

RANCANG BANGUN KINCIR ANGIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK SEDERHANA 12 VOLT

Mumus Mustiono¹⁾

1) Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

E-mail: mumus.mustiono@gmail.com

Abstrak

Menipisnya cadangan energi fosil seperti minyak dan batu bara, memaksa manusia untuk mencari sumber energi alternatif. Angin merupakan sumber energi alternatif yang dapat diperbarui. Kincir angin mengkonversi energi kinetik angin menjadi energi listrik, sehingga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan manusia terhadap sumber energi fosil. Rancang bangun kincir angin ini dibuat untuk menghasilkan tegangan 12Volt DC yang kemudian akan digunakan untuk membangkitkan Inverter 12Volt DC ke AC. Kincir angin ini menggunakan 3 bilah sudu dengan diameter 0.5 meter untuk menggerakkan Generator 12Volt DC. Hasil pengujian menunjukkan membutuhkan kecepatan rata-rata angin 5.5 m/s untuk dapat menghasilkan tegangan 12Volt DC.

Kata kunci: Energi, Terbarukan, Kincir, Angin, Listrik.

Pendahuluan

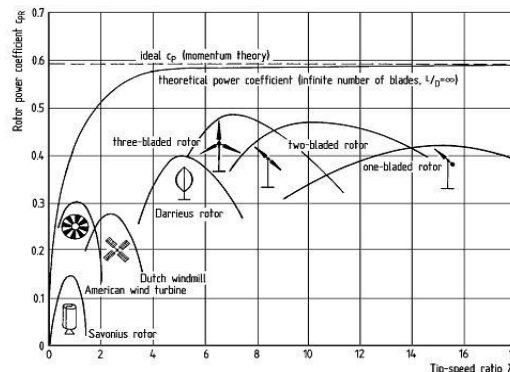
Kebutuhan energi listrik menjadi kebutuhan utama masyarakat dewasa ini untuk mendukung segala aktivitas masyarakat setiap hari, mulai dari penggunaan listrik di rumah, untuk gadget ataupun untuk mendukung proses produksi industri kecil dan menengah.

Inovasi pembangkit listrik yang sederhana dan mudah digunakan di masyarakat sangat diperlukan sebagai solusi untuk penyediaan energi listrik cadangan ketika terjadi pemadaman listrik PLN, ataupun sebagai sumber energi utama di daerah terpencil yang belum ada listrik.

Kincir angin (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) menjadi salah satu pilihan sebagai teknologi yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik di daerah terpencil yang belum ada listrik. Angin sebagai media penggerak utama kincir, memiliki kapasitas yang tidak terbatas untuk dimanfaatkan.

Studi Pustaka

Dasar dari alat untuk merubah energi angin adalah turbin angin. Meskipun masih terdapat susunan dan perencanaan yang beragam, biasanya turbin digolongkan ke dalam dua macam tipe (horisontal dan vertikal) dan yang paling banyak digunakan adalah Turbin dengan sumbu x (axis) horisontal. Turbin jenis ini mempunyai rotasi horisontal terhadap tanah (secara sederhana sejajar dengan arah tiupan angin). Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, selanjutnya putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik.

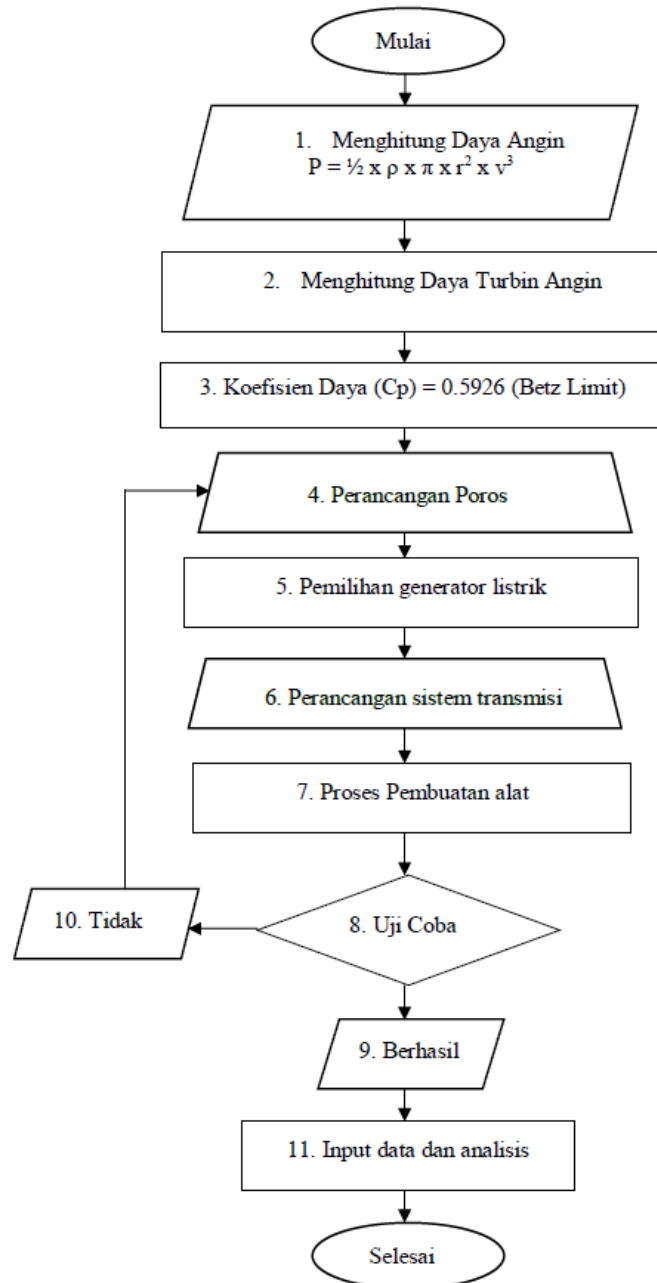


Gambar 1. Koefisien daya kincir angin

Sumber : [Typical performance of wind power machines. | Download Scientific Diagram](#)

Menurut Betz, seorang insinyur Jerman, besarnya energi yang maksimum dapat diserap dari angin adalah hanya 0,59259 dari energi yang tersedia. Sedangkan hal tersebut juga dapat dicapai dengan daun turbin yang dirancang dengan sangat baik serta dengan kecepatan keliling daun pada puncak daun sebesar 6 kali kecepatan angin.

Metodologi Penelitian



Gambar 2. Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan pada kecepatan 3 m/s kincir angin berputar 1300 rpm. Maka kita dapat menghitung sebagai berikut :

a. Daya angin

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times r^2 \times v^3$$

(1)

- Dik : $r = 0,25 \text{ m}$; $\rho = 1$; $v = 3 \text{ m/s}$
 $\Rightarrow P = \frac{1}{2} \times 1 \times 3.14 \times 0.25^2 \times 3^3$
 $P = 2.649 \text{ Watt}$
 b. Daya kincir angin
 $P = C_p \times \frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times r^2 \times v^3$ (2)
 $P = 0,5926 \text{ (Betz limit)} \times 2,649 = 1,570 \text{ Watt}$
 c. Torsi kincir angin
 $P = 1,570 \text{ W} = 1,570 \times 10^{-3} \text{ kW}$
 $n = 1300 \text{ rpm}$; $F_c = 1,0$
 $P_d = 1,0 \times 1,570 \times 10^{-3} = 1,570 \times 10^{-3} \text{ kW}$
 Ditanyakan : T
 Jawab : $T = 9,74 \times 10^5 \times P_d / n$
 $T = 9,74 \times 10^5 \times 1,570 \times 10^{-3} / 1300 = 1,176 \text{ kg.mm}$

Artinya kincir angin pada kecepatan 3 m/s mampu mengangkat beban dengan torsi 1,176 kg.mm . Sekarang kita bandingkan dengan torsi yang dimiliki generator dengan spesifikasi yang tertulis di penjual sebesar 1,22 kg.mm. Secara sederhana jika kita ingin menggerakkan beban generator 12 volt tersebut maka kincir angin membutuhkan torsi yang lebih besar dari 1,22 kg.mm . Hasil pengujian ke tiga menunjukkan kincir angin dapat menggerakkan generator pada kecepatan angin 5,5 m/s, hal ini sesuai dengan perhitungan di atas.

Analisis Diameter Kincir Angin :

Kecepatan angin rata-rata teluk Pelabuhan Ratu adalah 3 m/s dengan putaran kincir 1300 rpm, maka bisa kita hitung diameter kincir agar dapat menggerakkan generator 12 volt dengan beban 1,22 kg.mm. Kita umpamakan torsi yang akan kita gunakan adalah 2 kg.mm , maka :

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times r^2 \times v^3 \times C_p \rightarrow r = \sqrt{P / (\frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times v^3 \times C_p)}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times P_d / n \rightarrow P_d = (T \times n) / (9,74 \times 10^5)$$

Dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_d = (T \times n) / (9,74 \times 10^5) \quad (3)$$

$$P_d = (2 \times 1300) / (9,74 \times 10^5)$$

$$P_d = 0,0026 \text{ kW} \rightarrow \text{dibulatkan menjadi } 0,003 \text{ kW}$$

$$P_d = 3 \times 10^{-3} \text{ kW}$$

$$P = 3 \text{ W}$$

Kemudian nilai P di substitusikan pada rumus nomor 1, menjadi :

$$r = \sqrt{P / (\frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times v^3 \times C_p)} \quad (4)$$

$$r = \sqrt{3 / (\frac{1}{2} \times 1 \times 3,14 \times 3^3 \times 0,5926)}$$

$$r = \sqrt{3 / 25.12}$$

$$r = \sqrt{0,12}$$

$$r = 0,35 \text{ m}$$

Maka diameter kincir angin nya adalah $D = 0,7 \text{ m} = 70 \text{ cm}$.

Kesimpulan

1. Kincir angin pembangkit listrik dengan 3 bilah dan diameter 0,5 meter dapat menghasilkan tegangan listrik 12 volt DC pada kecepatan angin 5,5 m/s, cukup untuk membangkitkan Inverter 12 Volt DC ke AC. Solusi untuk menunjang krisis listrik di daerah terpencil dan belum mendapatkan distribusi listrik dari PLN.
2. Kincir angin pembangkit listrik ini di rakit dan dibuat dengan rancangan yang sederhana dan menggunakan bahan yang mudah didapatkan, sehingga lebih murah, efisien dan tepat guna untuk di aplikasikan di masyarakat.

3. Komponen utama kincir angin pembangkit listrik ini menggunakan 3 bilah sudu yang terdapat pada kipas angin dengan kemiringan 15 derajat. Menggunakan poros transmisi diameter 10 mm dan generator 12 volt.
4. Tempat yang digunakan untuk pengujian kincir angin ini berada di pantai Cikembang, Desa Pasirbaru, Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, yang memiliki kecepatan angin mencapai 6 m/s
5. Kecepatan angin di teluk pelabuhan ratu memiliki kecepatan rata-rata 2-3 m/s pada bulan maret 2018.
6. Kincir angin ini harus di kembangkan kembali agar mampu beroperasi pada kecepatan angin 3 m/s untuk di pasang di teluk pelabuhan ratu.
7. Faktor utama yang perlu di perhatikan pada desain kincir angin adalah, diameter sudu, kemiringan sudut sudu, pemilihan generator yang sesuai dengan daerah yang akan di pasang kincir angin.
8. Faktor pendukung yang perlu di perhatikan adalah perancangan poros dan kehalusan permukaan poros, pemilihan bantalan (bearing) dan perancangan sistem transmisi dari poros ke generator.
9. Metode perancangan yang sesuai untuk rancang bangun kincir angin adalah dimulai dari survey tempat yang akan dibangun kincir angin pembangkit listrik dengan mengambil kecepatan rata-rata angin daerah tersebut dalam kurun waktu tertentu. Kemudian menghitung daya angin dan daya pada kincir angin, hingga menghitung torsi kincir angin. Selanjutnya menentukan generator yang sesuai, disarankan untuk menggunakan generator 12 Volt DC yang memiliki putaran di bawah 1000 rpm. Hitung torsi generator yang akan digunakan dan pastikan torsinya lebih kecil dari torsi kincir angin di awal, agar kincir dapat berputar.
10. Berdasarkan analisis dari data hasil pengujian maka untuk memutarakan generator 12 volt dengan beban 1,22 kg.mm pada kecepatan angin 3 m/s, dapat di perbesar diameter kincir angin nya menjadi 0,7 m atau 70 cm.

Daftar Pustaka

- [1] Sularso. (2008). "Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta: Pradnya Paramita.
- [2] Arismunandar. "W. Penggerak Mula Turbin". Bandung: ITB PRESS
- [3] Batahan, (2005). "Teori Kelistrikan Dasar". Jakarta: Erlangga
- [4] Wikipedia kontributor, "Turbin angin," Wikipedia, Ensiklopedia Bebas, 24 April 2025. Tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin.
- [5] Wikipedia kontributor, "Energi terbarukan," Wikipedia, Ensiklopedia Bebas, 21 Oktober 2025. Tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_terbarukan.
- [6] Wikipedia kontributor, "Elektromagnetisme," Wikipedia, Ensiklopedia Bebas, 10 September 2025. Tersedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisme>.
- [7] K. Sahim, D. D. Santoso, dan D. Puspitasari, "Typical performance of wind power machines," ResearchGate. Tersedia: https://www.researchgate.net/figure/Typical-performance-of-wind-power-machines_fig1_323506420.