

RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI KINCIR ANGIN DI PANTAI SELATAN JAMPANG KULON

Iyus Maulana¹, Agung Nurdiansyah², Ujang Asep Rustandi³, Ujang Sanwasi⁴
Program Studi S1 Teknik Mesin, STT Nusa Putra Sukabumi, Indonesia

Abstract— Wind is a clean alternative energy sources and environment-friendly. The conversion of wind energy into electrical energy through a two-stage i.e. Windmill to convert wind energy into kinetic energy (rotation), the resulting rotation used to run electric generators to convert the kinetic energy into electrical energy.

There are two known windmill type i.e. Horizontal Axis Windmill (was HAWT) and Vertical Axis Windmill (VAWT). Many advantages – Excellence was HAWT and VAWT but there are also disadvantages or obstacles, namely efficiency lower horizontal axis windmill design of this new model is focused on improving efficiency, with models that can lower the energy of the barrier and expanding energy from the collector (boosters) will increase the efficiency and lower the minimum wind speeds that can rotate the paddles.

Windmill designed it had 8 vanes finned, turbine vanes when contrary to the direction of the wind and spin the rotor then fins – the fin will turn so that it will look for the contrary wind energy when the wind direction with the position and rotation of the rotor and fins – the fins will remain silent towards the encouragement of wind itself so as to increase the thrust. Mathematical models with a dimensionless number group methods obtained the speed of the rotor, and energy round the rotor. Constants in the equation will be obtained by comparison of the data counts and tara experiments. This new design can improve the efficiency of energy conversion and lowered the minimum wind speed for a rotating wheel, windmills can be applied in all locations that has the speed and direction of the wind changed

Keywords : HAWT, Windmill , rene wable energy, wind turbine

i. PENDAHULUAN

Kehidupan kita tidak terlepas dari lingkungan hidup di sekitar kita. Oleh karena itu, sudah menjadi kewajiban kita untuk menjaga, memelihara, serta melestarikan lingkungan hidup beserta kebudayaan yang ada di Negara kita yaitu bangsa Indonesia. Seiring berjalannya waktu kemajuan ilmu teknologi sangatlah pesat mengalami peningkatan yang signifikan, baik kami selaku penulis menyadari bahwa bangsa Indonesia sangatlah kaya akan sumber daya alam yang melimpah jadi kami selaku penulis mempunyai gagasan yang sangat membangun bagi kemajuan bangsa ini, bahwasanya penggunaan energi terutama energi listrik di perlukan sekali oleh masyarakat yang sudah maju maupun yang sedang berkembang dalam jumlah yang besar, namun di usahakan dengan biaya serendah mungkin. Banyak sekali energi alternatif dari alam terutama di Indonesia yang dapat di manfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salahsatu contoh alternatif energi yang dapat dipilih adalah angin, karena angin terdapat dimana – mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya besar. Karena energi listrik tidak dihasilkan langsung oleh alam maka untuk memanfaatkan angin ini diperlukan sebuah alat yang bekerja dan menghasilkan energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah kincir angin. Kincir angin

ini akan menangkap energi angin dan menggerakan generator yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Kincir angin yang penulis gunakan adalah kincir angin bersudu banyak dengan poros horisontal. Kincir ini dapat dinaikan efisiensinya untuk menghasilkan koefisien daya yang maksimal. Salah satunya dengan menggunakan sudu berjumlah banyak. Sudu yang digunakan delapan sudu.

Koefisien daya yang maksimal ini akan menaikkan jumlah watt (daya) yang diperoleh sehingga untuk mencapai jumlah watt tertentu cukup dengan menggunakan jumlah kincir angin yang lebih sedikit.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Energi – energi yang terdapat dalam angin

Secara sederhana, energi potensial yang terdapat pada angin dapat menggerakan sudu – sudu yang terdapat pada kincir, dimana sudu – sudu ini terhubung dengan poros dan memutar poros yang telah terhubung dengan generator dan menimbulkan arus listrik.

Kincir dengan ukuran besar dapat digabungkan bersama – sama sebagai pembangkit energi tenaga angin, dimana akan memberikan daya ke dalam system transmisi kelistrikan

2.2 Hubungan daya (power) dan energi (energy)

Energi adalah ukuran kesanggupan suatu benda untuk melakukan usaha.

Force = masa x percepatan

$F = m \times a$, (Pounds, Newtons)

Energi = Kerja (W) = gaya (F) x jarak (d), (Kilowatt hours, joules)

Daya adalah usaha yang dilakukan per satuan waktu.

Power = $P = W / \text{time} (t)$, (Kilowatts, Watts, Horsepower)

Power = Torque (Q) x Rotational Speed (Ω)

2.3 Energi kinetik angin

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat gerakannya.

Energi Kinetik = kerja (W) = $\frac{1}{2} m V^2$

Dimana : M = masa dari benda yang bergerak

V = Kecepatan dari benda yang bergerak

Angin yang menggerakan sudu udara yang bergerak dan mempunyai massa, sehingga dapat di tuliskan sebagai berikut :

= Berat jenis (ρ) x volume (Arae x Distance)

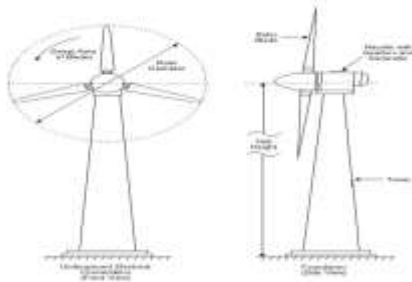
= $\rho \times A \times d$

= $(\text{Kg}/\text{m}^3) (\text{m}^2) (\text{m}) = \text{kg}$

2.4 Daya angin (Power)

Daya angin adalah daya (watt) yang dibangkitkan oleh angin tiap luasan, sehingga daya angin dapat digolongkan sebagai energi potensial. Pada dasarnya daya angin merupakan angin yang bergerak per satuan waktu sehingga dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Daya} &= \text{kerja} / \text{waktu} \\ &= \text{energi kinetik} / \text{waktu} \\ &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 / t \\ &= \frac{1}{2} \cdot (\rho \cdot A \cdot d) \cdot v^2 / t \\ &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 (d/t) \rightarrow d/t = V \\ &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3\end{aligned}$$



Gambar 2.1 Kerapatan sudu

Beberapa hal yang harus diingat :

Daerah sapuan (A) = $\pi \cdot R^2 \cdot (m^2)$ daerah dari sapuan berbentuk lingkaran oleh rotor.

ρ = kerapatan udara = $1,2 \text{ kg/m}^3$

Contoh perhitungan daya yang terdapat di angin :

Daya angin = $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$

Kecepatan angin = $V = 5 \text{ meters (m) per second (s), m/s}$

Kerapatan udara = $\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$

Jari – jari sudu = $R = 0,2 \text{ m}$ = daerah sapuan = $A = 0,125 \text{ m}^2$

Daya angin = $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$

$(0,5) \cdot (1,0) \cdot (0,125) \cdot (5)^3 = 7,85 \text{ watt}$

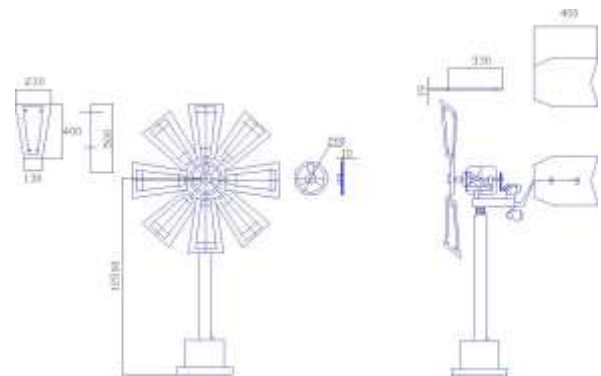
III. RANCANG BANGUN ALAT

3.1. Tahapan Rancang Bangun Alat



3.2. Data-Data dari Pembangkit Listrik dengan Kincir Sudu Datar

Efisiensi angin dipengaruhi oleh kecepatan angin dan jenis angin tersebut, serta titik rancangan dan jenis kincir yang digunakan. Pengambilan data yang diperlukan untuk pengamatan dilakukan dengan menggunakan kincir angin dengan dimensi sebagai berikut:



Gambar 3.1. Skema penampang sudu

3.3. Perancangan Sudut

Bahan sudu = Almunium

Diameter sudu = 1 m

Lebar tiap sudu = 0,23 m (atas), 0,13 m (bawah)

Panjang tiap sudu = 0,4 m

$$\begin{aligned}\text{Luas tiap sudu} &= \frac{\text{sisi atas} + \text{sisi bawah}}{2} \times \text{tinggi} \\ &= \frac{0,23 + 0,13}{2} \times 0,4 \\ &= 0,072 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3.3. Perhitungan pada Poros

Menurut pembebanannya maka poros diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis sebagai berikut:

Tabel 3.1 Baja Karbon untuk kontruksi Mesin (Sularso,2004, hal. 3)

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (kg/mm)	Keterangan
Baja karbon kontruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
	S55C	Penormalan	66	
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut, atau gabungan antara hal-hal tersebut
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

3.4. Distribusi Rayleigh

Seperti dibahas sebelumnya, bahwa daya angin P adalah proporsional dengan densitas angin ρ , area dan pangkat tiga dari kecepatan. Untuk menghitung energi yang terkandung dalam angin, maka perlu mengintegrasikan nilai daya sepanjang sumbu waktu. Sehingga dibutuhkan perekaman kurva kecepatan angin untuk sepanjang hari, minggu atau bulan. Kurva tersebut dapat dikonversikan dalam bentuk histogram dari frekuensi relatif.

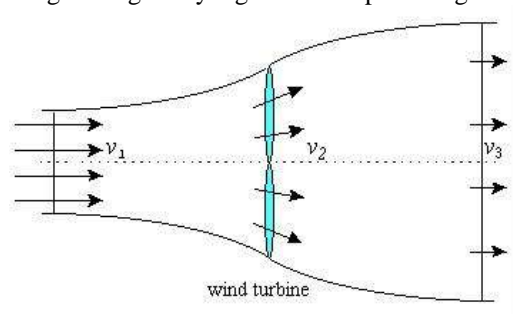
Nilai h_i adalah frekuensi relatif untuk kelas kecepatan v_i . Jumlah energi sepanjang periode waktu T adalah jumlah dari keseluruhan kelas kecepatan.

$$E_{ges} = \sum (h_i \cdot P_i \cdot T)$$

Dari persamaan daya P_i di atas dapat dituliskan:

$$P_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3$$

Jika tidak tersedia histogram untuk suatu lokasi dan tidak dimungkinkan untuk membuat, maka histogram dapat diturunkan dari distribusi Rayleigh dari kecepatan angin rerata, dimana akan merupakan pendekatan bagus untuk lokasi bebas hambatan. Histogram berikut dikembangkan dengan fungsi Rayleigh dari kecepatan angin rerata 6 m/s.



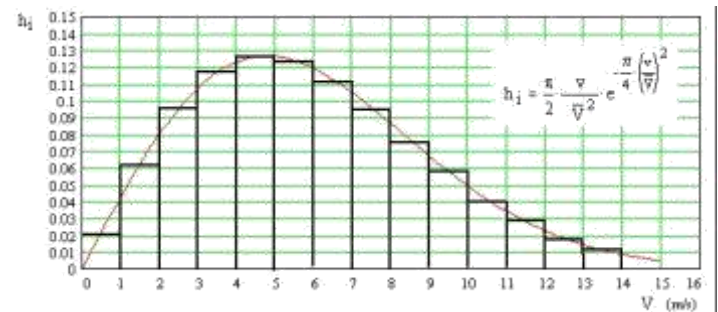
Gambar 3.2 Distribusi Rayleigh

Pendekatan perhitungan pola kecepatan angin sering

digunakan atas dasar distribusi angin Rayleigh.

3.4. Metode Eksploitasi Energi Angin

Transformasi energi kinetik angin ke rotor kincir diperoleh dari pelambatan sejumlah massa udara. Kecepatan angin di depan rotor v_1 akan mengalami reduksi menjadi v_3 di belakang rotor.



Gambar 3.3 Kecepatan angin pada suatu rotor

Energi yang dihasilkan merupakan nilai perbedaan energi angin di depan dan belakang rotor.

$$E_{yield} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_1^2 - v_3^2)$$

Sehingga daya yang dibangkitkan oleh angin adalah:

$$P_{yield} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_2 \cdot (v_1^2 - v_3^2)$$

Jika kita hubungkan antara daya dengan daya yang terkandung dalam angin, maka didapatkan koefisien daya (power coefficient) c_p , yang dinamakan juga sebagai efisiensi aerodinamik ('aerodynamic efficiency').

$$c_p = P_{cont} / P_{wind}$$

dengan

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_1^3$$

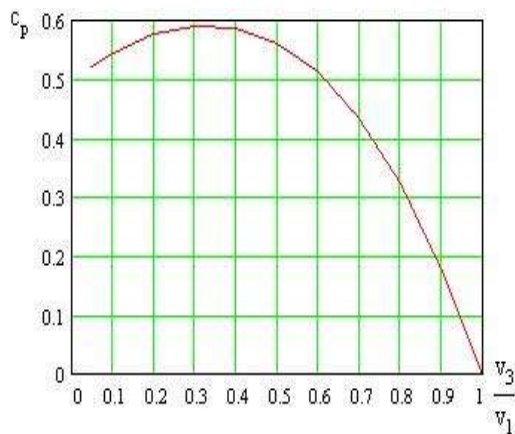
Dengan asumsi bahawa kecepatan angin pada bidang rotor:

$$v_2 = (v_1 + v_3)/2$$

maka diperoleh:

$$c_p = \frac{1}{2} \cdot (1 + v_3/v_1) \cdot (1 - (v_3/v_1)^2)$$

Diagram berikut menunjukkan koefisien daya c_p sebagai fungsi dari rasio kecepatan v_3 dengan v_1 .



Gambar 3.4 Koefisien daya menurut Betz

Untuk mencapai nilai optimum penggunaan energi angin, maka kecepatan dibalik rotor v_3 harus $1/3$ dari kecepatan di depan rotor v_1 . Sehingga koefisien daya $C_{P,Betz} = 0,59$.

Ada dua kemungkinan untuk transformasi daya angin menjadi daya kinetik, yaitu dengan pemanfaatan gaya hambatan “drag force” dan dengan daya angkat “lift force”.

Drag force rotors memanfaatkan gaya F_w yang dihasilkan oleh angin pada suatu area A pada sudut tertentu: that

$$F_w = c_w \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Nilai koefisien hambatan “drag coefficient” c_w merupakan indikasi dari kualitas aerodinamik suatu benda

3.5. Daya Kincir Angin

Atas dasar persamaan kontinuitas untuk laju aliran massa udara yang diasumsikan inkompresibel ($\rho_a = \text{konstan}$), maka

$$\rho_a A_1 w_1 = \rho_a A_2 w_2 \quad [kg/s]$$

IV. ANALISA DAN PENGJUIAN

Dari pengujian kincir angin tersebut didapatkan beberapa data yang diperlukan untuk membandingkan pada sudut sudu yang akan memberikan hasil yang paling maksimal pada beberapa posisi kincir ditandai dengan semakin cepatnya putaran poros dan lampu menyala terang hingga maksimal.

a. Pengujian pada kincir angin dengan sudu 8 buah dengan :

n_1 = putaran roda penggerak (rpm)

n_2 = putaran kepala dinamo (rpm) v = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

Tabel 4.1. Hasil rata – rata pengujian dengan variasi sudut

sudu sudu 8 (derajat)	n_1 (rpm)	n_2 (rpm)	v (volt)	I (ampere)	P (watt)
15	76	274,77	1,29	1,538	1,997708
30	135,97	557,43	2,464	0,837	2,062368
45	214,68	857,11	3,609	0,673	2,428588
60	275,27	1146,92	5,093	0,512	2,607616
75	233,42	1016	4,473	0,555	2,482515
85	85,43	320,34	1,398	1,433	2,003621

4.1 Menghitung daya angin

Dari tabel sebelumnya dapat dilihat besarnya daya yang dihasilkan dari angin tergantung dari berbagai variasi kecepatan angin dan sudut sudu. Bila kecepatan angin yang digunakan dalam perhitungan adalah $v = 7 \text{ m/s}$, maka didapatkan daya angin :

$$\text{Daya angin (power) daya} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$$

$$\frac{1}{2} \times 1.2 \text{ kg/mm}^3 \times (3,14 \times 0,25 \text{ m}^2) \times (7 \text{ m/s})^3$$

$$161,553 \text{ watt}$$

$$= 0,161553 \text{ kW}$$

Hasil perhitungan daya angin pada kecepatan angin 7 m/s adalah daya pada angin yang tersedia dan merupakan daya potensial. Daya pada angin ini bukanlah daya yang dibangkitkan oleh kincir angin horizontal bersudu banyak. Untuk mendapatkan daya pada kincir angin yang sesungguhnya maka harus dikalikan terlebih dahulu dengan efisiensi daya (coefficient of power) atau dengan bilangan betz limits.

Daya Kincir

Daya kincir adalah daya yang dapat dibangkitkan oleh kincir, ditandai dengan menyalnya lampu pengujian dan terukur multimeter akibat adanya daya listrik untuk mendapatkan harga tegangan dan arus listrik

V. KESIMPULAN

Dari kesimpulan di atas kami telah menelaah bahwasanya kehidupan manusia tidak terlepas dari sumber daya alam, yang sering tidak di sadari bahwasanya sumberdaya alam tersebut menghasilkan manfaat yang sangat besar bagi kehidupan manusia di seluruh belahan dunia ini ,sumber daya alam tersebut bisa di jadikan berbagai kebutuhan contohnya angin tidak bisa dilihat tapi bisa di rasakan, angin ini banyak di dimanfaatkan menjadi pembangkit tenaga listrik yang sangat hemat biaya dan ramah lingkungan.

Adapun perhitungan-perhitungan dan percobaan diatas, secara singkat dapat diambil kesimpulan-kesimpulan.

Sumber energi adalah angin dengan kecepatan 7 m/s

Ukuran kincir	= 1 m
Sudu	= 8
Bahan sudu	= Almunium
Lebar tiap sudu	
bawah	= 0,13 meter
atas	= 0,23 meter
Tinggi tiap sudu	= 0,4 meter
Diameter keseluruhan	= 1 meter
Diameter rangka sudu	= 0,08 meter
Poros	=
Bahan	= poros baja karbon S 35 C
Panjang poros	= 0,33 m
Diameter poros	= 0,19 m
Diameter puli	= 0,2 m
Kerangka	
Tinggi kerangka	= 1,5 meter
Ekor	= 0,4 x 0.3 meter
Bahan pelumas	= gemuk,

5.1. Kincir

Kincir merupakan sebagai penerus putaran dari aliran angin yang mengalir, sehingga kincir dapat berputar. Kincir tersebut mengubah tenaga potensial untuk menghasilkan putaran, putaran tersebut diteruskan untuk memutar generator. Putaran pada kincir juga tergantung dari kecepatan angin mengalir, semakin cepat aliran angin maka semakin cepat pula putaran yang dihasilkan kincir tersebut. Maka dari itu bantalan putar pada kincir perlu mendapatkan perawatan ekstra untuk menjaga agar putaran pada kincir dapat terjaga dengan baik dari aus dan korosi.

5.2. Poros

Pada saat kincir berputar ada suatu poros untuk menahan agar kincir dapat berputar dengan stabil. Dari situ pula poros berperan untuk menahan dari beban puntir dan lentur, sehingga kelelahan tumbukan tegangan diameter poros di perkecil. Untuk mendapatkan suatu poros yang dapat menghindari kejadian tersebut dilakukan suatu perhitungan untuk memilih diameter poros yang cocok untuk menahan dari beban puntir dan lengkung tersebut.

5.3. Roda Penggerak

Dalam hal ini roda penggerak berperan sebagai penerus putaran dari kincir ke generator.

5.4. Generator

Generator merupakan komponen listrik yang mengubah gerakan atau energi menjadi listrik.

- [6] Sularso, 1980. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita
- [7] Ackermann, T. 2005, *Wind Power in Power Systems*.
- [8] West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- [9] Allaire, W.F, Kennedy, W.J. Jr., Spielvogel, L.G, Witte, L.C., 1982, *Energy Managemen Hand Book*,ed. Wayne C. Tunner, John Wiley & Sons, Canada.
- [10] Eriksson, S., Bernhoff, H. & Leijon, M. 2008, Evaluation of different turbine concepts for wind power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12: 1419-1434
- [11] Gasch, R. & Tvele, J. 2002, *Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation*. James and James, London and Solarpraxis, Berlin.
- [12] Ibrahim Al-Bahadly, 2009, Building a wind turbine for rural home, *Energy for Sustainable Development*, 13: 159–165
- [13] Islam, M., Ting, D. S. K. & Fartaj, A. 2008, Aerodynamic models for Darrieus-type straight-bladed vertical axis wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12: 1087-1109.
- [14] Joselin Herbert, G.M., Iniyar, S., Sreevalsan E., Rajapandian, S., 2007 , A review of wind energy technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11: 1117–1145

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, W. *Penggerak Mula Turbin*.
- [2] Bandung: ITB PRESS Makalah Hasim Hanafie,
- [3] PT Bumi Energi Equatorial, 2007, Nieman, G. 1984.
- [4] *Elemen Mesin*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Sudibyo, *Roda Gigi I*, Surakarta: ATMI