

DESAIN DAN UJI UNJUK KERJA KINCIR ANGIN

Dalam

Staf Edukatif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

ABSTRACT

Windmill power plant is one which is moved by wind energy, windmill designs developed in this test using a blade from PVC material with a diameter of 2.2 m span turbines as power using car alternator DC 12 Volt, Round the mill also depends on the speed of the wind flow , the faster the flow of wind so the sooner the revolution generated turbines. alternator used as wind power, with the average voltage is removed the alternator produces a voltage of 2.096 volts

Keywords: *Design, Test Performance, and wind turbines*

Pendahuluan

Energi diperlukan sekali oleh masyarakat yang sudah maju dalam jumlah yang besar dan dengan biaya yang serendah mungkin. Energi angin terdapat dimana-mana, juga di Indonesia. Kita hanya perlu menguasai teknologinya untuk dapat memanfaatkan energi yang terkandung oleh angin, yang antara lain dapat dilakukan dengan menggunakan generator angin. Dalam perkembangan industri di Negeri Belanda kincir angin telah memainkan peranan penting. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat, mendorong bangsa Indonesia untuk melewati tahap-tahap perkembangannya agar dapat hidup sederajat dan tidak tertinggal dengan bangsa-bangsa lain. Hal ini dapat dilihat munculnya berbagai macam pembangunan, baik pembangunan fisik maupun non fisik. Sarana dan prasarana yang tidak asing lagi adalah penyediaan energi listrik. Sarana ini sudah banyak terdapat diseluruh wilayah Indonesia, bahkan hampir seluruh pelosok tanah air, hanya

sebagian kecil yang belum karena tidak dapat dijangkau dengan jaringan PLN.

Sumber energi listrik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui. Pembangkit listrik yang dapat diperbarui seperti; pembangkit listrik yang digerakkan oleh tenaga surya, energi gelombang laut dan energi angin, saat ini masih dikembangkan secara terbatas di Indonesia. Sedangkan pembangkit listrik yang tidak dapat diperbarui seperti: Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan lain sebagainya. Dikhawatirkan energi ini semakin lama semakin berkurang.

Pemanfaatan sumber daya alam lain dimungkinkan dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik. Pemenuhan energi listrik di daerah terpencil, daerah yang tidak dapat dijangkau dengan jaringan PLN. Energi listrik yang cocok, dan yang paling efisien adalah

pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya. Hal ini ditunjang dengan letak negara Indonesia yang terletak didaerah khatulistiwa memungkinkan pemanfaatan energi surya untuk diubah ke energi listrik, karena sinar surya bersinar sepanjang tahun.

Metode yang digunakan dalam rancang bangun tugas akhir ini meliputi metode Observasi yaitu dengan cara mencari informasi data kecepatan angin (potensi angin), metode literatur yaitu dengan mencari data-data pada buku serta internet yang ada hubungannya kincir angin, dan mendesain serta merancang kincir angin.

Tinjauan Pustaka

Energi angin telah lama dikenal dan dimanfaatkan manusia. Perahu-perahu layar menggunakan energi ini untuk melewati perairan sudah lama sekali. Dan sebagaimana diketahui, pada dasarnya angin terjadi karena ada perubahan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di tiap daerah keadaan suhu dan kecepatan angin berbeda. Untuk mengurangi keterbatasan penggunaan energi yang tak terbarukan dalam pembangkitan energi listrik khususnya maka diperlukan energi-energi alternatif lain sebagai penggantinya. Dalam rangka mencari bentuk-bentuk sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan kembali energi angin mendapat perhatian yang besar.

Seperti yang telah dijelaskan, Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan udara yang lebih tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah. Perbedaan tekanan udara disebabkan oleh perbedaan suhu udara akibat pemanasan atmosfer yang tidak merata oleh sinar matahari. Karena bergerak angin memiliki energi kinetik. Energi

angin dapat dikonversi atau ditransfer ke dalam bentuk energi lain seperti listrik atau mekanik dengan menggunakan kincir atau turbin angin. Oleh karena itu, kincir atau turbin angin sering disebut sebagai Sistem Konversi Energi Angin (SKEA).

Semua energi yang dapat diperbarui dan berasal dari matahari, kecuali (panas bumi). Matahari meradiasi $1,74 \times 10^{14}$ kw jam energi ke bumi setiap jam (bumi menerima $1,74 \times 10^{17}$ watt daya). 1-2 % dari energi tersebut diubah menjadi energi angin. Jadi, energi angin merupakan bentuk tidak langsung dari energi matahari, karena angin dipengaruhi oleh pemanasan yang tidak merata pada kerak bumi oleh matahari angin sebagai energi potensial energi angin dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Ketersediannya dia alam cukup banyak dapat diperoleh secara gratis di alam.

Dalam pemanfaatannya secara langsung tidak menimbulkan pencemaran udara atau dengan kata lain pemanfaatannya ramah lingkungan. Pemanfaatan angin untuk energi terbagi atas dua bentuk tenaga utama, yaitu : sepenuhnya mekanik, seperti pompa air atau penggerak lainnya, listrik dengan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga angin. Berdasarkan data dari WWEA (*World Wind Energi Association*), sampai dengan tahun 2007 perkiraan energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 93,85 Giga watt menghasilkan lebih dari 1% dari total kelistrikan secara global. Amerika, Spanyol dan China merupakan negara terdepan dalam pemanfaatan energi angin. Diharapkan pada tahun 2010 total kapasitas pembangkit listrik tenaga angin secara global mencapai 170 GigaWatt.

Adanya perbedaan suhu antara wilayah yang satu dengan wilayah yang lain dipermukaan bumi ini menyebabkan timbulnya angin. Wilayah yang mempunyai suhu tinggi (daerah khatulistiwa) udara menjadi panas sehingga mengembang dan menjadi ringan, akibatnya bergerak keatas menuju wilayah yang mempunyai suhu lebih rendah (daerah kutub). Sebaliknya di wilayah yang mempunyai suhu rendah, udaranya menjadi dingin dan bergerak turun ke wilayah yang mempunyai suhu panas. Dengan demikian, terbentuk perputaran udara yaitu perpindahan udara dari daerah khatulistiwa ke daerah kutub dan sebaliknya dari daerah kutub ke daerah khatulistiwa.

Perpindahan udara atau gesekan udara terhadap permukaan bumi inilah yang disebut angin (Harun, 1987). Perbedaan suhu di permukaan bumi di karenakan penyinaran matahari ke bumi dan peredaran bumi terhadap matahari. Oleh karena itu adanya angin pada suatu wilayah tergantung perbedaan suhu, sehingga dapat dikatakan secara periodik angin di suatu wilayah dibangkitkan kembali selama ada perbedaan suhu oleh penyinaran matahari. Atas dasar hal tersebut angin dapat di katakan sebagai sumber daya energi terbarukan. Dan untuk mengetahui suatu energi yang dibangkitkan oleh angin selama perjam dapat dinyatakan dengan rumus:

$$W = P \times t \dots\dots\dots(1)$$

Untuk mengetahui daya atau energi yang dikeluarkan oleh alternator berdasarkan kecepatan angin dan diameter baling-baling (telah diketahui

dan diameternya 1,5 m) dapat dinyatakan dengan rumus :

$$P = 1/12 \cdot V^3 \cdot D^2 \text{ watt} \dots\dots\dots(2)$$

Energi yang dimiliki oleh angin dapat didapat dari persamaan :

$$\text{Daya} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \dots\dots\dots (3)$$

Energi kinetik angin adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat gerakannya. Energi kinetik angin adalah :

$$(W) = \frac{1}{2} mV^2 \dots\dots\dots(4)$$

Angin yang menggerakkan sudu merupakan udara yang bergerak dan mempunyai massa, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$= \rho \times A \times d \dots\dots\dots(5)$$

Dalam mendesain kincir angin harus mempertimbangkan berapa besar daya yang dibutuhkan, kemudian kecepatan angin, dan yaitu berapa jumlah blade yang harus digunakan, hal pertama yang diperhatikan dalam desain kincir angin adalah TSR (*Tip Speed Ratio*) atau perbandingan kecepatan di tiap kincir angin (ujung) dan kecepatan angin yang didapat oleh kincir. Menghitung TSR (λ) dapat menggunakan persamaan :

$$\omega \times \text{Rotor}/v = \lambda \dots\dots\dots(6)$$

Torsi dari sebuah kincir angin dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{TORQUE} = V^2 R^3 / \lambda^2 \dots\dots\dots(7)$$

TSR mempengaruhi kecepatan putaran kincir (rpm). Hubungan TSR dengan kecepatan yaitu :

Kecepatan pada poros Shaft speed (SS)

$$SS = 60\lambda v / (\pi D) \text{ rpm} \dots\dots\dots(8)$$

Diameter suatu rotor kincir angin dapat pula diperoleh melalui sebuah perhitungan. Persamaan untuk menghitung Diameter suatu rotor kincir angin yaitu:

$$D = (Px(47\lambda xRPM)^3)^{0.2} \dots\dots (9)$$

Untuk menentukan jumlah blade yang digunakan, dapat digunakan persamaan:

$$B = 80/\lambda^2 \dots\dots\dots (10)$$

Dalam menentukan diameter dan jumlah *blade* untuk kincir angin harus memperhitungkan sudut *blade* (β) karena fungsi utama kincir angin adalah untuk menghasilkan daya listrik.

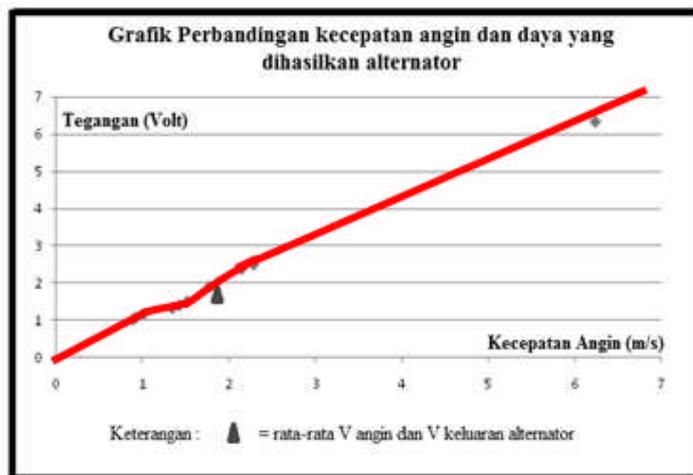
Pembahasan

Kincir yang di desain dilakukan pengujian, data yang diambil dari pengujian tersebut meliputi kecepatan angin, putaran pada poros kincir, putaran pada poros alternator dan tegangan yang dihasilkan. Data ini diambil dengan mengukur langsung pada kincir yang didesain, adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran.

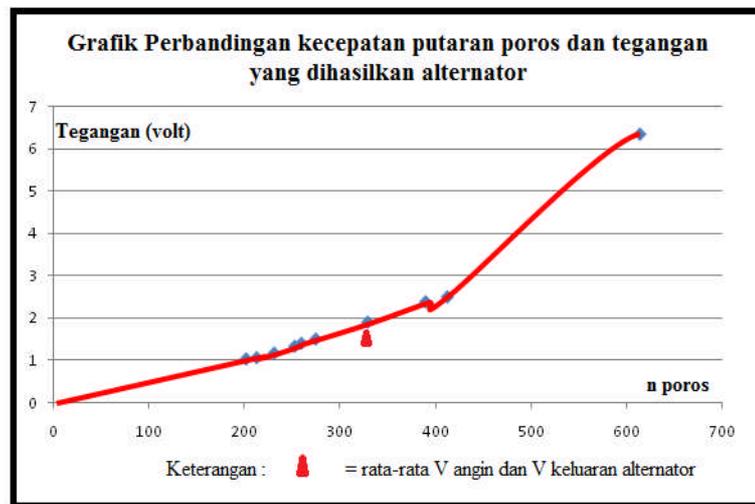
No.	Kecepatan Angin (m/s)	n ₁ (rpm) poros	n ₂ (rpm) Alternator	V Voltage
1	1,01	231,2	722,5	1,16
2	1,34	252,6	789,375	1,32
3	0,91	212,8	665,1	1,05
4	1,51	274,7	858,437	1,49
5	2,28	412,5	1289,0	2,49
6	0,89	201,9	630,937	1,02
7	1,42	259,6	811,25	1,39
8	6,23	614,2	1919,375	6,34
9	2,14	389,7	1211,875	2,37
10	1,77	329,1	1028,43	1,89
Rata-rata	1,95	317,83		2,096

Dari tabel diatas semakin tinggi kecepatan angin akan semakin besar tegangan listrik yang dihasilkan, hal ini berhubungan dengan besarnya putaran yang terjadi pada poros alternator untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Perbandingan kecepatan angin dan daya yang dihasilkan alternator

Demikian juga hubungan antara kecepatan yang terjadi pada poros alternator semakin cepat putaran maka tegangan yang terjadi akan semakin besar, putaran pada poros berpengaruh besar terhadap tegangan yang terjadi sehingga akan menghasilkan daya listrik yang lebih besar dari sebelumnya.



Grafik 2. Perbandingan Putaran poros dan daya yang dihasilkan alternator

Pengujian ini dilakukan pada sore hari, hal ini dmempertimbangkan peralatan pengukur putaran (tachometer) tidak berfungsi, karena sinar infra merah yang dipancarkan alat tersebut kalah dengan sinar matahari yang menyebabkan alat tersebut tidak dapat membaca hasil.

Menurut hasil pengujian, hasil percobaan yang ke 8 merupakan hasil yang terbesar dengan hasil 6,34 volt dan kecepatan angin 6,23 volt. Sedangkan data yang terkecil pada percobaan ke 6 dengan hasil 0,91 volt dan kecepatan angin 0,89. Rata-rata voltage yang di dapat adalah 2,096 volt. Berdasarkan grafik, semakin tinggi kecepatan angin maka tegangan yang dihasilkan alternator juga semakin besar.

Perhitungan perbandingan daya antara hasil pengujian dan hasil data teoritis, perhitungan ini mempergunakan data dari BMKG Kenten Palembang, angin didaerah Palembang dan sekitarnya kecepatan angin $V = 2,7 \text{ knot} = 1,387 \text{ m/s} = 1,39 \text{ m/s}$ dan daimeter kincir $= 2,2 \text{ m}$, sehingga ;

$$\begin{aligned} \text{Daya angin (P)} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 1,39^3 \\ &= 5,06 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sedangkan kecepatan angin maksimum $= 25 \text{ knot} = 12,85 \text{ m/s}$, sehingga daya angin maksimum adalah

$$\begin{aligned} \text{Daya angin} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 12,85^3 \\ &= 845,851 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sedangkan kecepatan angin hasil pengujian angin rata-rata $V = 1,95 \text{ m/s}$, sehingga daya angin hasil perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Daya angin} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 1,95^3 \\ &= 13,2 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sedangkan kecepatan angin maksimum hasil pengujian adalah $V = 6,23 \text{ m/s}$ sehingga daya angin hasil perhitungan.

$$\begin{aligned} \text{Daya angin} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 6,23^3 \\ &= 455,56 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Kesimpulan dan Saran

Kincir merupakan sebagai penerus putaran dari aliran angin yang mengalir, sehingga kincir dapat berputar dan mengubah tenaga potensial angin menjadi energi mekanik untuk menggerakkan poros serta untuk menggerakkan pulley pada alternator yang dapat menghasilkan energi listrik searah (DC). Putaran Pada kincir juga tergantung pada kecepatan angin mengalir, semakin cepat aliran angin maka semakin cepat pula putaran yang dihasilkan kincir tersebut. alternator dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga angin, dengan tegangan rata-rata yang dikeluarkan alternator menghasilkan tegangan sebesar 2,096 volt

Saran

Untuk menghasilkan energi listrik yang lebih maksimal alternator yang dipergunakan sebaiknya yang khusus

sebagai pembangkit tenaga, sehingga pada putaran rendah energi listrik dapat dihasilkan, akan tetapi jenis alternator ini sangat mahal terutama untuk jenis arus listrik bolak-balik (AC).

DAFTAR PUSTAKA

Nippondenso. 1980. "*Alternator*". Semarang.

Sularso, MSME. Ir., suga, kiyokatsu. 2002. "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Khurmi, RS., Gupta, J.K. 1982. "*Text Book Of Machine Design*". New Delhi: Eurasia Languages Publishing House, Ltd.

Wiley Eastern Limited. 1944. "*Westermann Tables For The Metal Trade*". New Delhi