin angin sumbu vertikal belum maksimal, dikarenakan kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah, sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan turbin angin sumbu horizontal [4].

Dari permasalahan tersebut, maka kami pertimbangkan merancang turbin angin sumbu horizontal 3 blade menggunakan PVC untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala micro yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan warga akan sumber listrik, khususnya pada warga yang berlokasi di daerah terpencil yang dimana belum terjangkau oleh listrik dari PLN.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah awal sebelum alat pengujian dibuat yang digunakan sebagai acuan nantinya. Tahapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem alat uji yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar alat uji ini dapat beroperasi dengan optimal. Rancangan ini berdasarkan data awal kecepatan angin yaitu 3.0 – 9.0 m/s.

1. Perancangan Turbin 3 Blade (gambar 1)



Gambar 1. Desain Turbin Angin sumbu Horizontal 3 blade

- Sudu Turbin

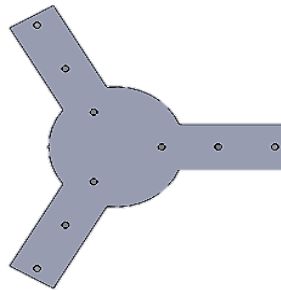
Pada pengujian ini, sudu turbin memanfaatkan pipa paralon berbahan *Polivinil klorida (PVC)* 5 Inchi (gambar 2). Pembuatan sudu turbin angin sumbu horizontal yang ideal cukup sulit, sehingga dimanfaatkan “Pipa Paralon” yang bentuknya menyerupai dengan sudu asli sebagai alternatif. Sehingga dapat dengan mudah diterapkan oleh masyarakat. Berikut merupakan bentuk sudu turbin yang kami buat:



Gambar 2. Desain Blade Turbin Angin sumbu Horizontal

- Dudukan blade turbin

Dudukan *blade* turbin terbuat dari besi pelat 3 mm. bentuk dudukan turbin (gambar 3) sebagai berikut:



Gambar 3. Desain dudukan Blade Turbin

- Sudu Pengarah

Sudu pengarah angin terbuat dari pelat 1 mm dengan dimensi, panjang 480 mm dan lebar 300 mm. bentuk dari sudu pengarah angin (gambar 4) sebagai berikut:

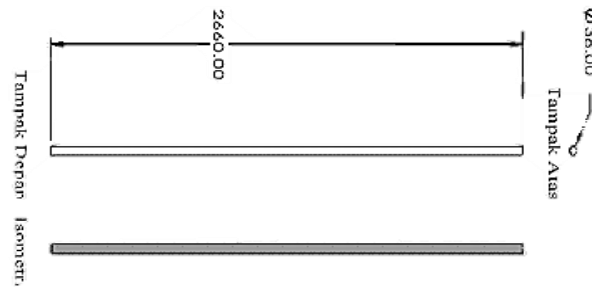


Gambar 4. Desain sudu pengarah

2. Perancangan rangka alat uji

- Tiang

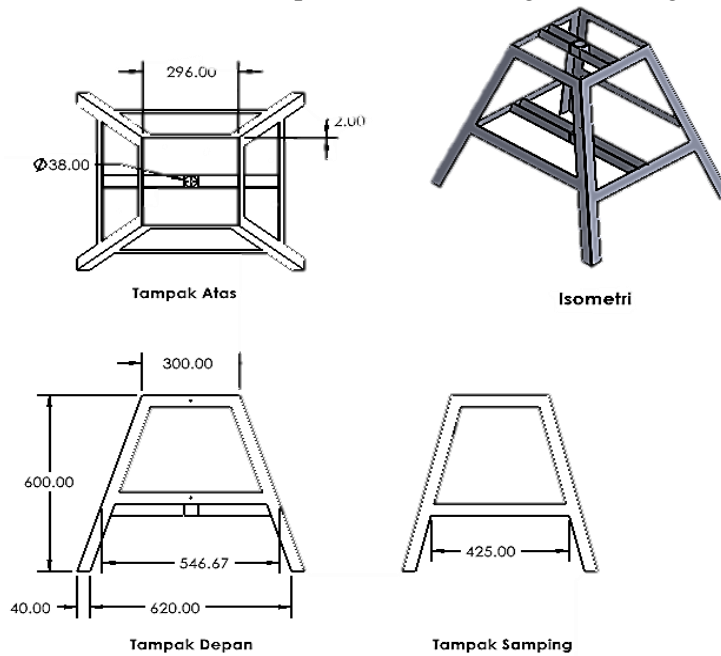
Tiang terbuat dari pipa besi berdiameter 38 mm tebal 1mm. Adapun bentuk dari tiang (gambar 5) sebagai berikut:



Gambar 5. Desain Tiang

- Rangka Bawah

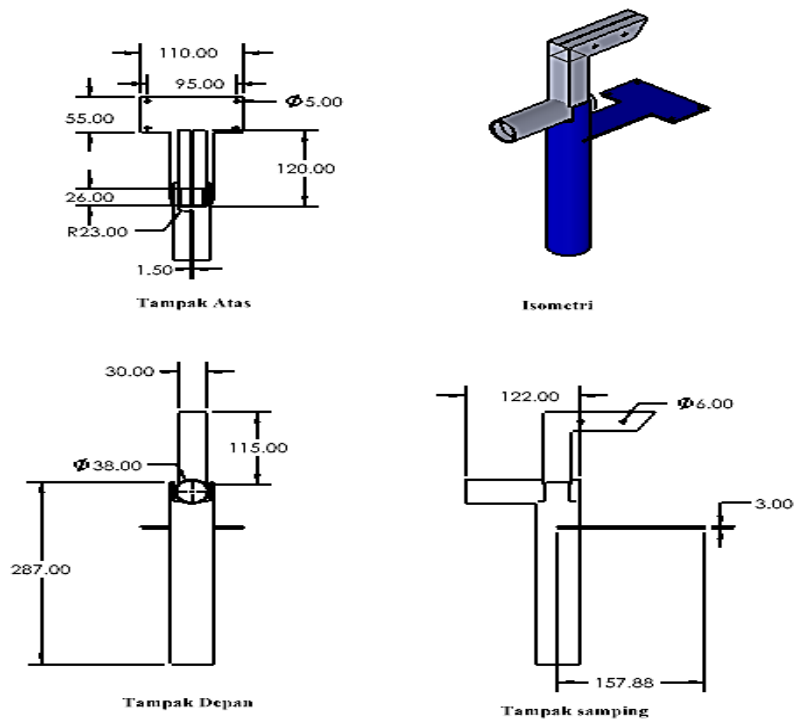
Rangka bawah berfungsi sebagai penopang dan penyangga untuk berdirinya tiang. Rangka ini terbuat dari besi siku 40x40 tebal 2 mm. Adapun bentuk dari rangka bawah (gambar 6) sebagai berikut:



Gambar 6. Desain rangka bawah

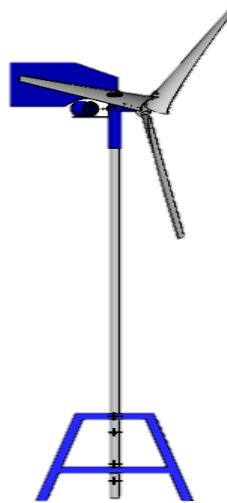
- Rangka atas

Rangka atas berfungsi sebagaiudukan poros turbin, generator dan sudu pengarah yang terbuat dari pipa besi dan besi pelat. Adapun bentuk dari rangka atas (gambar 7) sebagai berikut:



Gambar 7. Desain rangka Atas

3. Hasil Rancangan (gambar 8)



Gambar 8. Rancangan Alat Uji Turbin Angin Sumbu Horizontal 3 Blade

B. Tahap Pengujian

Adapun pengumpulan data setelah proses pengujian kinerja turbin angin sumbu horizontal 3 *blade* menggunakan PVC ini, maka selanjutnya ada beberapa parameter yang perlu dicatat (tabel 1). Dan dilakukan analisa terhadap data yang telah didapat dari hasil pengujian tersebut.

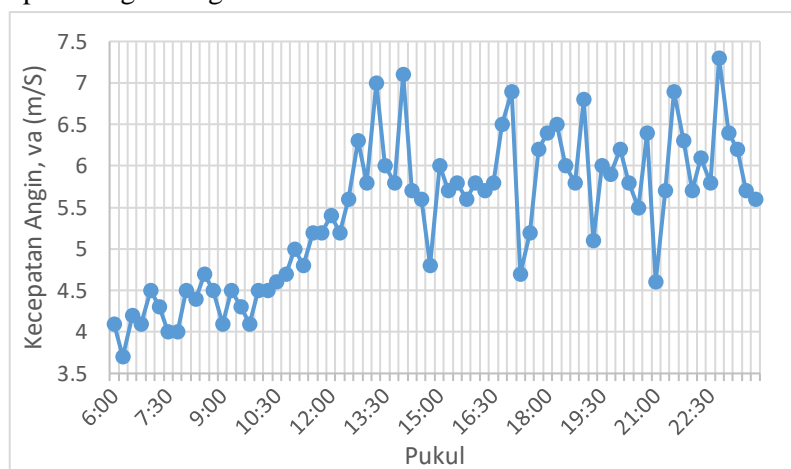
Tabel 1. Parameter yang akan diukur dalam pengujian

No	Parameter	Simbol	Satuan	Alat ukur
1	Kecepatan angin	V	m ³ /s	Anemometer
2	Putaran turbin	N	Rpm	Tachometer
3	Tegangan	V	Volt	Voltmeter
4	Arus	I	Ampere	Ampermeter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil percobaan dan analisa data maka didapatkan tabel sebagai berikut:

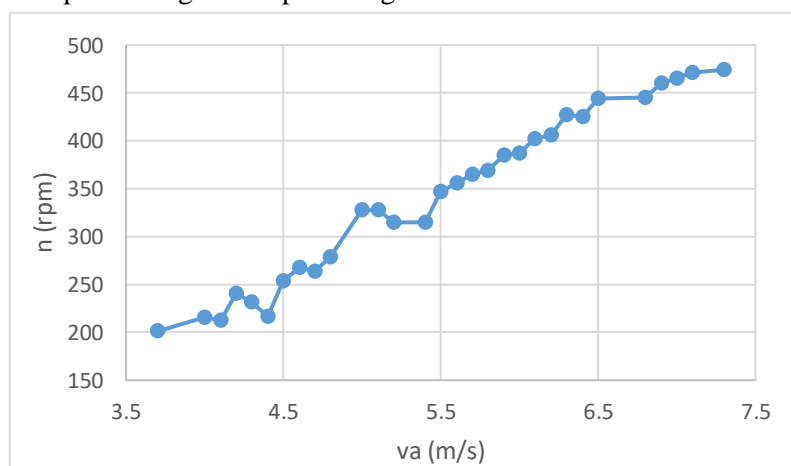
1. Hubungan kecepatan angin dengan waktu



Gambar 9. Grafik hubungan kecepatan angin dengan waktu

Berdasarkan grafik pada gambar 9 diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin berfluktuasi. Kecepatan angin tertinggi yaitu 7.3 m/s pada pukul 22:45 WITA. Sedangkan kecepatan angin terendah yaitu 3.7 m/s pada pukul 06:15 WITA.

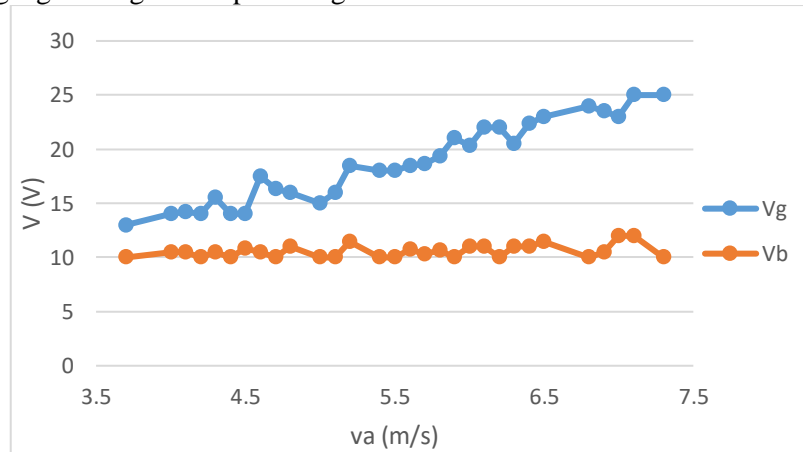
2. Hubungan putaran poros dengan kecepatan angin



Gambar 10. Grafik hubungan putaran poros dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 10 diatas dapat disimpulkan bahwa, kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran poros. Semakin tinggi kecepatan angin maka putaran poros juga semakin tinggi. Nilai tertinggi putaran poros yaitu 474 rpm dengan kecepatan angin 7.3 m/s pada pukul 22:45 WITA. Sedangkan nilai putaran poros terendah yaitu 201 rpm dengan kecepatan angin 3.7 m/s pada pukul 06:15 WITA.

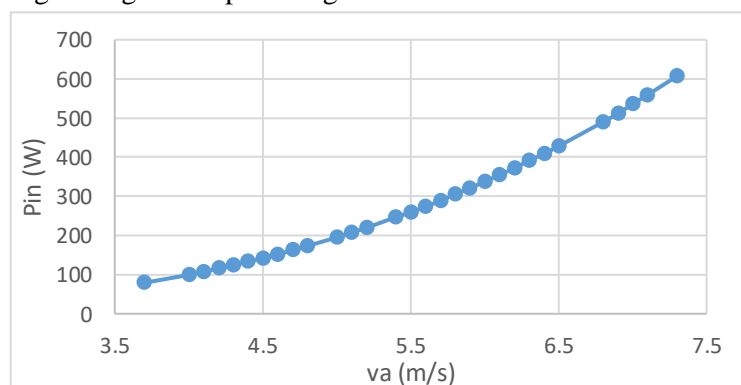
3. Hubungan tegangan dengan kecepatan angin



Gambar 11. Grafik hubungan tegangan dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 11 diatas dapat dilihat bahwa tegangan berfluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin. Semakin tinggi angin maka tegangan generator juga semakin tinggi. Tegangan generator tertinggi yang di hasilkan yaitu 25 volt dengan kecepatan angin 7.3 m/s pada pukul 22:45 WITA. Sedangkan nilai terendah tegangan generator yaitu 13 volt dengan kecepatan angin 4.1 m/s pada pukul 09:45 WITA. Tegangan berbeban cenderung konstan yaitu 9-12 Volt pada beban bohlam 15 W.

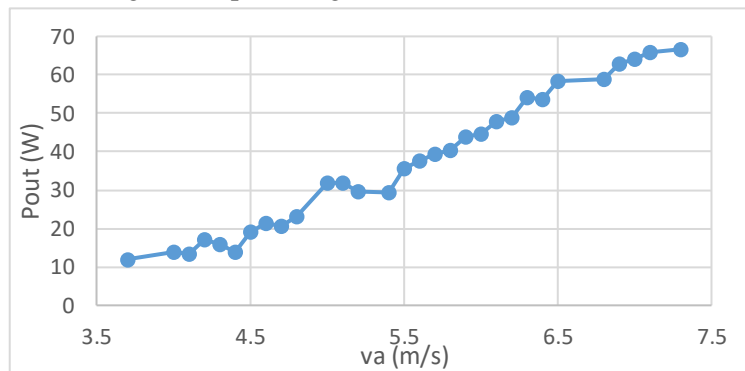
4. Hubungan daya angin dengan kecepatan angin



Gambar 12. Grafik hubungan daya angin dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 12 diatas dapat disimpulkan bahwa, kecepatan angin berbanding lurus dengan daya angin. Semakin tinggi kecepatan angin maka daya angin juga semakin tinggi. Nilai tertinggi daya angin yaitu 606.92 W dengan kecepatan angin 7.3 m/s pada pukul 22:45 WITA. Sedangkan nilai terendah daya angin yaitu 79.10 dengan kecepatan angin 3.7 m/s pada pukul 06:15 WITA.

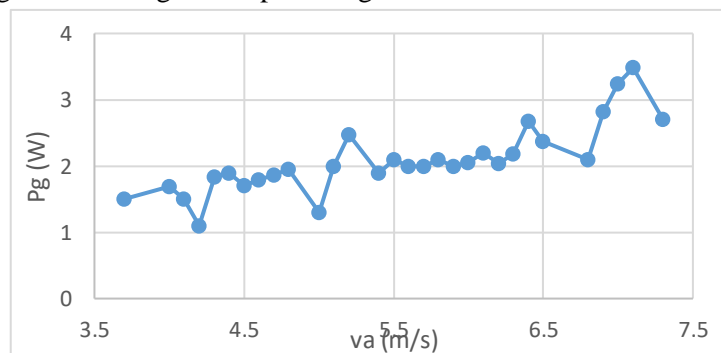
5. Hubungan daya turbin dengan kecepatan angin



Gambar 13. Grafik hubungan daya turbin dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 13 diatas dapat disimpulkan bahwa, kecepatan angin berbanding lurus dengan daya turbin. Semakin tinggi kecepatan angin maka daya turbin juga semakin tinggi. Nilai tertinggi daya turbin yaitu 66.65 W dengan kecepatan angin 7.3 m/s pada pukul 22:45 WITA. Sedangkan nilai terendah daya turbin yaitu 11.99 W dengan kecepatan angin 3.7 m/s pada pukul 06:15 WITA.

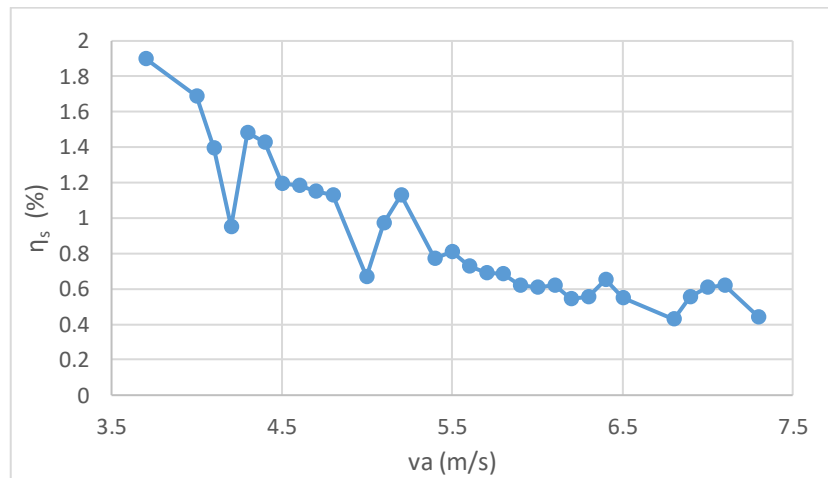
6. Hubungan daya generator dengan kecepatan angin



Gambar 14. Grafik hubungan daya generator dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 14 diatas dapat disimpulkan bahwa, daya generator berfluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin. Namun, kecepatan angin dengan daya generator berbanding lurus. Semakin tinggi kecepatan angin maka daya generator juga semakin tinggi. Daya generator tertinggi yaitu 3.48 W dengan kecepatan angin 7.1 m/s pada pukul 14:00 WITA. Sedangkan nilai terendah daya generator yaitu 0.99 W dengan kecepatan angin 4.1 m/s pada pukul 09:45 WITA.

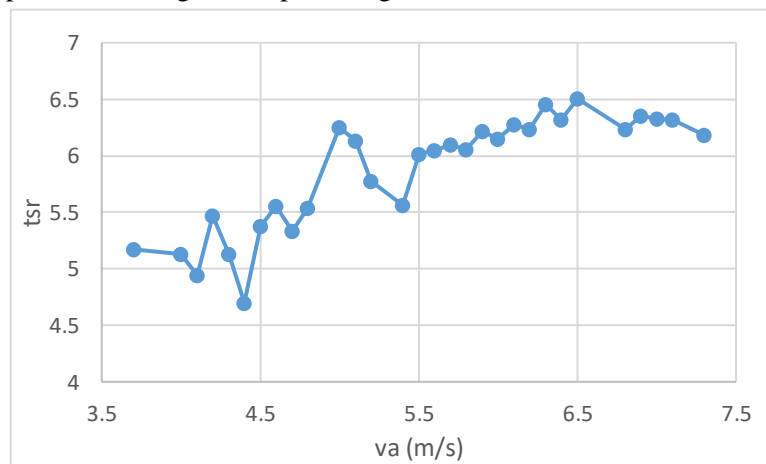
7. Hubungan efisiensi sistem dengan kecepatan angin



Gambar 15. Grafik hubungan efisiensi sistem dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 15 diatas dapat disimpulkan bahwa, daya generator berfluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin. Namun efisiensi sistem berbanding terbalik dengan kecepatan angin karena pada kecepatan angin maksimum daya generator yang dihasilkan cenderung konstan sehingga efisiensi yang dihasilkan menurun. Efisiensi sistem tertinggi yaitu 1.98 % dengan kecepatan angin 4.0 m/s pada pukul 07:45 WITA. Sedangkan nilai terendah efisiensi sistem yaitu 0.40 % dengan kecepatan angin 6.2 m/s pada pukul 20:15 WITA

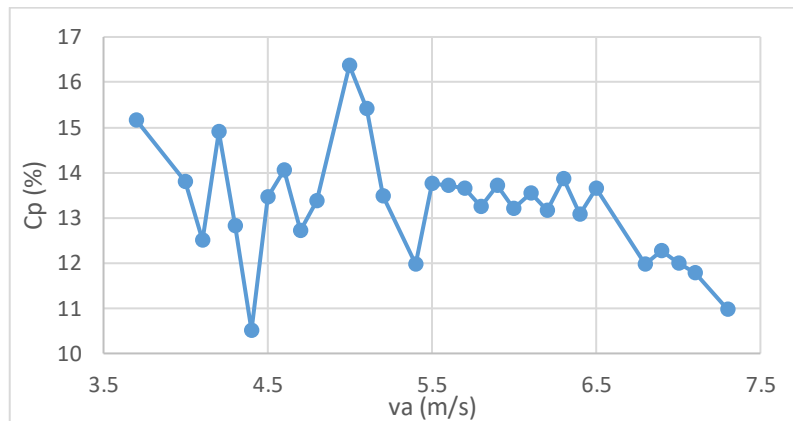
8. Hubungan tip speed ratio dengan kecepatan angin



Gambar 16. Grafik hubungan tip speed ratio dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 16 diatas dapat disimpulkan bahwa, tsr berfluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin. Namun, kecepatan angin dengan tsr berbanding lurus. Semakin tinggi kecepatan angin maka tsr juga semakin tinggi. Nilai tsr tertinggi yaitu 6.55 dengan kecepatan angin 6.5 m/s pada pukul 18:15 WITA. Sedangkan nilai tsr terendah yaitu 4.67 dengan kecepatan angin 4.1 m/s pada pukul 09:00 WITA.

9. Hubungan koefisien daya dengan kecepatan angin



Gambar 17. Grafik hubungan koefisien daya dengan kecepatan angin

Berdasarkan grafik pada gambar 17 diatas dapat disimpulkan bahwa, koefisien daya berfluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin. Koefisien daya tertinggi yaitu 15.42 % dengan kecepatan angin 5.1 m/s pada pukul 19:15 WITA. Sedangkan nilai terendah koefisien daya yaitu 10.51 % dengan kecepatan angin 4.0 m/s pada pukul 07:30 WITA.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian turbin angin sumbu horizontal 3 blade menggunakan PVC didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil merancang dan membuat turbin angin sumbu horizontal 3 blade dari bahan PVC ukuran 5 inci dengan panjang 910 mm.
2. Kinerja Turbin angin sumbu horizontal 3 blade menggunakan PVC terhadap kecepatan angin adalah sebagai berikut;
 - a) Putaran poros tertinggi yang dihasilkan yaitu 474 rpm pada kecepatan angin 7.3 m/s dan putaran poros terendah yaitu 201 rpm pada kecepatan angin 3.7 m/s.
 - b) Tegangan generator tertinggi yang dihasilkan yaitu 25 volt pada kecepatan angin 7.3 m/s dan tegangan generator terendah yaitu 13 volt pada kecepatan angin 4.1 m/s. Tegangan berbeban cenderung konstan yaitu 9-12 Volt pada beban bohlam 15 W.
 - c) Daya angin tertinggi yang dihasilkan yaitu 606.92 W pada kecepatan angin 7.3 m/s dan daya angin terendah yaitu 79.10 kecepatan angin 3.7 m/s.
 - d) Daya generator tertinggi yang dihasilkan yaitu 3.48 W pada kecepatan angin 7.1 m/s dan daya generaor terendah yaitu 0.99 W kecepatan angin 4.1 m/s.
 - e) Efisiensi sistem tertinggi yang dihasilkan yaitu 1.98 % pada kecepatan angin 4.0 m/s dan efisiensi sistem terendah yaitu 0.40 % kecepatan angin 6.2 m/s.
 - f) Tip Speed Rasio tertinggi yang dihasilkan yaitu 6.55 pada kecepatan angin 6.5 m/s tip speed rasio terendah yaitu 4.67 W kecepatan angin 4.1 m/s.
 - g) Koefisien daya tertinggi yang dihasilkan yaitu 15.42 % pada kecepatan angin 5.1 m/s dan koefisien daya terendah yaitu 10.51 % kecepatan angin 4.0 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saputra, Maudi. 2016. Kajian Literatur Sudut Turbin Angin untuk Skala Kecepatan Angin Rendah. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Teuku Umar Vol 2 No 2: Aceh.
- [2] Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional. 2021. Potensi Energi Angin Indonesia (Online), (<https://petkebt.esdm.go.id>), diakses 21 Agustus 2020.
- [3] Danu Widjayato. Merllw Bot. "Online". <https://id.wikipedia>. Turbin_angin&action. Diakses pada tanggal 20 Februari 2022.
- [4] Yusuf Ismail. Choerul Saleh. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal untuk Penerangan Rumah Tangga didaerah Pesisir Pantai. Jurnal Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang Vol. 7 No.1: 20-28.