

## ANALISA PENGARUH KETINGGIAN KINCIR ANGIN POROS HORIZONTAL TERHADAP DAYA ENERGI LISTRIK

M. Fathuddin Noor<sup>1</sup>, Djoko Wahyudi<sup>2</sup>, Ahlan<sup>3</sup>, Eva Kurnia Yulyawan<sup>4</sup>

e-mail : fathuddin@upm.ac.id, djokowahyudi@gmail.com, ahlan@up.ac.id  
<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

e-mail : evak@upm.ac.id.  
<sup>4</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan solusi alternatif energi listrik di daerah perkotaan maupun di pedesaan, sejalan dengan meningkatnya upaya pembangunan kesejahteraan masyarakat. Kemudian penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui besar produksi energi listrik yang dihasilkan kincir angin poros horizontal pada ketinggian 2 meter, 3 meter dan 4 meter. Penelitian yang penulis lakukan disini adalah penelitian lapangan (*field Research*) yang dilakukan di Bukit Bentar Desa Curah Sawo Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo. Dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan, penulis menggunakan teknik wawancara. Sedangkan didalam pembahasannya digunakan metode deskriptif yaitu metode yang menggambarkan keadaan yang terjadi di lapangan secara sistematis. Dari hasil penelitian penulis tentang Analisa Pengaruh Ketinggian Kincir Angin Poros Horizontal Terhadap Produksi Energi Listrik. Ketinggian 2 meter menghasilkan output maksimum 3,72 volt dengan daya sebesar 9,66 watt, sedangkan ketinggian 3 meter 4,2 volt dengan daya 9,996 watt dan ketinggian 4 meter 6,4 volt dengan besar daya 11,536 watt. Pada kincir angin gabungan ketinggian 2 meter menghasilkan output maksimum 4,6 volt, sedangkan ketinggian 3 meter 4,2 volt dan ketinggian 4 meter 4,12 volt. Ketinggian 2 meter dan 3 meter, dari data menunjukkan kecepatan diatas 4,0 m/s ketinggian kincir angin 2 meter lebih tinggi dari 3 meter lebih rendah, hal ini juga terdapat dari pengamatan visual dimana terjadi ketika angin berhembus, 3 meter berputar lambat, 2 meter lebih cepat. hal ini terjadi akibat turbulensi angin akibat pengaruh bangunan dan pepohonan di sekitar tempat pengambilan data.

**Kata kunci:** kincir angin, ketinggian, sumbu *horizontal*

### PENDAHULUAN

Tenaga listrik sebagai salah satu sistem energi mempunyai fungsi yang diperlukan berguna dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Terutama pada zaman saat ini, bertambah tantangan dan dimensi-dimensi baru yang dihadapi umat manusia searah atas kuantitas jumlah masyarakat melantarkan aspek-aspek aktivitas yang layak dipenuhi oleh penyediaan energi listrik semakin menumpuk. Keinginan akan energi sangatlah banyak di alam perkotaan ataupun di pedesaan, asal usul atas meningkatnya pembentukan keselamatan rakyat, beragam cara sudah dilakukan akan pemasokan listrik mencapai pada sudut kampung.

Daya angin menjadi salah satu kekuatan yang terbarukan mempunyai energi akan dikembangkan menjadi daya pilihan akan daya mengenai bahan bakar fosil. Berdasarkan pemeriksaan Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (Lapan) di dua puluh daerah di Indonesia, kecepatan pada umumnya aliran udara di Indonesia per tahun sekitar 2 mencapai 6 m/s. Fenomena ini menunjukkan rendahnya distribusi

kecepatan angin di Indonesia. Faktor yang mempengaruhi kencangnya aliran udara berhembus yaitu panjangnya siang serta malam. Bila dirasakan kecepatan angin pada waktu siang dan malam berbeda. Angin bertiup lebih cepat pada waktu siang hari dibanding pada saat malam hari. Panjang siang dan malam atas jumlah lokasi tidak layak sehingga melantarkan tekanan angin maksimal berubah-ubah. Akibatnya, petunjuk arus angin tidak stabil maupun tidak menentu.

Di Paiton sebagai salah satu sumber pemasok listrik, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang berada di kawasan Pesisir Desa Binor, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo. Begitupun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di bidang konversi daya tentang bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi udara yang tinggi dan jumlah persediaan di alam juga semakin menipis, menjadikan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui kembali. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat mengimbangi peningkatan kebutuhan energi yang digunakan. Salah satu solusi

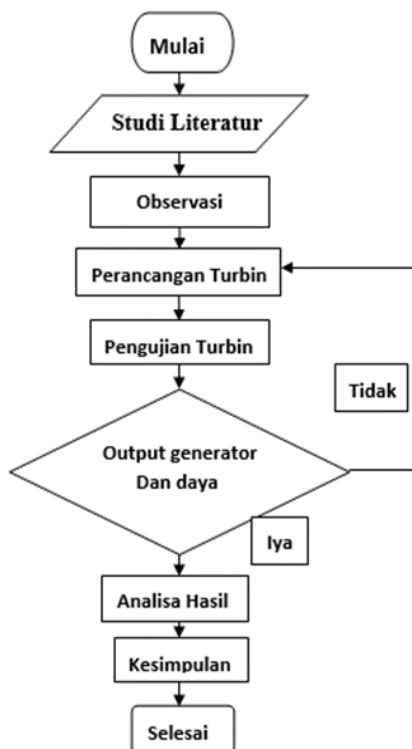
yang tepat yaitu beralih dari energi fosil ke energi terbarukan.

Energi terbarukan merupakan energi yang akhir-akhir ini banyak digunakan untuk menggantikan energi yang berasal dari fosil, selain energi terbarukan bersifat tidak terbatas dan dapat di perbaharui lagi, hal ini menjadi salah satu keunggulan dari energi terbarukan dapat berasal dari angin. Di Wilayah Bukit Bentar, Desa Curah Sawo, Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo, memiliki potensi angin yang bagus. Dimana perbedaan tekanan udara akan menghasilkan hembusan angin sehingga dapat di buat alat pembangkit listrik tenaga angin untuk memanfaatkannya seperti kincir angin.

Dari pemaparan di atas penulis mengambil kesimpulan bahwa pemanfaat energi angin masih rendah, akan tetapi sistem *konversi* angin skala kecil dapat menggunakan teknologi sederhana dan biaya pembuatan yang relatif murah.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan menentukan variabel ketinggian kincir angin dari tanah dan mengamati kecepatan putaran serta output generator yang menjadi objek pengamatan sehingga diperoleh data primer. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, mendesain kincir angin, memasang dan merancang kincir angin dan putaran poros, mengukur kecepatan angin dan putaran poros menggunakan alat yang sudah ditentukan, mencatat tegangan (v) yang dihasilkan generator, menyimpulkan kinerja kincir angin poros horizontal pada ketinggian 2 meter, 3 meter dan 4 meter.



Gambar 1. Flowchart penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Avometer
2. Anemometer
3. Tachometer
4. Baterai 4,2 v
5. Voltmeter digital
6. Generator 12 v
7. Lampu LED
8. Paralon
9. Bearing

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di daerah Probolinggo pada bulan Mei 2021 dengan pengujian di laboratorium dan pengujian lapangan.



Gambar 2. Pengujian kincir angin

Tabel 1. Perhitungan daya listrik gabungan yang dihasilkan pada variasi ketinggian 2 meter.

No	Kecepatan Angin (M/S)	Putaran Sudu (RPM)	Output Generator (Volt)	Ampere (i)	Daya (watt)
1	2,4	30,4	2,12	1,12	2,3744
2	2,6	45,0	2,19	1,20	2,6280
3	2,7	64,0	2,26	1,27	2,8702
4	2,8	69,2	2,27	1,28	2,9056
5	2,9	73,0	2,29	1,32	3,0228
6	3,2	75,0	3,28	1,65	5,4120
7	3,4	92,0	3,66	1,72	6,2952
8	3,5	94,6	3,68	1,78	6,5504
9	4,1	104,1	4,08	2,14	8,7312
10	4,6	135,6	4,6	2,10	9,6600

Perhitungan daya dengan kecepatan angin terendah 2,4 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 1,12 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 2,12 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = I.V \quad (1)$$

$$Pe = 1,12 . 2,12$$

$$Pe = 2,3744 \text{ (watt)}$$

Perhitungan daya dengan kecepatan angin tertinggi 4,6 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 2,10 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 4,6 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = I.V$$

$$Pe = 2,10 . 4,6$$

$$Pe = 9,6600 \text{ (watt)}$$

Tabel 2. Perhitungan daya listrik yang dihasilkan pada variasi ketinggian 3 meter.

No	kecepatan Angin (m/s)	Putaran Sudu (RPM)	Output Generator (volt)	Ampere (i)	Daya (watt)
1	2,4	41,0	2,09	1,12	2,3408
2	2,6	50,0	2,12	1,17	2,4804
3	2,7	66,9	2,16	1,28	2,7648
4	2,8	69,2	2,27	1,30	2,9510
5	2,9	69,6	2,28	1,42	3,2376
6	3,2	93,9	3,38	1,65	5,5770
7	3,4	96,9	3,42	1,8	6,1560
8	3,5	100,1	3,62	1,82	6,5884
9	4,1	101,3	3,80	2,10	7,9800
10	4,6	102,1	4,2	2,38	9,9960

Perhitungan daya dengan kecepatan angin terendah 3,1 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 1,12 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 2,09 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = 1,12 . 2,09$$

$$Pe = 2,34080 \text{ (watt)}$$

Perhitungan daya dengan kecepatan angin tertinggi 4,6 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 2,38 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 4,2 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = 2,38 . 4,2$$

$$Pe = 9,99600 \text{ (watt)}$$

Tabel 3. Perhitungan daya listrik yang dihasilkan pada variasi ketinggian 4 meter.

No	kecepatan Angin (m/s)	Putaran Sudu (RPM)	Output Generator (Volt)	Ampere (i)	Daya (watt)
1	2,4	48,9	2,14	1,14	2,4396
2	2,6	65,1	2,23	1,24	2,7652
3	2,7	66,5	2,27	1,28	2,9056
4	2,8	67,1	2,28	1,30	2,9640
5	2,9	73,6	2,63	1,35	3,5505
6	3,2	76,0	3,30	1,62	5,3460

7	3,4	91,7	3,60	1,68	6,0480
8	3,5	120,7	3,80	1,82	6,9160
9	4,1	149,1	4,1	2,20	9,0200
10	4,6	209,2	4,12	2,80	11,5360

Perhitungan daya dengan kecepatan angin terendah 2,4 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 1,14 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 2,14 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = I.V$$

$$Pe = 1,14 . 2,14$$

$$Pe = 2,4396 \text{ (watt)}$$

Perhitungan daya dengan kecepatan angin tertinggi 4,6 (m/s)

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai (*i*) sebesar 2,80 dengan nilai tegangan (*V*) sebesar 4,12 (volt) maka besar nilai (*Pe*) adalah:

$$Pe = I.V$$

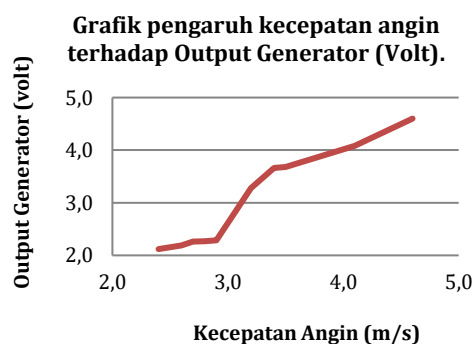
$$Pe = 2,80 . 4,12$$

$$Pe = 11,5360 \text{ (watt)}$$

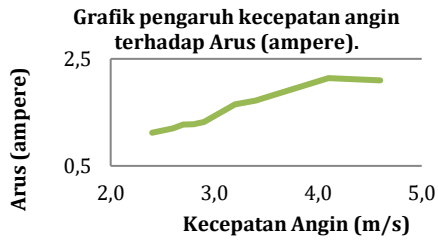
### Grafik pengaruh kecepatan angin gabungan pada ketinggian 2 meter.



Gambar 3. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (rpm).

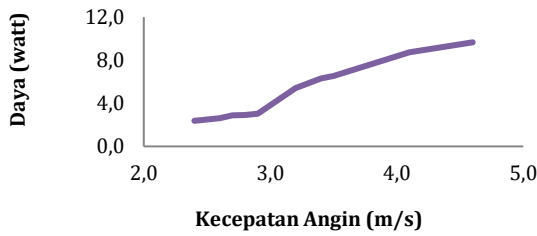


Gambar 4. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (volt).



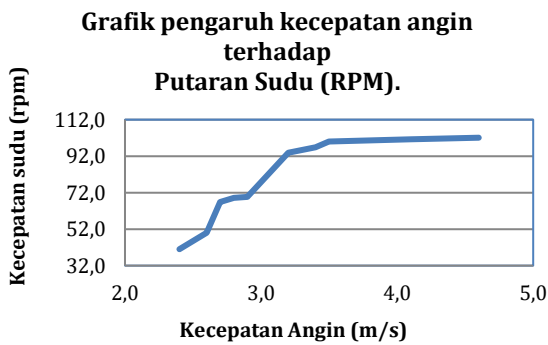
Gambar 5. Grafik pengaruh kecepatan kincir angin terhadap (ampere).

**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Daya (watt).**

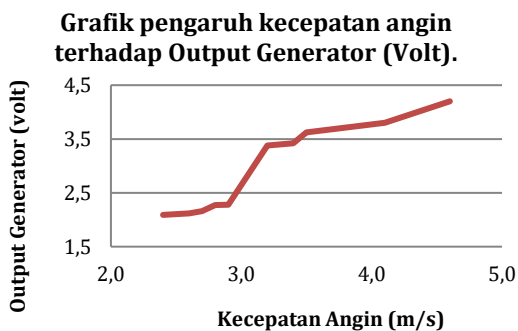


Gambar 6. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (watt).

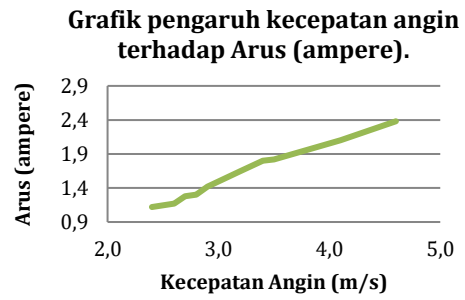
**Grafik pengaruh kecepatan angin gabungan pada ketinggian 3 meter.**



Gambar 7. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (rpm).

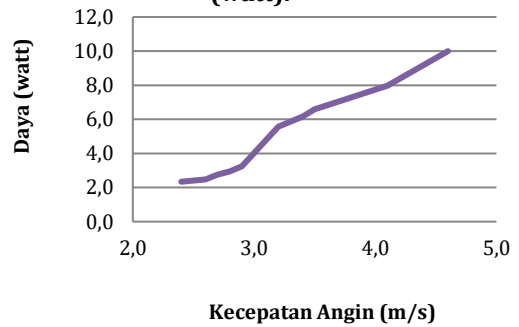


Gambar 8. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (volt).



Gambar 9. Grafik pengaruh kecepatan kincir angin terhadap (ampere).

**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Daya (watt).**



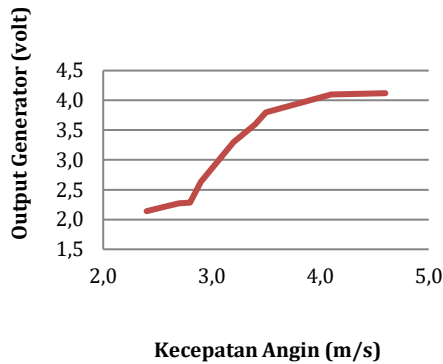
Gambar 10. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (watt)

**Grafik pengaruh kecepatan angin pada ketinggian 4 meter.**



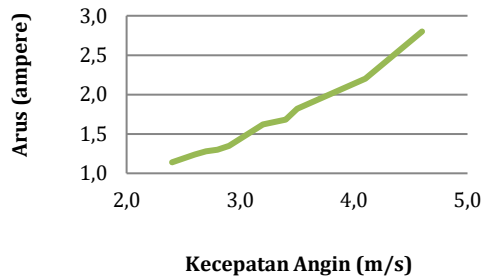
Gambar 11. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (rpm).

**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Output Generator (Volt).**



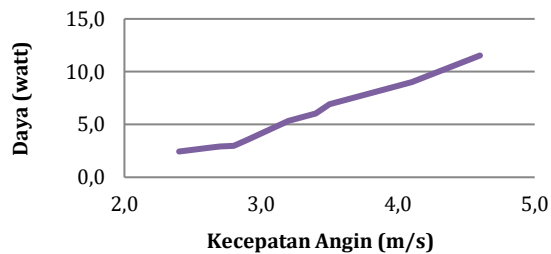
Gambar 12. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (volt).

**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Arus (ampere).**



Gambar 13. Grafik pengaruh kecepatan kincir angin terhadap (ampere).

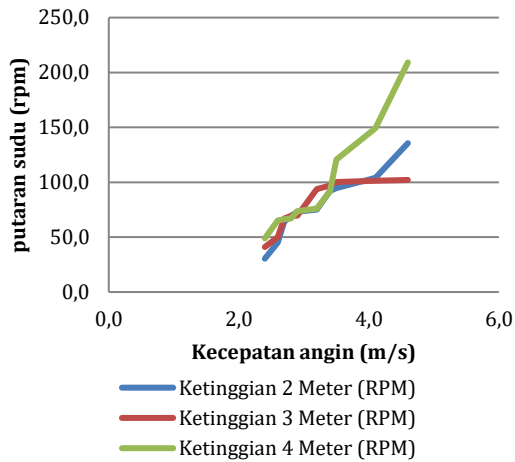
**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Daya (watt).**



Gambar 14. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap (watt).

**Grafik Perbandingan Kecepatan Angin gabungan Pada Ketinggian 2 meter, 3 meter dan 4 meter.**

**Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap Putaran Sudu (RPM).**



Gambar 15. Grafik perbandingan kecepatan angin terhadap (rpm).

Pada Hasil analisis data grafik menunjukkan semakin besar kecepatan angin maka semakin besar putaran sudu, ketinggian 2 meter dan 3 meter, dari data menunjukkan kecepatan diatas 4,0 m/s ketinggian kincir angin 2 meter lebih tinggi dari 3 meter lebih rendah, hal ini juga terdapat dari pengamatan visual dimana terjadi ketika angin berhembus, 3 meter berputar lambat, 2 meter lebih cepat. hal ini terjadi akibat turbulensi angin akibat pengaruh bangunan dan pepohonan di sekitar tempat pengambilan data. Ketinggian 2 meter menghasilkan 9,660 watt, ketinggian 3 meter menghasilkan 9,996 watt dan ketinggian 4 meter menghasilkan 11,536 watt. Putaran tertinggi dicapai oleh kinci angin dengan ketinggian 4 meter. Grafik pengujian tidak linier pada putaran rendah (m/s - rpm) akibat kualitas bearing.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh ketinggian diatas 4 meter. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui kinerja kincir angin tanpa dipengaruhi kondisi lingkungan disekitar penempatan alat. Pengambilan data sebaiknya menggunakan data loger supaya jumlah data yang dihasilkan lebih banyak dan lebih akurat.

Pada saat pengujian mengalami dua kali patah sudu yang disebabkan kualitas material dari PVC. Disarankan untuk melakukan pengujian dengan material yang lebih kuat tetapi ringan seperti aluminium atau akrilik. Demikian juga dengan kualitas bearing yang lebih baik sehingga mengurangi pengaruh hambatan gesekan khususnya pada putaran rendah.

**PENUTUP**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada kincir angin poros horizontal pada ketinggian 2 meter dan 3 meter, dari data menunjukkan kecepatan

diatas 4,0 m/s ketinggian kincir angin 2 meter lebih tinggi dari 3 meter lebih rendah, hal ini juga terdapat dari pengamatan visual dimana terjadi ketika angin berhembus, 3 meter berputar lambat, 2 meter lebih cepat. hal ini terjadi akibat turbulensi angin akibat pengaruh bangunan dan pepohonan di sekitar tempat pengambilan data. Sedangkan pada ketinggian 2 meter menghasilkan 9,660 watt, ketinggian 3 meter menghasilkan 9,996 watt dan ketinggian 4 meter menghasilkan 11,536 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Y. I. Nakhoda and C. Saleh, "Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen," *Ranc. Bangun Kincir Angin*, vol. 5, no. 2, pp. 19–24, 2015.
- M. Padmika, I. M. Satriya Wibawa, and N. L. P. Trisnawati, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator," *Bul. Fis.*, vol. 18, no. 2, p. 68, 2017.
- F. Aryanto, M. Mara, and M. Nuarsa, "Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal," *Din. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 50–59, 2013.
- R. F. E. Pradani, B. H. Purnomo, and B. Suyadi, "Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Binor.," *Artik. Ilm. Mhs.*, vol. I, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- Agus Haryanto, *Energi Terbarukan*. 2017. Innosain. Yogyakarta.