

ANALISA PERBEDAAN KECEPATAN TURBIN ANGIN SAVONIUS 2 SUDU DENGAN MEMBANDINGKAN PERBEDAAN TINGGI SUDU

Idzani Muttaqin

Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Kalimantan MAB
Jl. Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin
Email : idzanimuttaqin@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang pesat serta adanya keterbatasan sumber daya energi fosil yang tersedia mengakibatkan perlunya dikembangkan teknologi pemanfaatan sumber energi terbarukan yang salah satunya adalah energi angin. Untuk keperluan tersebut maka diperlukan instalasi turbin angin sebagai pinranti untuk mengkonversi energi angin menjadi listrik.

penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data dan studi literatur yaitu penelitian dengan cara membaca literatur atau referensi yang berhubungan dengan turbin angin. Selain itu penulis juga melakukan perhitungan yang sesuai dengan data-data yang ada sehingga hasil yang didapat lebih akurat.

Pada hasil Perhitungan dapat di lihat *Tip Speed Ratio* mengalami penurunan meski kecepatan angin bertambah tinggi terlihat pada hasil perhitungan pada Kecepatan angin 3 m/s maka $TSR = 3,140$ dan pada Kecepatan Angin 4 m/s maka $TSR = 2,355$ serta pada Kecepatan Angin 5 m/s maka $TSR = 1,884$, Sedang kan tinggi sudu tidak mempengaruhi *Tip Speed Rasio* tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu 0,8 m , 1 m, dan 1,2 m perhitungan *Tip Speed Ratio* sama. Sedangkan Pada Hasil Perhitungan Torsi mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedang kan tinggi sudu sangat mempengaruhi Torsi tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Torsi akan berubah. Sedangkan Pada Perhitungan Daya mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedang kan tinggi sudu sangat mempengaruhi Daya tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Daya akan berubah.

Kata Kunci : Energi, Kecepatan, Sudu, Angin dan Turbin

ABSTRACT

Increased energy demand in line with rapid population growth and the limited available fossil energy resources resulted in the need to develop technology utilization of renewable energy sources, one of which is wind energy. For this purpose wind turbine installation is required as a pinranti to convert wind energy into electricity.

This research is done by data collection and literature study that is research by reading literature or reference related to wind turbine. In addition the authors also perform calculations in accordance with existing data so that the results obtained more accurate. In the calculation results can be seen Tip Speed Ratio decreased although wind speed increased height seen in the calculation results at wind speed 3 m / s then $TSR = 3,140$ and at Wind Speed 4 m / s then $TSR = 2,355$ and at Wind Speed 5 m / S then $TSR = 1.884$, Medium high blade does not affect Tip Speed The ratio is seen at the difference of 0.8 m, 1 m, and 1.2 m level of Speed Ratio Tip tip. While on the calculation results Torque has increased as the wind speed increases high, moderately high blade greatly

affect the torque is seen on the difference in high blade then the Torque calculation will change. While the Power Calculation has increased as the wind speed increases, while the high blade greatly affects the power is seen on the difference of the high blade then the Power calculation will change.

Keywords: Energy, Speed, Sudu, Wind and Turbine

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang pesat serta adanya keterbatasan sumber daya energi fosil yang tersedia mengakibatkan perlunya dikembangkan teknologi pemanfaatan sumber energi terbarukan yang salah satunya adalah energi angin. Untuk keperluan tersebut maka diperlukan instalasi turbin angin sebagai pinranti untuk mengkonversi energi angin menjadi listrik. Akan tetapi pemanfaatan energi angin guna pembangkit listrik atau yang sering disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Indonesia menghadapi beberapa kendala, terutama disebabkan oleh rendahnya kecepatan angin rata-rata yang hanya berkisar antara 2,5 – 6 m/s.

Turbin angin tipe Savonius merupakan salah satu turbin angin yang cocok untuk daerah dengan potensi energi angin kecepatan rendah. Turbin angin Savonius pertama kali ditemukan oleh S.J. Savonius pada tahun 1920. Pada prinsipnya turbin angin tipe Savonius pada mulanya (konvensional) adalah plat tabung yang dibelah dua dan saling disatukan sehingga berbentuk huruf S. Sehingga pada turbin angin Savonius konvensional hanya terdiri atas dua buah *sudu* saja. Untuk daerah dengan kecepatan angin yang berbeda diperlukan desain turbin angin yang berbeda. Selain itu posisi turbin angin dan arah datangnya angin pada saat berhembus menimbulkan permasalahan apakah torsi yang dihasilkan dapat melampaui nilai kecepatan minimal anginyang mampu membuat turbin angin berputar. Sehingga diperlukan kajian mengenai mengenai pada kecepatan angin berapa turbin berputar dan torsi yang dihasilkan untuk

setiap orientasi arah angin dengan turbin angin. Jumlah *sudu* dalam hal ini dapat meningkatkan rata-rata torsi untuk tiap orientasi arah angin. Sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh jumlah *sudu* yang cocok untuk kecepatan angin yang berbeda.

Pada penelitian yang telah lalu, penelitian bagaimana pengaruh jumlah *sudu* untuk nilai performansi turbin angin Savonius .*Overlap Ratio* yang digunakan pada model turbin tersebut bernilai negatif. Hal ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan UK. Saha(2008), yang dalam desainnya menggunakan nilai *Overlap Ratio* 20% - 30%. Desain tersebut berdasar pada penelitian yang telah lalu oleh Ushiyama and Nagai (1988); Fujisawa(1992) . Tetapi desain tersebut untuk Savonius konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode atau pendekatan secara teoritis dan eksperimental. Kajian secara teoritis untuk mendapatkan parameter-parameter utama dalam sistim pembangkit gabungan tenaga angin dan surya dengan berbagai sumber literatur baik berupa buku teks maupun internet. Sedangkan pendekatan secara eksperimental dilakukan dengan mengoptimasi *prototype* dan menguji performance sistim pembangkit gabungan tersebut.

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada asalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak digunakan

di Denmark, Belanda, dan Negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *windmill*.



Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. walaupun sampai saat ini penggunaan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Co: PLTD, PLTU, dll).

Energi kinetik untuk suatu massa angin m yang bergerak dengan kecepatan v yang nantinya akan diubah menjadi energi poros dapat dirumuskan sebagai berikut:¹

$$E = 1/2 mv (Nm) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

m : massa udara yang bergerak (kg)

v : kecepatan angin (m/s)

Energi kinetik yang terkandung dalam angin inilah yang ditangkap oleh turbin angin untuk memutar rotor. Dengan menganggap suatu penampang melintang A , dimana udara dengan kecepatan v mengalami pemindahan volume untuk setiap satuan waktu, yang disebut dengan aliran volume V sebagai persamaan:²

$$V = vA \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

V : laju volume (m³/s)

v : kecepatan angin (m/s)

A : luas area sapuan rotor (m²)

Sedangkan aliran massa dengan kecepatan udara p sebagai:³

$$m = \rho Av \dots\dots\dots (2.3)$$

Persamaan-persamaan diatas menunjukkan energi kinetik dan aliran massa yang melewati suatu penampang melintang A sebagai energi P yang ditunjukkan dengan mensubstitusi persamaan (2.3) ke persamaan (2.1) menjadi:⁴

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

P : daya mekanik (W)

v : kecepatan angin (m/s)

ρ : densitas udara (ρ rata-rata : 1,2 kg/m³)

Karena setiap jenis turbin angin mempunyai karakteristik aerodinamika yang unik, maka faktor daya sebagai fungsi dari TSR untuk setiap jenis turbin angin juga berbeda-beda. Dengan memasukkan faktor daya C_p , sebagaimana dijelaskan sebelumnya, gaya mekanik aktual yang dapat diperoleh dari energi kinetik pada angin menjadi:⁵

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots (2.5)$$

Parameter utama yang mempengaruhi C_p adalah: jumlah bilah sudu, panjang *chord* bilah sudu, karakteristik aerodinamis bilah sudu, NREL menambahkan kemampuan sebuah SKEA juga dibatasi oleh rugi-rugi pada generator dan sistem transmisi.

Kriteria Pemilihan Turbin

Pada umumnya turbin angin yang mempunyai jumlah sudu banyak (*soliditas* tinggi) akan mempunyai torsi yang besar. Turbin angin jenis ini banyak digunakan untuk keperluan mekanikal seperti pemompaan air, pengolahan hasil pertanian dan aerasi tambak. Sedangkan

¹ Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 :

81

² Idem

³ Daryanto, Y., 2007. *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. Balai PPTAGG - UPT-LAGG

⁴ Idem

⁵ Idem

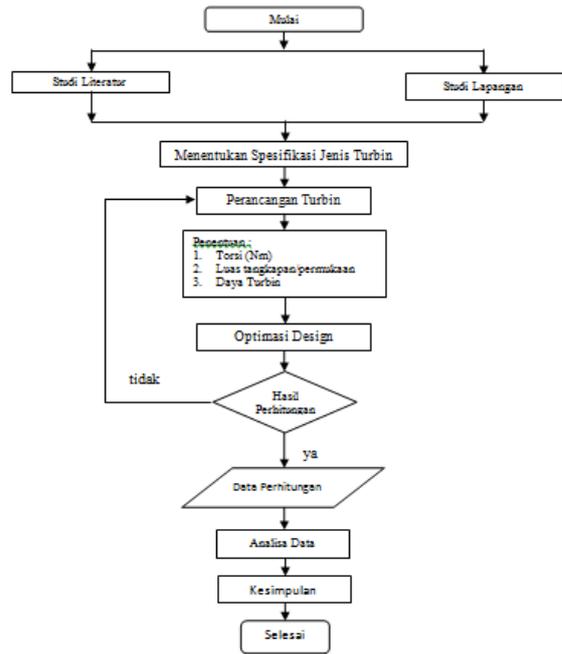
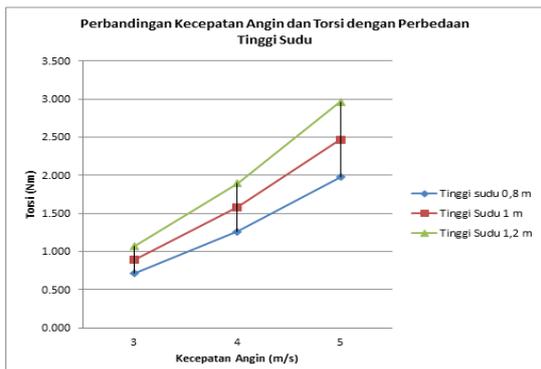
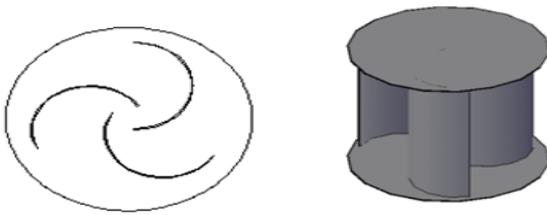
turbin angin dengan jumlah sudu sedikit, misalnya dua atau tiga, digunakan untuk keperluan pembangkitan listrik. Turbin angin jenis ini mempunyai torsi rendah tetapi putaran rotor yang tinggi.

Jika dikaitkan dengan sumber daya angin, turbin angin dengan jumlah sudu banyak lebih cocok digunakan pada daerah dengan potensi energi angin yang rendah karena *Rated Wind Speed*-nya tercapai pada putaran rotor dan kecepatan angin yang tidak terlalu tinggi. Sedangkan turbin angin dengan sudu sedikit (untuk pembangkitan listrik) tidak akan beroperasi secara efisien pada daerah dengan kecepatan angin rata-rata kurang dari 4 m/s.

Sedangkan untuk pemilihan turbin ini ada beberapa pertimbangan:

- a. Pertimbangan Diameter Rotor
- b. Pertimbangan Effisiensi Rotor
- c. Pertimbangan Aerodinamik
- d. Pertimbangan Struktur

Dengan demikian daerah-daerah dengan potensi energi angin rendah, yaitu kecepatan angin rata-rata kurang dari 4 m/s, lebih cocok untuk dikembangkan turbin angin keperluan mekanikal. Jenis turbin angin yang cocok untuk keperluan ini antara lain *American Type Multi Blade*, *Cretan Sail* dan *Savonius*.



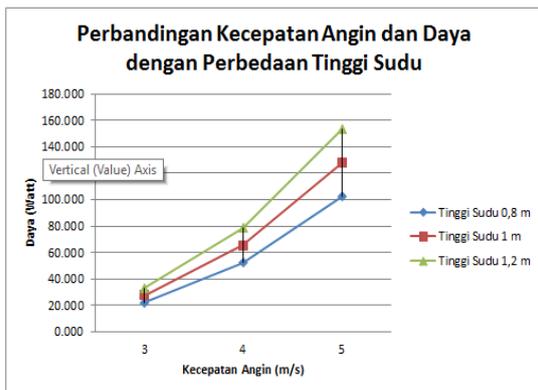
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data kecepatan angin di daerah kalimantan selatan khususnya daerah Banjarmasin utara. Kecepatan angin tidak melebihi 5 m/s, kalau pun ada sangat jarang sehingga pemilihan untuk pemakaian turbin angin pada kecepatan 2 m/s. pada penelitian turbin angin ini menggunakan nilai daya mekanik (P). Nilai C_p maksimum *Power Coefficient* digunakan *betz Number* (0.59), massa jenis udara yang digunakan 1.225 (Kg/m^3). Kecepatan angin dipakai 4 m/s, maka akan didapat perbandingan kecepatan.



Pada Grafik diatas dapat di lihat *Tip Speed Ratio* mengalami penurunan meski kecepatan angin bertambah tinggi, Sedangkan tinggi sudu tidak mempengaruhi *Tip Speed Rasio* tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu perhitungan *Tip Speed Ratio* sama.

Pada Grafik diatas dapat di lihat Torsi mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedangkan tinggi sudu sangat mempengaruhi Torsi tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Torsi akan berubah.



Pada Grafik diatas dapat di lihat Daya mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedangkan tinggi sudu sangat mempengaruhi Daya tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Daya akan berubah.

Aspek Ekonomis

Pertimbangan aspek ekonomi pembangkit umumnya meliputi 3 lingkup besar, yaitu: (i) biaya investasi awal; (ii) biaya operasional; (iii) biaya perawatan pembangkit. Sifat ekonomis sebuah sistem pembangkit listrik dapat dilihat dari harga jual listrik untuk setiap kWh (kilo watt kali jam). Salah satu faktor yang mempengaruhi bahwa pembangkit listrik-ekonomis (harga jual listrik serendah mungkin untuk setiap kWh) adalah biaya bahan bakar. Secara umum, biaya bahan bakar untuk pembangkit berbahan bakar fosil adalah 80 % dari biaya pembangkitan dan untuk pembangkit nuklir adalah 50 % dari biaya pembangkitan.

Keuntungan

- dapat menjadi power alternative dikala PLN tidak berfungsi / terjadi pemadaman listrik.
- bebas dan dapat dipakai didaerah terpencil/terisolir dan pedalaman.

- juga dapat dipakai di tambak, jalan trotoar dll

Biaya awal sistem energi angin jauh lebih tinggi dibandingkan dengan generator mesin diesel dengan output yang sebanding, namun biaya operasional dan biaya perawatan selalu lebih rendah dari pada generator mesin diesel. Penggunaan sendiri – sendiri dari kedua sistem tersebut dapat berakibat pada *Over Sizing* pada keandalan sistem, yang berpotensi membuat biaya desain menjadi lebih mahal dan berkurangnya efisiensi.

Pembangkit Listrik Kebutuhan Rumah Tangga merupakan sebuah alternatif yang murah dan hemat untuk digunakan sebagai sumber listrik alternatif selain dari sumber energi listrik PLN Dengan menggunakan perangkat ini, kita sudah memiliki sumber energi sendiri tanpa ketergantungan dengan pihak lain, hemat BBM, dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil Perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan adalah:

1. Pada Grafik diatas dapat di lihat *Tip Speed Ratio* mengalami penurunan meski kecepatan angin bertambah tinggi terlihat pada hasil perhitungan pada Kecepatan angin 3 m/s maka $TSR = 3,140$ dan pada Kecepatan Angin 4 m/s maka $TSR = 2,355$ serta pada Kecepatan Angin 5 m/s maka $TSR = 1,884$, Sedangkan tinggi sudu tidak mempengaruhi *Tip Speed Rasio* tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu 0,8 m , 1 m, dan 1,2 m perhitungan *Tip Speed Ratio* sama.
2. Pada Grafik diatas dapat di lihat Torsi mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedangkan tinggi sudu sangat mempengaruhi Torsi tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Torsi akan berubah

3. Pada Grafik diatas dapat di lihat Daya mengalami kenaikan pada saat kecepatan angin bertambah tinggi, Sedang kan tinggi sudu sangat mempengaruhi Daya tersebut terlihat pada perbedaan tinggi sudu maka perhitungan Daya akan berubah.
- [11]UNJUK+KERJA+MODEL+TURBIN+ANGIN+POROS+VERTIKAL+TI P

REFERENSI

- [1] Abdul Kadir, 2010, *ENERGI*. Sumberdaya, Inovasi Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi, Universitas Indonesia, Edisi Ketiga . Jakarta
- [2] Daryanto, Y., 2007. *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. Balai PPTAGG - UPT-LAGG
- [3] Francis M. Vanek., Louis D. Albright, 2008. *Energi Systems Engineering., Evaluation & Implementation.*, The McGraw-Hill Companies. USA
- [4] Idzani Muttaqin, *Tesis S2*, pengembangan sistim pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 250 w untuk rumah tangga. Uniska Banjarmasin
- [5] Paul A.Tipler., *Fisika*. Untuk Sains dan Teknik., Penerbit Erlangga, Edisi ketiga Jilid 2., Jakarta
- [6]<http://digilib.uns.ac.id/dokumen/abstrak/14440/Analisis-kinerja-turbin-angin-poros-vertikal-dengan-modifikasi-rotor-savonius-l-untuk-optimasi-kinerja-turbin>
- [7] [Http:// www. elektro indonesia.com/ elektro/ ener34.html](http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener34.html)
- [8]<http://lecturer.polindra.ac.id/~willy/penelitian/Perancangan-Turbin-Angin-Sumbu-Vertikal-Tipe-Drag.pdf>.
- [9]<https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiZ7tGSuejKAhVRGo4KHU4hDI0QFggZMAA&url=https%3A%2F%2Fcore.ac.uk%2Fdownload%2Fpdf%2F11733541.pdf&usg=AF>
- [10]<https://www.google.co.id/webhp?sourceid=chromeinstant&ion1&espv2&ieUTF>