

UJI KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN TIPE BILAH INVERSE TAPER DENGAN JARI-JARI 1,3m PADA KECEPATAN ANGIN DI PEKANBARU

Edwin Reinaldy Sibuea¹, Dinni Agustina², Awaludin Martin³

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹edwin.reinaldysibuea@student.unri.ac.id, ²dinniagfa@lecturer.unri.ac.id³awaludinmartin,01@gmail.com

ABSTRACT

The increasing needs of electrical energy and the limited amount of fossil fuel that keep reducing give a huge effect to the enhancement of renewable wind energy to grows rapidly, one of it is wind turbine. The purpose of this research is to study the performance of horizontal axis wind turbine with inverse taper blade. The wind turbine is place on a building with $\pm 15m$. The output power is measured under loading condition with 4.37 kg load. Acquired data were wind velocity, air temperature, constant load, and the shaft rotation speed. The result of the power test is 0.49 watt under wind velocity of 2.92 m/s and Tip Speed Ratio (TSR) 0.056

Keyword: Wind turbine, wind speed, inverse taper, TSR

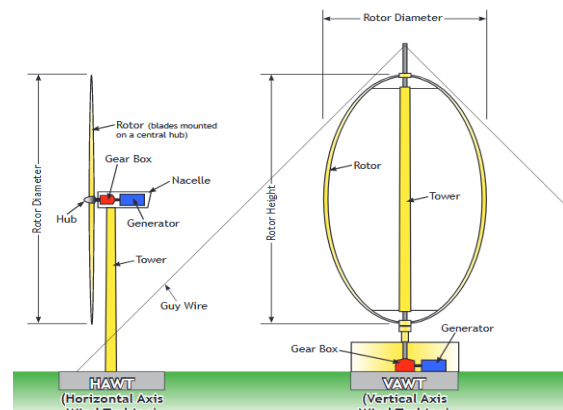
1. Pendahuluan

Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan angin sebagai sumber energinya. Karena sifatnya yang ramah lingkungan, sumber energi angin mulai dikembangkan guna mengantisipasi terjadinya krisis energi. Dalam rangka pengembangan teknologi SKEA, telah dilakukan banyak penelitian untuk menghasilkan sistem yang mampu bekerja secara optimal, salah satunya yang cocok untuk dikembangkannya itu sumber energi yang berasal dari angin (*wind energy*) namun kebutuhan energi listrik dan pemakaian listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahun [1]. Seiring peningkatan pembangunan pada bidang teknologi, industri dan komunikasi, kebutuhan akan energi khususnya energi listrik di Indonesia, merupakan bagian yang terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat. Pemakaian listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, terjadi kenaikan pemakaian listrik sebesar 73,82% dalam kurun waktu 8 tahun (2004-2012). [2].

Berdasarkan data badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Pekanbaru. Rata-rata kecepatan angin perbulan dalam kurun waktu 2011 sampai 2015 yaitu 5,55 knot, maka dapat dipahami untuk perancangan turbin angin yang cocok di Pekanbaru adalah kategori turbin angin kecepatan angin rendah. [3]. Turbin angin adalah sebuah alat yang memanfaatkan energi kinetik angin dan mengubahnya menjadi energi gerak putaran rotor dan putaran poros generator untuk menghasilkan energi listrik. Energi gerak yang berasal dari angin akan diteruskan menjadi gaya gerak dan torsi pada poros generator yang kemudian akan dihasilkan energi listrik. Turbin angin sumbu horizontal merupakan turbin angin yang sumbu rotasi rotornya paralel terhadap permukaan tanah. Turbin

angin sumbu horizontal memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara dan diarahkan menuju arah datangnya angin untuk memanfaatkan energi angin.. [4].

Untuk dapat mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik sebuah turbin angin membutuhkan komponen-komponen yang saling berhubungan. Secara umum komponen utama turbin angin diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1 Turbin Angin Sumbu Horizontal dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (Type of Wind Turbines). [5]

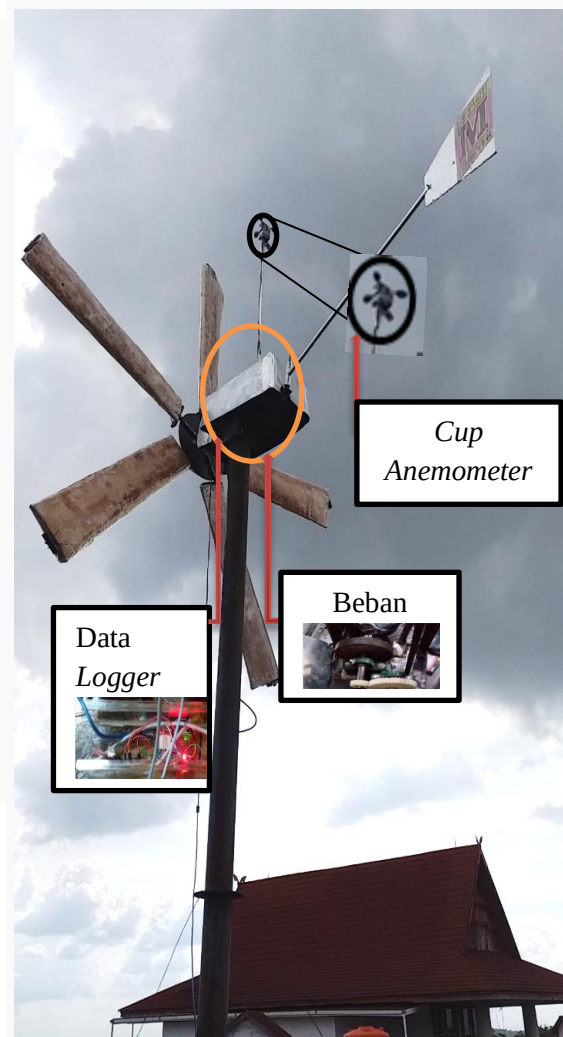
Rotor turbin angin kecil diarahkan menuju dari arah datangnya angin dengan pengaturan baling-baling angin sederhana. Sedangkan turbin angin besar umumnya menggunakan sensor angin dan motor yang mengubah rotor turbin mengarah pada arah datangnya angin [5]. Menurut penelitian Nishizawa pada tahun 2013 mengenai turbin angin dengan tipe bilah *inverse taper* telah melakukan penelitian mengenai turbin angin dengan membandingkan tipe-tipe bilah turbin angin dengan jari-jari yang sama yaitu 0,6m dalam penelitiannya

diperoleh hasil terbaik dengan menggunakan bilah *inverse taper* sebanyak 5 bilah.

Dengan demikian turbin angin bukan merupakan suatu yang baru diteliti oleh orang lain. Tetapi untuk berputar dengan baik yang sesuai kecepatan angin dilokasi instalasinya, merupakan tujuan utama bagi setiap orang yang merancang dan meneliti mengenai turbin angin [6]. Pada penelitian ini pengujian turbin angin ditempatkan pada ketinggian 19meter diatas permukaan tanah yaitu diatas Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau, sehingga pengujian dilakukan dengan karakteristik angin yang terdapat dipekanbaru.

2. Metode

Metode Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian secara eksperimental. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin terhadap potensi daya angin yang dihasilkan. Turbin angin yang diuji adalah turbin angin sumbu horizontal dengan tipe bilah *Inverse taper*. Pengujian ini dilakukan selama 3 hari dengan tujuan agar kecepatan angin yang terjadi lebih bervariasi dan diperoleh daya maksimum pada kecepatan angin rancangan untuk 300 watt yaitu pada 7 m/s.



Gambar 2 Turbin Angin

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan secara langsung dimana pengambilan data didasarkan pada hasil pengujian turbin angin yang memiliki tiang dengan tinggi 4,2m, ditempatkan di atas bangunan dengan tinggi ± 15 m. Data yang akan diambil direkam disimpan menggunakan data *logger* arduino sumber terbuka sebagai mikro kontroler. Adapun data yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan angin
2. Beban konstan 4,37 kg
3. Kecepatan putaran poros rotor turbin angin
4. Temperatur lingkungan

Pengujian Turbin angin dilakukan dengan kondisi pembebanan .beban yang diberikan dalam bentuk hambatan 4,37 Kg[3]. Daya angin merupakan potensi daya yang terkandung pada udara yang bergerak yang diformulasikan sebagai berikut. (Mathew,S. 2006). [4]

$$P = \frac{1}{2} \rho_a A_T V^3 \quad (1)$$

Setelah daya angin pada turbin angin diketahui maka *power coefficient* (C_p) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_p = \frac{8P_D}{\pi \rho_a d^2 V^3} \quad (2)$$

3. Hasil

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian perhitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dijelaskan pada pendahuluan untuk menghitung parameter-parameter mengenai kinerja turbin angin . Adapun spesifikasi turbin angin yang diuji adalah sebagai berikut :

Daya Rancangan	: 300 Watt
Diameter Bilah	: 2,6 m
Material Bilah	: Resin <i>Epoxy</i> Penguat Serat Tandan Kosong Sawit
Luas Sapuan	: 5.309 m ²
TSR rancangan	: 0,4
Tinggi tiang	: 4,2 m
C _p rancangan	: 0,36
Diketahui :	
Kecepatan Angin	: 2,92 m/s
Putaran	: 5,2 rpm

Massa jenis udara (28°C) : 1,172 kg/m³
(cengel,2006, Tabel A-15 SI units)

- a. Potensi daya angin

$$P = \frac{1}{2} \times 1,172 \times 5,309 \times 2,92^3 \times 0,36$$

$$P = 27,88 \text{ W}$$

- b. Daya yang diperoleh

$$P = T \times \omega$$

$$P = \frac{4,37 \times 1,3 \times 5,2}{60}$$

$$= 0,49 \text{ Watt}$$

- c. TSR

$$\Omega = \frac{2\pi n}{60}$$

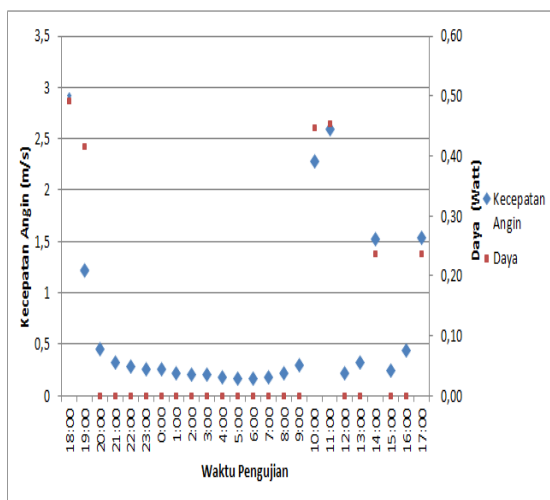
$$\Omega = \frac{2 \times \pi \times 5,2}{60}$$

$$\Omega = 0,544 \text{ rad/s}$$

$$\text{TSR} = \frac{2 \times \pi \times 0,544}{60}$$

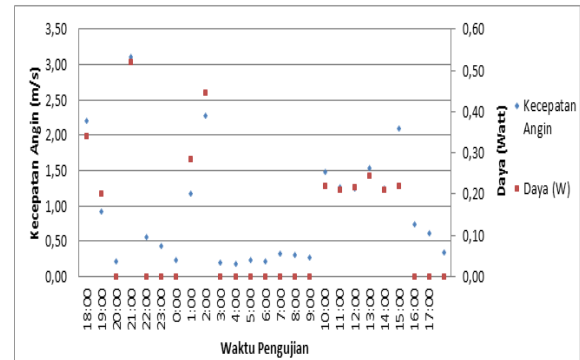
$$\text{TSR} = 0,056$$

Pada pengujian Hari pertama Pengujian hari pertama tanggal 11 Desember 2019 , kecepatan angin yang terjadi sangat bervariasi. Kecepatan angin kecepatan angin tertinggi diperoleh pada pukul 20:33:17 yakni dengan kecepatan 2,92 m/s seperti diperlihatkan pada Gambar 3



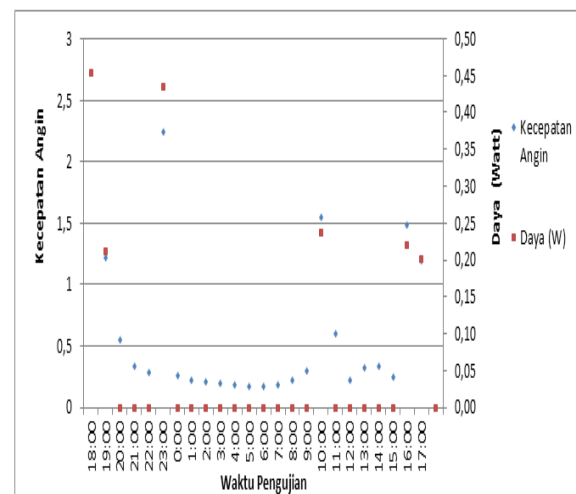
Gambar 3. Pengujian Hari Pertama

Pengujian hari kedua diperoleh kecepatan angin tertinggi pada pukul 18:55:12 yaitu 3,10 yang terjadi ketika mulai hujan. Variasi kecepatan angin yang diperoleh pada saat pengujian hari kedua ditampilkan pada Gambar 4



Gambar 4 Pengujian hari ke dua

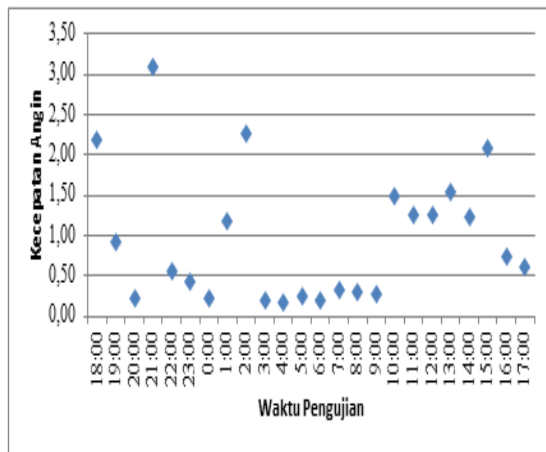
Pengujian hari ketiga diperoleh kecepatan angin tertinggi pada pukul 19:23:15 yaitu 2,72 yang terjadi ketika mulai hujan. Variasi kecepatan angin yang diperoleh pada saat pengujian hari kedua ditampilkan pada Gambar 5



Gambar 5 Pengujian hari ke tiga

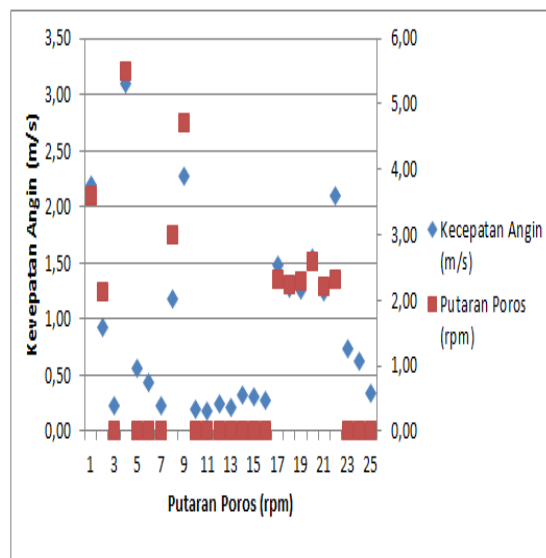
4. Pembahasan

Pengujian turbin angin dilaksanakan pada tanggal 11,12,13 Desember 2019 diatas gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau. Setelah melakukan pengujian, diperoleh hasil berupa kecepatan angin , temperatur udara, putaran poros. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik berdasarkan data yg diperoleh perhari. Pengujian hari kedua diperoleh kecepatan angin tertinggi pada pukul 18:55:12 yaitu 3,10 yang terjadi ketika mulai hujan. Selain kecepatan , arah angin yang terjadi juga bervariasi hal ini terjadi karena adanya pepohonan disekitar lokasi pengujian.



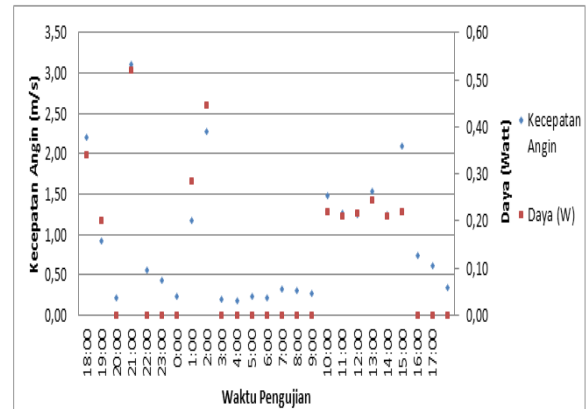
Gambar 6 Grafik Kecepatan Angin

Setelah data diperoleh seperti data yang ditampilkan pada gambar 3, kemudian diolah untuk mendapatkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Adapun hubungan kecepatan angin dengan putaran poros diperlihatkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Dan Kecepatan Putaran Poros

Putaran ujung bilah pada turbin angin berbanding lurus dengan kecepatan angin[1]. Berdasarkan gambar diatas Gambar 4 diatas, diperoleh kecepatan putaran poros tertinggi adalah rpm yang dicapai pada kecepatan angin 3,10 m/s. Ketika kecepatan angin 3,10 m/s daya yang dihasilkan tertinggi 0,52 Watt yang diperlihatkan pada grafik Gambar 5 dan pada kecepatan angin saat itu juga mengalami furling yang mengakibatkan turunnya putaran poros turbin sehingga daya yang dihasilkan turun.



Gambar 8 Hubungan Kecepatan Angin dan Daya

Hal yang paling penting dalam penelitian mengenai pengujian turbin angin adalah kemampuan bilah turbin angin untuk merubah energi angin menjadi energi mekanik. Kemampuan bilah ini juga dapat dilihat melalui *power coefficient* (C_p). C_p bilah yang diperoleh pada penelitian ini relatif kecil. Faktor utama yang mempengaruhi kecilnya C_p yang diperoleh adalah banyaknya pepohonan yang berada disekitar lokasi pengujian, sehingga arah angin yang terjadi sangat bervariasi dan selalu berubah terhadap waktu. Hal ini mengakibatkan turbin angin selalu berusaha menghadap arah datangnya angin, namun sebelum turbin angin menghadap arah angin, arah angin kemudian berubah. Berbeda hal nya dengan sensor kecepatan angin yang digunakan yaitu cup anemometer yang mampu menerima angin dari segala arah. Hal inilah yang mengakibatkan rendahnya daya yang dihasilkan, sementara pada pembacaan kecepatan angin tetap tinggi sehingga potensi angin yang tersedia tinggi.

5. Simpulan dan Saran

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Arah dan kecepatan angin hasil pengujian sangat bervariasi
2. Turbin angin dapat memutar poros dengan beban pada kecepatan angin 3,10 m/s dan furling pada kecepatan angin diatas 3 m/s
3. Kecepatan angin rata-rata tertinggi diperoleh pada pengujian hari pertama tepatnya pukul 21:00 3,10 m/s
4. Pada putaran poros maksimal 5,5 rpm diperoleh TSR 0,056 dengan kecepatan angin 3,10 m/s
5. Potensi daya angin yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 77,45 Watt walaupun tidak sesuai rancangan dengan $P_e = 300$ Watt
6. Agar dapat menghasilkan daya (Watt) yang dirancang sebaiknya dapat mempertimbangkan dengan diameter bilah dan material bilah.

7. Untuk memperoleh potensi daya angin yang sesuai direkomendasikan ke daerah pantai , agar dapat mencapai daya (Watt) yang dirancang

Daftar Pustaka

- [1] ESDM,P.(2012). *Handbook of Energy And Economic Statistics of Indonesia*. Jakarta: ESDM.
- [2] GS.Tino Ferinando.”Unjuk Kerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Berdiameter 2,6 Meter Di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau “Jom FTEKNIK Volume 4 No.1 Februari 2017.
- [3] Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika. (2018). Data Kecepatan Angin di Wilayah Pekanbaru.Pekanbaru.BMKG.
- [4] Mathew,S.(2006). *Wind energy Fundamentals, Resource Anlysis and Economics*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [5] Type of Wind Turbines.(diakses 29 maret 2016) [http://www.teachergeek.org/wind turbine types.pdf](http://www.teachergeek.org/wind-turbine-types.pdf),(3).
- [6] Nishizawa(2013). *An experimental study on performance of curved-plate bladed rotor*.Renewable energy, Vol.49, Pages 6-9.