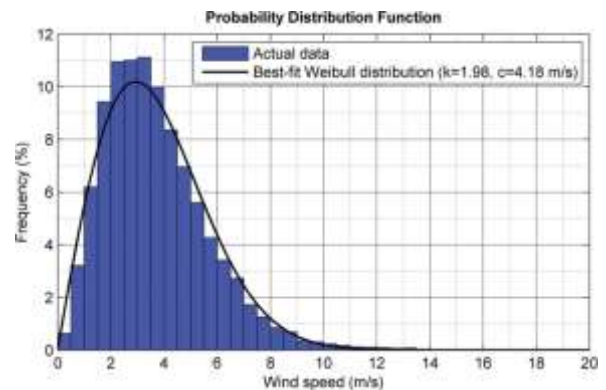


Perancangan Protoype Turbin Angin Poros Vertikal Putaran Rendah Untuk Kapal Nelayan Dengan Generator Magnet Permanent 300 VA

TIYASMIHADI^[1], PURWANTI^[2], KARYONO^[3], RUSTINI AYU^[4], WIYATI^[5], AISYAH^[6], BRAMIRSYAD^[7]
 Jurusan Teknik Bangunan Kapal^{[1][2][3][4][5][6][7]}
 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
 Surabaya 60111
 trias_mihadi@yahoo.com

Abstrak— kecepatan angin di pantai Kenjeran Surabaya dekat Jembatan Suramadu adalah tertinggi 4,93 meter per detik dan terendah 2,31 meter per detik sehingga kecepatan angin di daerah Kenjeran termasuk kelas rendah dan menengah, maka untuk itu dirancang sebuah prototype turbin angin dengan rotor putaran rendah dengan jenis VATW Darrieus H-rotor yang disambung langsung dengan generator magnet permanen putaran rendah dengan daya 300 watt, maka dihasilkan rancangan turbin angin dengan diameter rotor berdiameter 0,840 m dengan tinggi rotor 0,76 m berbahan alumunium dan ketinggian kerja rotor 2,2 m dari permukaan air laut. Hasil dari pengujian turbin menghasilkan tegangan rerata 5 VDC.

Kata kunci; turbin, rotor; poros vertical; generator



Gambar 1. Kurva distribusi Weibull pantai Kenjeran

I. PENDAHULUAN

Matahari memanaskan atmosfer bumi secara tidak merata, sehingga beberapa lokasi menjadi lebih hangat dari yang lain. Lokasi yang hangat ini menyebabkan udara naik ke atas, udara yang lebih dingin bertiup untuk menggantikannya dan terjadi angin bertiup. Energi angin adalah energi kinetik yang ada di udara bergerak dan jumlah energi potensial terutama tergantung pada kecepatan angin yang tentu saja tidak konstan seperti yang ditunjukkan dalam distribusi *Weibull*. Gambar 1. menunjukkan kecepatan angin modal 4,18 m/s merupakan kecepatan terjadinya paling sering di daerah Kenjeran Surabaya. Selain itu kecepatan angin juga dipengaruhi oleh adanya massa jenis udara (ρ), temperatur, tekanan udara dan ketinggian.

Adanya kecepatan angin tersebut maka rancangan turbin angin yang sesuai untuk perahu nelayan berupa turbin angin jenis VATW Darrieus [1] H-rotor dengan jumlah bilah 3 buah. Pilihan ini dipilih karena tidak memerlukan ruang yang luas dan turbin tetap berputar meskipun arah angin berubah-ubah karena gerakan kapal. Turbin angin ini digunakan untuk mengisi baterai yang digunakan menyalakan lampu LED.

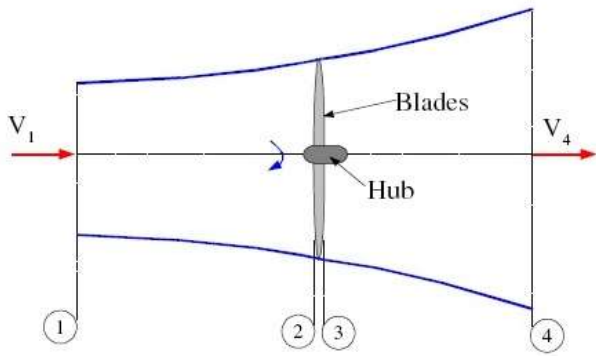
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Parameter Turbin Angin

Kecepatan adalah salah satu aspek dari turbin angin antara lain kecepatan angin (V_∞) yang seragam, kecepatan tangensial ($V_t = \omega R$) adalah kecepatan bilah rotor hasil dari perkalian kecepatan angular dan radius rotor turbin angin, kecepatan induksi (V_i) adalah kecepatan *inlet* bilah rotor yang tergantung pada kondisi bangun (*wake condition*) yang mana turbin angin sumbu vertikal memiliki perbedaan kecepatan *inlet* antara daerah hulu (*upstream*) dan hilir (*downstream*) dan kecepatan relatif (W) adalah penjumlahan kecepatan vektor dari kecepatan *inlet* dan kecepatan tangensial ($W = V_i + V_t$). Tip speed ratio (λ) adalah perbandingan antara kecepatan tangensial dengan kecepatan angin ($\lambda = V_t / V_\infty$). *Aspect ratio* ($AR=C/L$) adalah perbandingan panjang *chord* bilah dengan panjang bilah dan *solidity* (s) adalah perbandingan luas total bilah dengan keliling luas VAWT.

B. Momentum Theory

Dianggap tabung aliran di sekitar turbin angin yang ditunjukkan pada gambar 1. Empat stasiun ditunjukkan dalam diagram 1, beberapa cara hulu turbin, 2 sebelum bilah, 3 setelah bilah dan 4 beberapa alur bawah bilah. Antara 2 dan 3 energi diekstrak dari angin dan ada perubahan tekanan sebagai hasil. [1]



Gambar 2. Tabung aliran aksial pada turbin angin

Diasumsikan $P_1 = P_4$ dan $V_2 = V_3$, dapat juga diasumsikan bahwa aliran antara 1 dan 2 antara 3 dan 4 adalah aliran tanpa gesekan sehingga dapat diaplikasikan persamaan Bernoulli :

$$p_2 - p_3 = \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_4^2) \quad (1)$$

Telah diketahui bahwa Gaya adalah tekanan dikali dengan luasan, maka:

$$dF_x = (p_2 - p_3) dA \quad (2)$$

$$dF_x = \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_4^2) dA \quad (3)$$

Menentukan faktor induksi aksial seperti ;

$$a = (V_1 - V_2) / V_1 \quad (4)$$

dapat juga ditulis :

$$V_2 = V_1 (1 - a) \quad (5)$$

$$V_4 = V_1 (1 - 2a) \quad (6)$$

Dan disubstitusi sehingga:

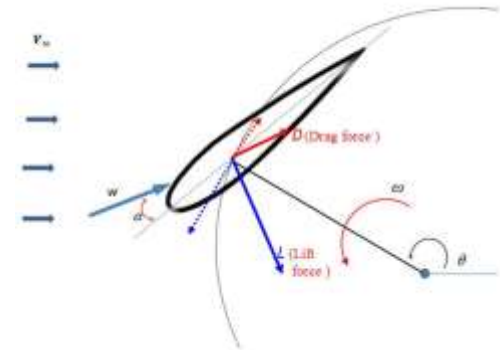
$$dF_x = \frac{1}{2} \rho V_1^2 [4a(1 - a)] 2\pi r dr \quad (7)$$

C. Power Output

Kontribusi terhadap total daya dari setiap anulus adalah :

$$dP = \Omega dT \quad (8)$$

$$P = \int_{rh}^R dP dr = \int_{rh}^R \Omega dT dr \quad (9)$$



Gambar 3. Lift and drag force on the blade rotor

III. METODOLOGI

Pengujian terhadap permasalahan yang terjadi, maka perlu dibuatkan metode yang sesuai dengan tujuan penelitian dan tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3. Penelitian dilakukan dengan dua tahap, yaitu:

1. Metode simulasi dan model dengan skala pengecilan
2. Metode eksperimen untuk model

A. Metode Simulasi

Sesudah merumuskan masalah permasalahan seperti menentukan ukuran atau dimensi dengan metode trial and error, maka langkah-langkah yang digunakan secara umum adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dimensi blade atau rotor
2. Menghitung Konstruksi

Pembuatan model blade rotor dilakukan dengan skala penuh dengan material aluminium.

B. Metode Ekperimen

Pada metode eksperimen dilakukan pembuatan dan pengujian terhadap turbin angin yang sudah dibuat dan validasi data hasil yang berupa luaran tegangan (V) generator magnet permanen serta putaran rotor pada berbagai kecepatan angin.

IV. HASIL PENELITIAN

A. Rancangan Turbin Angin.

Daya atau tenaga angin adalah proporsioanal dengan kerapatan udara, area daerah yang dilewati angin dan kecepatan angin. Relasi variable tersebut dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (10)$$

Yang mana P_w = daya angin (W), ρ = massa jenis udara (kg/m^3), A = lingkaran rotor / swept area (m^2), V = kecepatan angin (m/s). Pada temperature dan tekanan yang standar (STP = 273 K and 101.3 kPa), maka persamaan [2] berkurang

menjadi :

$$P_w = 0,647 AV^3 \tag{11}$$

Sebuah turbin angin tidak dapat 100% menggunakan energi angin, hal ini dikarenakan energi angin dipakai untuk menekan bilah rotor mengalami perubahan. Berubahnya tekanan menyebabkan kecepatan angin menurun seraya rotor menyerap energi sehingga daya mekanikal yang didapat dari angin dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_m = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{16}{27} AV^3\right) \tag{12}$$

Dimana, P_m = mechanical power (W), $\rho = 1,225$ (kg/m³), A = lingkaran rotor / swept area (m²), v = kecepatan angin (m/s) dan 16/27 = Betz coefficient.

Dari tabel 1 tentang data kecepatan angin pada bulan September di daerah Kenjeran Surabaya dan generator magnet permanent daya 300 W dengan efisiensi 86%, maka diameter rotor turbin angin dapat diperoleh radiusnya dengan persamaan [13].

$$P_m = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{16}{27} AV^3\right) \tag{13}$$

Untuk VAWT dimana $A = 2 R L$, L adalah tinggi bilah 0,82 m, sehingga

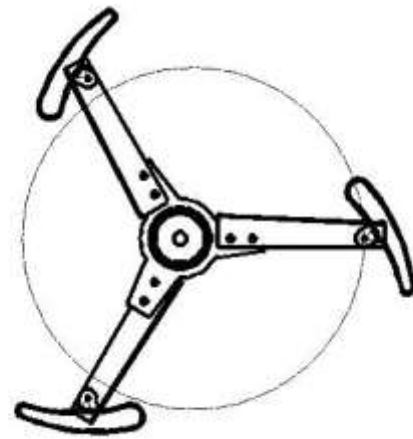
$$300 \cdot 0,86 = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{16}{27} \cdot \pi 2RLV^3\right) \tag{14}$$

$$R = \sqrt{\frac{300 \cdot 0,86}{0,593 \cdot \pi \cdot 0,82 \cdot 1,225 \cdot 4,65^3}} \tag{14}$$

$$R = 1,18 \text{ m} \tag{15}$$

Tabel 1. Data Kecepatan Angin

Bulan	Kecepatan angin rata-rata (m/s)	Arah (°)
Januari	3,62	320
Februari	2,58	300
Maret	3,10	150
April	2,58	70
Mei	3,62	340
Juni	3,62	130
Juli	4,13	140
Agustus	4,65	120
September	4,65	110
Oktober	4,65	110
Nopember	4,65	10
Desember	3,10	330



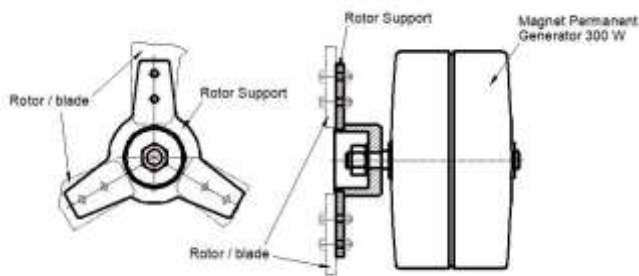
Gambar 4. Rancangan Rotor / Blade



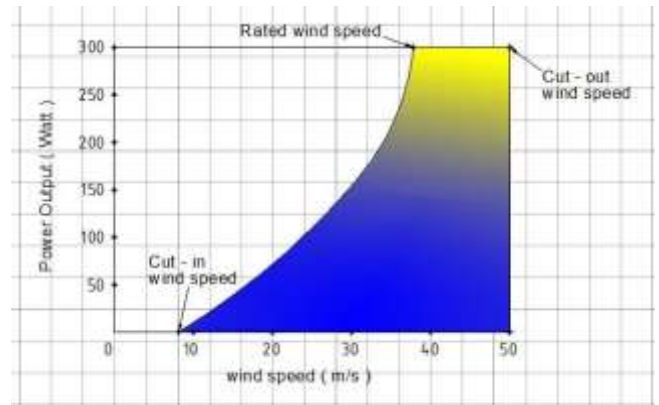
Gambar 5. Generator Magnet Permanet



Gambar 6. Anemometer



Gambar 7. Pemasangan Rotor / Blade Pada generator



Gambar 10. Kurva Power Versus Kecepatan Angin

Hasil data pengukuran kecepatan angin dengan variasi angle of attack -5° , 0° dan 30° dimana kecepatan angin bervariasi disebabkan kecepatan perahu, temperatur udara dan arah angin.



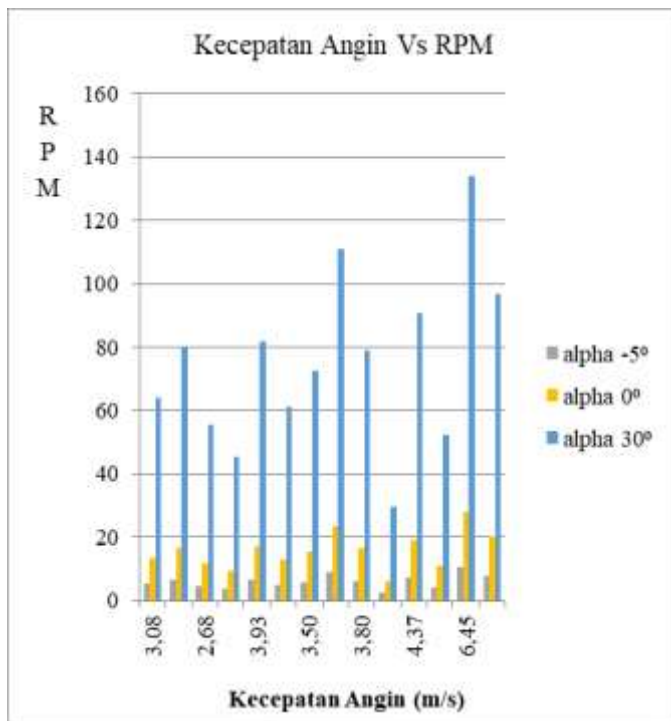
Gambar 8. Pemasangan Rotor Pada Generator

Table 2. Data putaran RPM dengan variasi Angle of Attack

Wind Speed (m/s)	-5°	0°	30°
3,08	5,12	13,43	63,97
3,84	6,38	16,75	79,76
2,68	4,45	11,69	55,66
2,19	3,64	9,55	45,49
3,93	6,53	17,14	81,63
2,95	4,90	12,87	61,27
3,50	5,82	15,27	72,69
5,35	8,89	23,33	111,12
3,80	6,31	16,57	78,93
1,42	2,36	6,19	29,49
4,37	7,26	19,06	90,76
2,51	4,17	10,95	52,13
6,45	10,72	28,13	133,97
4,66	7,74	20,33	96,79



Gambar 9. Uji Coba Untuk Mendapatkan Data



Gambar 11. Kurva RPM, kecepatan perahu dan *angle of attack*

V. KESIMPULAN

Kecepatan angin berpengaruh signifikan terhadap tegangan, semakin besar kecepatan angin output tegangan menjadi besar dan faktor lingkungan seperti arah angin, korosi, uap air diudara dan beban mekanik mempengaruhi kinerja turbin angin.

REFERENCES

- [1] A. Balmaceda, C. Maynez, Wind turbines: types, design, and efficiency (John Wiley & Sons, 2010)
- [2] Manwell, J., McGowan, J., and Rogers, A. (2002). *Wind Energy Explained. Theory, Design and Application*. John Wiley and Sons, Ltd.
- [3] Patrick J. Moriarty and Sandy B. Butterfield 2009, "Wind Turbine Modeling Overview for Control Engineers", American Control Conference Hyatt Regency River front, St. Louis, MO, USA June 10-12, 2009.
- [4] Burton, T.; Sharpe, D.; Jenkins, N.; Bossanyi, E. Wind Energy Handbook. New York: Wiley, 2001.
- [5] Sheldahl, Robert E., Klimas, Paul C., 1981. "Aerodynamic Characteristics of Seven Symmetrical Airfoil Sections Through 180-Degree Angle of Attack for Use in Aerodynamic Analysis of Vertical Axis Wind Turbines", Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM., USA.
- [6] Reuss, R.L., Hoffmann, M.J., Gregorek, G.M., December 1995. 'Effects of Surface Roughness and Vortex Generators on the NACA 4415 Airfoil, The Ohio 48 State University, Columbus, Ohio, USA. Retrieved from http://wind.nrel.gov/OSU_data/reports/7x10/N4415_7x10.pdf on November 3, 2005.

Halaman ini sengaja dikosongkan