

KONVERSI ENERGI ANGIN MENJADI ENERGI LISTRIK DALAM SKALA LABORATORIUM

Febrielviyanti*, Maksi Ginting, Zulkarnain

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

**fheby.febrielviyanti@gmail.com*

ABSTRACT

The conversion of wind energy into electrical energy in laboratory is experimentally conducted, to the source of the wind came from the fan, which then flowed into a tunnel. The generator used is bicycle dynamo with voltage output of 12 Volt. The wind speed against the tunnel length increases when the length are 0,90 m, 0,75 m, and 0,60 m, and decrease on 0,45 m and 0,30 m. The decrease of wind speed occur because of fan vibration, unregularity of tunnel surface area and turbulence. The wind speed is observed to be the largest on the length of 0,60 m with the wind speed at the level of the third button of fan its average speed of 4,16 m/s with generator power, torque and efficiency are $9,47 \times 10^{-3}$ Watt, $2,63 \times 10^{-1}$ Nm and 0,30% respectively. The current and voltage output produced by generator is AC current and voltage and resulte 72,85 mA dan 0,13 Volt, therefore to convert they into DC current and voltage output, effective current and voltage equation is applied which get 0,05 Ampere and 0,09 Volt.

Keywords: energy conversion, wind energy, bicycle dynamo

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang konversi energi angin menjadi energi listrik dalam skala laboratorium dengan menggunakan metode eksperimen, dengan sumber angin berasal dari kipas angin, yang dialirkan melalui terowongan. Generator yang digunakan adalah dinamo sepeda yang mempunyai tegangan 12 volt. Kecepatan Angin terhadap panjang terowongan pada jarak 0,90 m, 0,75 m dan 0,60 m semakin meningkat, sementara pada jarak 0,45 m dan 0,30 m menurun. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh getaran kipas, ketidak teraturannya luas permukaan terowongan dan terjadinya turbulensi. Kecepatan angin yang paling besar terjadi pada jarak 0,60 m pada tombol 3 dengan rata-rata 4,16 m/s dengan daya, torsi dan efisiensi yang dihasilkan yaitu $9,47 \times 10^{-3}$ Watt, $2,63 \times 10^{-1}$ Nm dan 0,30%. Arus dan tegangan yang dihasilkan generator berupa arus dan tegangan bolak-balik

yaitu 72,85 mA dan 0,13 Volt, sedangkan untuk arus dan tegangan searah yaitu 0,05 Ampere dan 0,09 Volt.

Kata kunci: Konversi energi, Energi angin, Dinamo sepeda

PENDAHULUAN

Energi angin merupakan sumber daya alam yang dapat diperoleh secara cuma-cuma yang jumlahnya melimpah dan tersedia terus-menerus sepanjang tahun. Turbin angin tunggal dapat menggantikan emisi gas yang setara dengan 1000 Ton CO₂, hal ini berdasarkan pada pembangkit listrik menggunakan minyak tahun 1999 di dunia. Turbin angin yang diganti dengan pembangkit listrik bahan batu bara, akan dapat menghindari emisi CO₂ sebesar 1930 Ton (Chang, 2002).

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki sekitar 17.500 pulau dan panjang garis pantainya lebih dari 81.290 km. Potensi energi angin di Indonesia sangat besar yaitu sekitar 9,3 GW dan total kapasitas yang baru terpasang sekitar 0,5 MW (Daryanto, 2007).

Perkembangan energi angin di Indonesia masih tergolong kecepatan angin rendah, salah satu penyebabnya adalah kecepatan angin rata-rata di wilayah Indonesia masih tergolong kecepatan angin rendah. Data dari stasiun pengukuran BMG menunjukkan bahwa 50 lebih lokasi memiliki kecepatan angin 3 - 5 m/s, sementara LAPAN menunjukkan bahwa hasil pengukuran kecepatan angin dari 30 lebih lokasi memiliki kecepatan antara 3 - 5 m/s.

Prinsip kerja turbin angin untuk menghasilkan energi listrik adalah

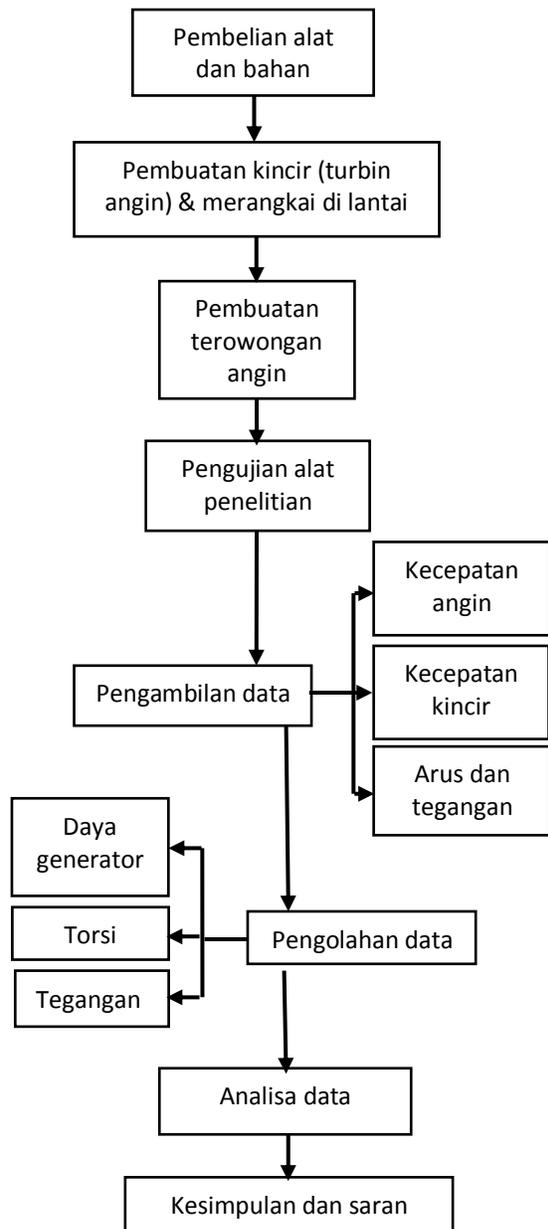
mengubah energi kinetik pada angin yang dapat menggerakkan baling-baling menjadi energi mekanis pada turbin. Baling-baling tersebut berputar pada porosnya, sehingga dapat mengubah energi kinetik putar menjadi energi listrik. Berdasarkan pengaruh kecepatan angin terhadap putaran turbin, arus dan tegangan maka kerja dari turbin angin dapat dilihat dari daya, torsi dan efisiensi yang dihasilkannya. Penelitian tentang konversi energi angin menjadi energi listrik dalam skala laboratorium dapat dilakukan untuk membuktikannya, sehingga energi ini kedepannya dapat diteliti dalam skala yang lebih besar.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Penjelasan tentang metode penelitiannya secara jelas dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1.

Penelitian diawali dengan dilakukannya pembuatan alat, selanjutnya melakukan pengambilan data. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, dimana alat ini diletakkan pada posisi yang akan diukur yaitu diatas dan bawah muka terowongan. Pengukuran selanjutnya, mengukur kecepatan putar kincir dengan tachometer yaitu dengan menembakkan sinar laser pada stiker putih yang ditempel pada salah satu bilah kincir. Pengukuran arus dan tegangan menggunakan dua

Multimeter, dimana pengukurannya dihubungkan secara paralel agar ke dua Multimeter terhubung dengan generator.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Waktu pengukuran dilakukan selama 60 detik setiap data untuk 10 kali

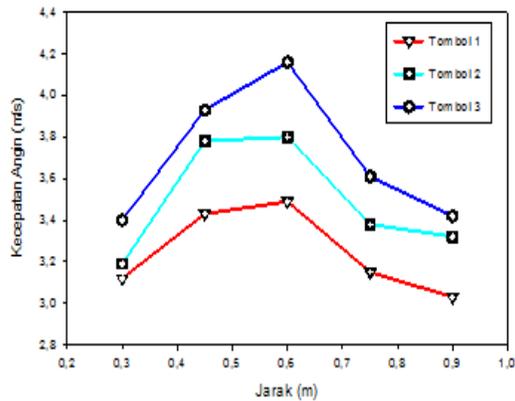
pengambilan data pada tachometer dan multimeter, sedangkan anemometer dilakukan selama 120 detik setiap datanya untuk 10 kali pengambilan data setiap posisi anemometer. Pengolahan data dapat dilakukan berdasarkan landasan teori yaitu daya generator, torsi dan efisiensi.

Pada penelitian konversi energi angin menjadi energi listrik dalam skala laboratorium, pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tiga variasi kecepatan angin yang diatur melalui tombol kipas angin, yaitu tombol 1, 2 dan 3. Data yang diperoleh dari pengamatan tersebut akan dianalisa dan diolah dengan acuan teori yang ada pada landasan teori, sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan dari penelitian tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada penelitian konversi energi angin menjadi energi listrik dalam skala laboratorium dilakukan dengan metode eksperimen yaitu turun langsung untuk membuat alat dan mengukurnya. Data hasil pengamatan yang ditampilkan pada grafik adalah rata-rata yang telah di ukur setiap 60 detik untuk pengambilan sepuluh data. Hasil pengamatan yang didapat berupa hubungan antara kecepatan angin terhadap jarak, torsi, efisiensi, daya generator AC dan daya generator DC.

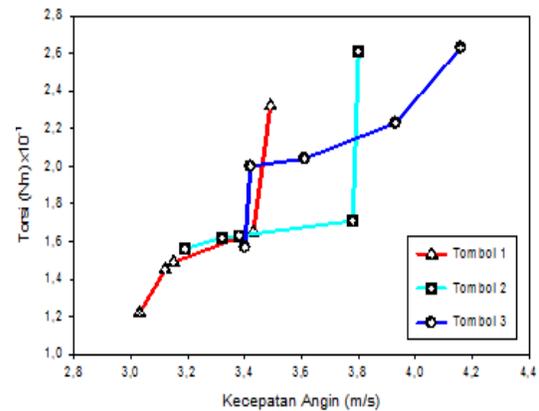
Hasil pengukuran hubungan jarak terhadap kecepatan dapat dilihat pada Gambar 2, yaitu pada jarak 0,90 m, 0,75 m dan 0,60 m mengalami peningkatan, tetapi pada jarak 0,45 m dan 0,30 m mengalami penurunan. Pengukuran ini juga sama pada kecepatan yang berbeda yaitu pada tombol 1, 2 dan 3.



Gambar 2. Hubungan jarak terhadap kecepatan angin

Faktor penyebab pada jarak 0,45 m dan 0,30 m menurun adalah terjadi getaran dan ketidak teraturan permukaan terowongan. Getaran yang terjadi diakibatkan oleh kipas angin yang diletakkan di dalam terowongan sehingga melekat, sedangkan ketidakteraturan permukaan terowongan dapat terjadi pada saat pemasangan terowongan yang kurang rapi. Turbulensi menjadi penyebab utamanya, karena angin yang dihasilkan dari kipas angin dekat dengan permukaan yang dilewati.

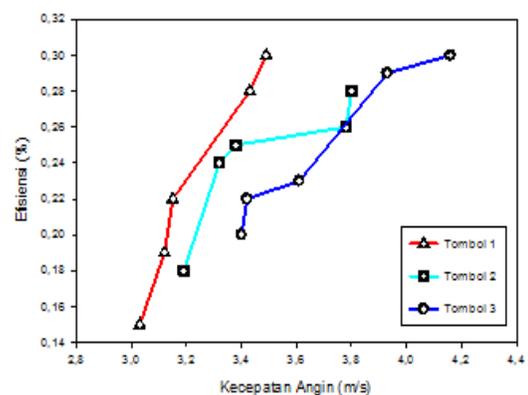
Hasil pengukuran hubungan kecepatan angin terhadap torsi semakin besar, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3. Torsi yang dihasilkan yaitu $2,63 \times 10^{-1}$ Nm, pada kecepatan angin rata-rata terbesarnya 4,16 m/s. Kecepatan angin terhadap torsi saling berhubungan. Kecepatan angin semakin meningkat maka daya yang dihasilkan juga semakin meningkat. Meningkatnya daya tersebut mengakibatkan torsinya juga meningkat, kecepatan angin dilihat dari tombol 1, 2 dan 3 saling berbanding lurus, karena pada jarak yang sama kecepatan anginnya semakin meningkat.



Gambar 3. Hubungan kecepatan angin terhadap torsi pada AC

Kecepatan angin maksimal terlihat pada tombol 3 pada kecepatan angin 3,42 m/s sampai 4,16 m/s sedangkan pada kecepatan 3,40 m/s ke 3,42 m/s kenaikan kecepatannya berbeda, karena pada saat itu terjadi pergantian kecepatan dari tombol 2 ke 3.

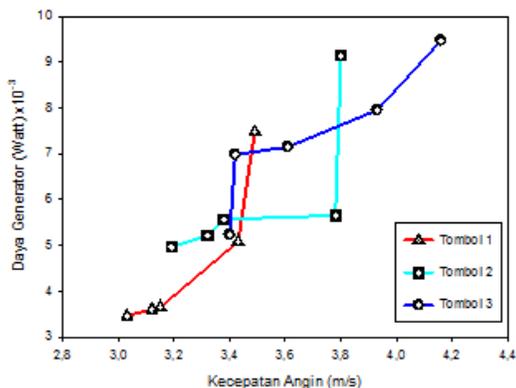
Hasil pengukuran hubungan kecepatan angin terhadap efisiensi pada AC dapat dilihat pada Gambar 4, semakin besar kecepatan anginnya maka efisiensi yang dihasilkan pun semakin besar.



Gambar 4. Hubungan kecepatan angin terhadap efisiensi pada AC

Torsi yang paling besar terdapat pada kecepatan kincir tombol 3 yaitu 4,16 m/s dengan torsi 0,30 %. Kecepatan angin yang semakin meningkat menyebabkan efisiensi yang dihasilkan pun semakin meningkat. Efisiensi yang dihasilkan dipengaruhi oleh panjang atau tidaknya jari-jari bilah yang ada pada sumber angin (kipas angin), hal ini sesuai dengan rumus efisiensi dan daya keluaran pada daya generator dengan daya masukan pada sumber angin.

Hasil pengukuran hubungan kecepatan angin terhadap daya generator pada AC dapat dilihat pada Gambar 5, semakin besar kecepatan anginnya maka kecepatan daya yang dihasilkan pun semakin besar, hal ini berhubungan dengan data sebelumnya yaitu arus dan tegangan. Kecepatan angin yang terbesar yaitu rata-ratanya 4,16 m/s, menghasilkan daya generator sebesar $9,47 \times 10^{-3}$ Watt.

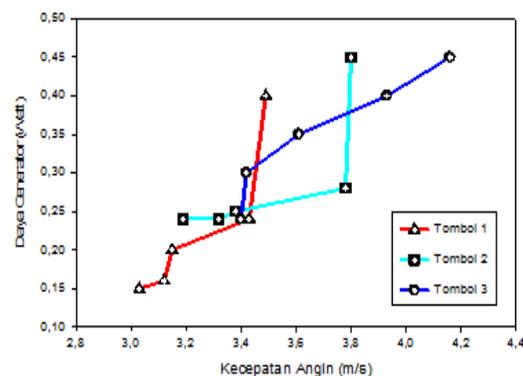


Gambar 5. Hubungan kecepatan angin terhadap gaya generator pada AC

Tingginya tegangan dan arus generator listrik yang dihasilkan akan menghasilkan daya generator listrik yang semakin meningkat, Kecepatan angin

terhadap daya generator pada tombol 1 dan 2 mengalami kenaikan yang sama atau saling tegak lurus, sedangkan pada tombol 3 kenaikan yang terjadi berbeda. Perbedaan pada tombol 3 diakibatkan oleh pergantian dari tombol 2 ke tombol 3 dihidupkan tanpa jeda yang membuat kecepatan anginnya pada 3,40 m/s ke 3,42 m/s semakin besar. Kenaikan grafik pada kecepatan angin 3,42 m/s sampai 4,16 m/s semakin meningkat, hal ini di akibatkan pada saat itu tiba-tiba arus tegangan listrik PLN meningkat.

Hasil pengukuran hubungan kecepatan angin terhadap daya generator pada DC dapat dilihat pada Gambar 6, hubungannya sama dengan AC. Semakin besar kecepatan anginnya maka semakin besar pula daya yang dihasilkannya. Kecepatan angin 4,16 m/s menghasilkan daya generator pada DC sebesar $0,45 \times 10^{-2}$ Watt, hal ini karena arus dan tegangan AC dirubah menjadi DC maka daya yang dihasilkan pun lebih kecil.



Gambar 5. Hubungan kecepatan angin terhadap gaya generator pada DC

Semakin besar kecepatan angin yang dihasilkan, maka semakin besar juga daya generatornya. Perbedaan antara

hubungan AC dengan DC, terletak pada rumus arus dan tegangan yang di gunakan yaitu pada hubungan DC, arus dan tegangan bolak-balik efektif yang dihasilkan pada multimeter dapat dirubah menjadi arus dan tegangan searah. Kecepatan angin terhadap daya generator pada tombol 1 dan 2 mengalami kenaikan yang sama atau saling tegak lurus. Kecepatan angin pada tombol 3 mengalami kenaikan hampir linier yaitu pada kecepatan angin 3,42 m/s sampai 4,16 m/s. Kecepatan angin antara 3,40 m/s ke 3,42 m/s tidak mengalami kecepatan yang hampir linier seperti kecepatan tombol 3 lainnya, karena pergantian dari tombol 2 ke tombol 3 dihidupkan tanpa jeda yang mengalami kecepatan yang berbeda.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan angin terhadap jarak terowongan 0,90 m, 0,75 m dan 0,60 m semakin meningkat, yaitu pada jarak 0,90 m menghasilkan kecepatan angin sebesar 3,03 m/s, 3,32 m/s dan 3,42 m/s. Kecepatan angin pada jarak 0,75 m menghasilkan kecepatan angin sebesar 3,15 m/s, 3,38 m/s dan 3,61 m/s. Kecepatan angin pada jarak 0,60 m menghasilkan kecepatan angin sebesar 3,49 m/s, 3,80 m/s dan 4,16 m/s.
2. Kecepatan angin terhadap jarak terowongan menurun pada jarak 0,45 m yang menghasilkan kecepatan angin sebesar 3,43 m/s, 3,78 m/s dan 3,93 m/s. Kecepatan angin pada

jarak 0,30 m menghasilkan kecepatan angin sebesar 3,12 m/s, 3,19 m/s dan 3,40 m/s. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh getaran kipas yang terjadi pada terowongan, ketidak teraturannya luas permukaan terowongan dan terjadinya turbulensi di dalam terowongan.

3. Kecepatan kincir akan semakin meningkat, jika kecepatan anginnya meningkat. Besar atau kecilnya kecepatan putar kincir yang dihasilkan dipengaruhi oleh gear-rantai yang ada dibelakang kincir, karena gear-rantai tersebut termasuk beban yang dapat memperlambat gerak kincir.
4. Hubungan kecepatan angin terhadap daya generator dan torsi semakin meningkat, karena daya generator dipengaruhi oleh arus dan tegangan yang semakin meningkat. Besarnya torsi dipengaruhi oleh daya generator dan kecepatan putar kincir. Daya generator yang besar berada pada kecepatan angin 4,16 m/s dengan dayanya $9,47 \times 10^{-3}$ Watt dan torsinya $2,63 \times 10^{-1}$ Nm.
5. Kecepatan kincir semakin meningkat, sehingga efisiensi yang dihasilkan meningkat. Efisiensi terbesar pada kecepatan angin 4,16 m/s dengan efisiensinya 0,30%.
6. Arus dan tegangan yang dihasilkan berupa arus dan tegangan bolak-balik yaitu 72,85 mA dan 0,13 Volt pada kecepatan angin terbesar 4,16 m/s, sedangkan untuk arus dan tegangan searah yang dihasilkan yaitu 0,05 Ampere dan 0,09 Volt.

DAFTAR PUSTAKA

Chang, L. 2002. Wind Energy Conversion Systems. *IEEE Canadian Review - Spring / Printemps*. University of N. Brunswick.

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