

# **Uji Coba *Horizontal Axis Wind Turbine* Tipe *Blade Taperless Naca 4412* Menggunakan *Wind Lens***

Achmad Wardana<sup>1</sup>

Muhammad halil<sup>2</sup>

Niharman<sup>2</sup>

Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H.  
Jl. Jendral Ahmad Yani No.1 Bengkulu 50275

[Muhammadhalil87@gmail.com](mailto:Muhammadhalil87@gmail.com)

## **Abstract**

Renewable energy is one of the alternative energies for the application of effective energy in the future because it also takes into account the increasing dependence of humans on the use of fossil energy which will reduce the availability of fossil energy and renewable energy can also be used as an alternative energy source whose distribution is For areas that have not been reached by PLN because of the large and centralized power generation system, one solution is the use of renewable energy generation, one of which is wind energy. Wind energy generators have the advantage that the energy costs are relatively cheaper, but the challenge is that this plant is designed for areas with medium and high wind speed groups so that the performance of this plant will decrease when applied in low pressure areas, so optimization is needed on the wrong design. The only thing is the addition of a shroud (wind lens) on a wind turbine that can increase performance twice as much as a wind turbine without a wind lens. For the test, a wind turbine design test variable was carried out using a windlens and a wind turbine without a wind lens with wind speeds of 3 m/s, 4 m/s and 5 m/s. The best test results used a windlens  $C_{p \max} = 0.898$  and  $C_{t \max} = 0.58$  at a wind speed of 3 m/s.

**Keywords:** renewable energy, wind turbine, windlens, wind speed

## **Pendahuluan**

Seiring berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi serta meningkatnya jumlah penduduk, semakin meningkat pula kebutuhan manusia sehari-hari khususnya kebutuhan pemakaian energi. Dari yang awalnya melimpah, sumber energi fosil makin terus berkurang, akibatnya terjadi peningkatan harga jual energi fosil tersebut. Mengingat akan ketergantungan manusia terhadap konsumsi energi fosil yang semakin tinggi, sehingga penghematan sangat

diperlukan untuk menghindari berkurangnya akan ketersediaan energi fosil.

Untuk penerapan sumber energi yang efektif di masa depan maka akan terjadinya pembatasan bahan bakar fosil dan sumber energi alternatif adalah subjek penting. Selain itu terkait dengan isu lingkungan hidup, pemanasan global, polusi dan lain-lain.

Produksi minyak bumi selama 11 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, dari 346 juta barrel (949 ribu bph) pada tahun 2009 menjadi 283 juta barel (778 ribu bph) ditahun 2018. Penurunan tersebut disebabkan

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

<sup>2</sup>Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022

karena sumur-sumur produksi sudah semakin tua, sementara produksi sumur baru masih relatif terbatas. Untuk memenuhi lkebutuhan Indonesia mengimpor minyak bumi terutama dari timur tengah sehingga ketergantungan produk impor mencapai 35% (*sumber : Kementrian ESDM, diolah oleh setjen DEN 2019*).

Tabel 1. Potensi Angin

No.	Enis Energi	Potensi (MW)
1.	Bayu/Angin	1.513
2.	Surya	3.475
3.	Bioenergi	644,8
4.	Air	945

*Sumber :Potensi Energi Angin, Surya dan Bioenergi Prov. Bengkulu (Dinas ESDM provinsi Bengkulu)*

Berdasarkan gambar diatas potensi angin di Bengkulu sangat memadai untuk mencukupi kebutuhan energi, akan tetapi pembangunan infrastruktur pembangkit di Bengkulu saat ini belum maksimal tak bisa dipungkiri bahwa salah satu faktornya ialah belum menguasai rekayasa dan teknologinya, maka pengenalan sistem tenaga angin baru yang menghasilkan keluaran daya yang lebih tinggi bahkan di lokasi dimana kecepatan anginnya lebih rendah dan pola angin yang kompleks diharapkan sangat diinginkan, Pembangkit tenaga angin sebanding dengan kecepatan angin yang dipotong.

Oleh karena itu peningkatan daya output adalah hasil dari pola angin yang rendah untuk menciptakan peningkatan pada kecepatan angin ke turbin angin. Maka pemecahan masalahnya adalah bagaimana kita dapat menciptakan bahkan sedikit ada peningkatan pada kecepatan angin dengan memanfaatkan sifat dinamis fluida

di sekitar struktur atau topografi, dengan kata lain kita dapat memusatkan energi angin secara lokal dan daya outputnya dapat ditingkatkan secara substansial.

Berdasarkan titik tolak latar belakang ini pengembangan sistem turbin angin bertujuan bagaimana mengumpulkan energi angin secara efisien dan jenis turbin angin apa yang dapat menghasilkan energi dengan efektif dari angin. Sehubungan dengan hal tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan judul “*Uji Coba Horizontal Axis Wind Turbine Tipe Blade Tapperless NACA 4412 Dengan Wind Lens*”.

Turbin angin merupakan alat konversi energi angin menjadi energi mekanik angin ( $P_{wind}$ ) ini sendiri merupakan hasil dari setengah kali massa jenis udara ( $\rho$ ) dengan luas penampang cakupan dari turbin angin ( $A$ ) dan pangkat tiga dari kecepatan anginnya ( $V^3$ ). Jadi sedikit saja selisih kecepatan anginnya, maka perbedaan energi yang di hasilkannya dapat berkali lipat besarnya. Misalkan, bila jari – jari turbin yang di gunakan sebesar 1m dan desitas udaranya 1,225 maka pada kecepatan angin 3m/s energinya 52 W dan pada kecepatan angin 6 m/s energinya jauh lebih besar yaitu 415 W. inilah yang dinaakan energi angin ( $P_{wind}$ ).

Setiap system pasti memiliki tingkat efisiensi kerja hampir tidak ada system yang mampu bekerja sempurna, seperti turbin angin ini oleh Karena itu, untuk mendapatkan energi mekanik dari hasil turbin ini maka perlu di perhitungkan juga nilai efesiensi turbin ( $C_p$ ). Nilai efisiensi ini sudah ditentukan dari awal mula system (turbin angin) ini di desain. Energi mekanik dari turbin ini berupa kecepatan putaran bilah turbin ( $\omega$ ) dan torsinya ( $T$ ), (besar gaya

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

<sup>2</sup>Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022

yang di berikan pada suatu panjang lengan beban/*blade*).

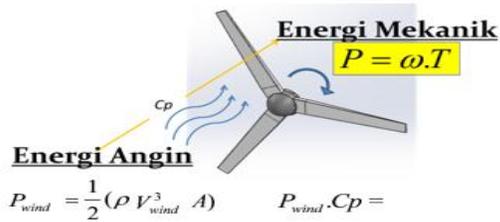


Fig 1. Skema Aliran Konversi Energi Pada Turbin Angin

Besarnya daya tersebut dapat ditulis secara matematis sebagai berikut :  
Energi angin di formulasikan dengan:

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \rho (Av^3_{wind}A) \quad (2.1)$$

$$P_{mechanical} = P_{wind} \cdot C_p \quad (2.2)$$

$$(\lambda) (TSR) = \frac{V_{rotor}}{V_{angin}} \quad (2.3)$$

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot r} = \frac{C_p}{\lambda} \quad (2.4)$$

$$C_p = \frac{P_{mechanical}}{P_{wind}} \quad (2.5)$$

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan pengambilan data yang berisikan data primer yang diambil dari experiment di laboratorium. Selain itu juga penulis juga menerapkan Metode Litelatur yaitu dengan mempelajari literatur dari jurnal Ilmiah baik nasional maupun internasional sebagai bahan referensi untuk menyelesaikan

penelitian serta Metode Observasi Langsung yaitu dengan cara meneliti langsung alat yang digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan.

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung koefisien daya  $C_p$  dan koefisien torsi  $C_T$  turbin terhadap pengaruh deflektor lengkung pada kecepatan angin ( V )
2. Menghitung koefisien daya  $C_p$  dan koefisien torsi  $C_T$  turbin terhadap pengaruh Wind Lens.

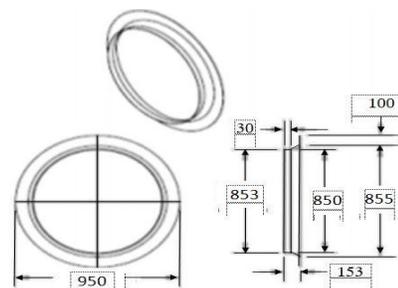


Fig 2. Desain 2D Wind Lens 1 dengan Flange Hight 100 mm.



Fig 3. Desain Blade Tapperless 3D NACA 4412.

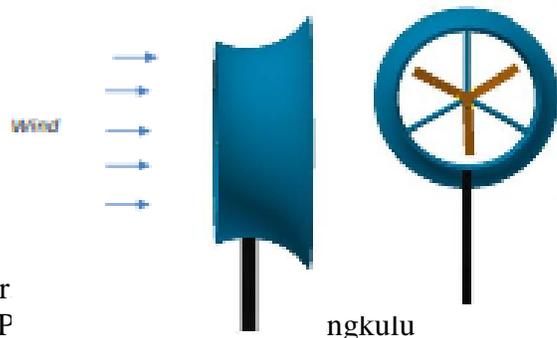


Fig 4. Tampak Samping dan Depan *Blade Tapperless NACA 4412* Menggunakan *Wind Lens*.

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Perbandingan hasil grafik pada HAWT menggunakan windlens dan tanpa windlens

a. Hasil perbandingan grafik pada kecepatan angin 3 m/s

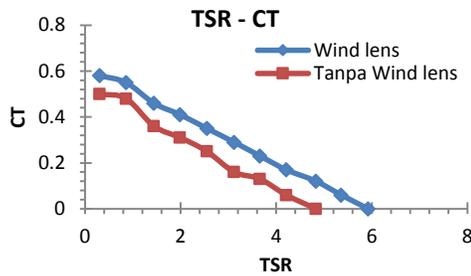


Fig 5. Perbandingan grafik TSR Vs CT

Pada gambar 5. ditampilkan grafik koefisien torsi menggunakan windlens menunjukkan nilai  $C_{Tmax} = 0,58$  pada  $\lambda = 0,31$  dan tanpa windlens menunjukkan  $C_{Tmax} = 0,50$  pada  $\lambda = 0,10$  disini ditunjukkan peningkatan nilai torsi ketika menggunakan windlens.

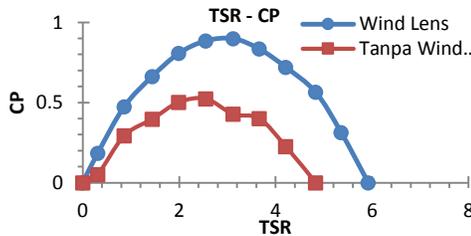


Fig 6. Perbandingan grafik TSR vs CT

Pada gambar 6 *HAWT* tanpa *windlens*  $C_{pmax} = 0,524$  pada  $\lambda = 2,12$  dan *HAWT* menggunakan *windlens*  $C_{pmax} = 0,894$  pada  $\lambda = 3,12$  disini ditunjukkan peningkatan yang terjadi pada nilai grafik koefisien daya turbin.

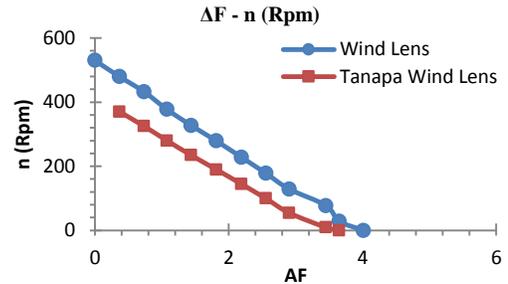


Fig 7. Perbandingan grafik  $\Delta F$  vs n (rpm)

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa putaran maksimum rotor *HAWT* tanpa *windlens* adalah 370,0 rpm dan *HAWT* menggunakan *windlens* adalah 530,2 rpm untuk  $\Delta F = 0$ .

b. Analisa perbandingan grafik pada kecepatan angin 4 m/s

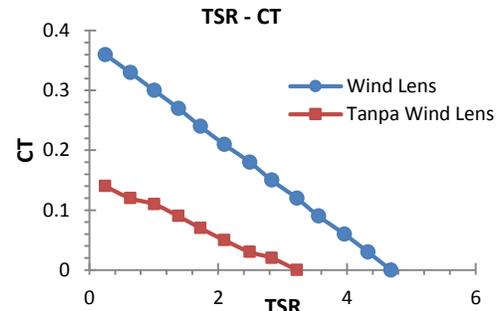


Fig 8. Perbandingan grafik TSR vs CT Kecepatan Angin 4 m/s

Pada gambar 8. ditampilkan grafik koefisien torsi menggunakan windlens menunjukkan nilai  $C_{Tmax} = 0,36$  pada  $\lambda = 0,24$  dan tanpa windlens menunjukkan  $C_{Tmax} = 0,14$  pada  $\lambda = 0,19$  disini ditunjukkan peningkatan nilai torsi ketika menggunakan windlens.

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

<sup>2</sup>Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

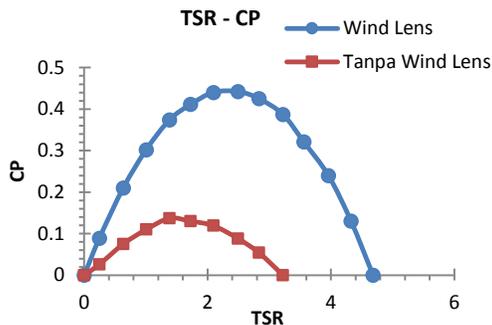


Fig. 9. Perbandingan grafik koefisien TSR vs CT Kecepatan angin 4 m/s

Pada gambar 9 *HAWT* tanpa *windlens*  $C_{pmax} = 0,137$  pada  $\lambda = 1,50$  dan *HAWT* menggunakan *windlens*  $C_{pmax} = 0,442$  pada  $\lambda = 2,50$  disini ditunjukkan peningkatan yang terjadi pada nilai grafik koefisien daya turbin.

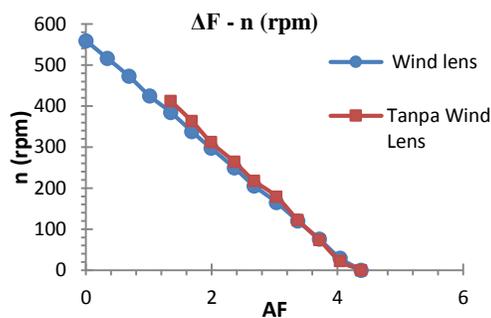


Fig. 10. perbandingan grafik  $\Delta F$  (gaya) vs  $n$  (rpm)

Pada gambar 10 tersebut menunjukkan bahwa putaran maksimum rotor *HAWT* tanpa *windlens* adalah 412 rpm dan *HAWT* menggunakan *windlens* adalah 559 rpm untuk  $\Delta F = 0$  disini ditunjukkan peningkatan yang terjadi pada nilai grafik koefisien daya turbin.

c. Analisa perbandingan grafik pada kecepatan angin 5 m/s

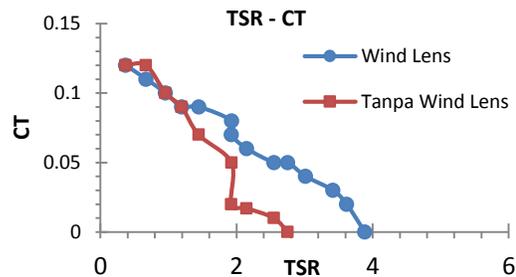


Fig 11. Perbandingan grafik TSR vs CT Kecepatan angin 5 m/s

Pada gambar 12. ditampilkan grafik Koefisien torsi (CT) menggunakan *windlens* nilai  $C_{Tmax} = 0,12$  pada  $\lambda = 0,36$  dan tanpa *windlens*  $C_{Tmax} = 0,12$  pada  $\lambda = 0,32$  dengan hasil nilai torsi Maximum sama.

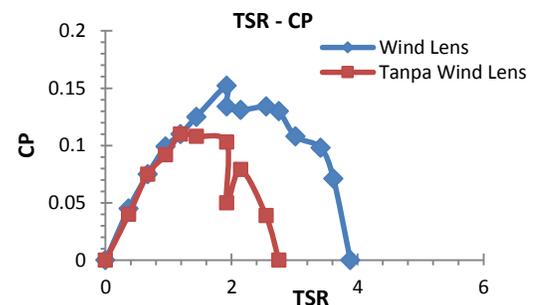


Fig. 11. Perbandingan Grafik TSR vs CP Kecepatan Angin 5 m/s.

Pada gambar 13 *HAWT* tanpa *windlens*  $C_{pmax} = 0,110$  pada  $\lambda = 1,25$  dan *HAWT* menggunakan *windlens*  $C_{pmax} = 0,134$  pada  $\lambda = 2,54$  disini ditunjukkan peningkatan yang terjadi pada nilai grafik koefisien daya

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

<sup>2</sup>Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022

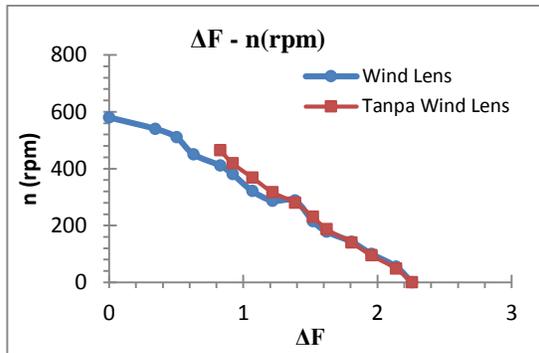


Fig.12. perbandingan grafik  $\Delta F$  (gaya) vs  $n$  (rpm) Kecepatan angin 5 m/s.

Pada gambar 12 tersebut menunjukkan bahwa putaran maksimum rotor *HAWT* tanpa *windlens* 465 rpm dan *HAWT* menggunakan *windlens* 580 rpm untuk  $\Delta F = 0$  disini ditunjukkan peningkatan yang terjadi pada nilai grafik putaran torsi.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh hasil uji coba penelitian *windlens* dengan hasil:

*HAWT* menggunakan *windlens*

- a. Pada kecepatan angin 3 m/s  $n = 530,2$  rpm,  $C_{p_{max}} = 0,898$  dan  $C_{t_{max}} = 0,58$ .
- b. Pada kecepatan angin 4 m/s adalah  $n = 559$  rpm dan  $C_{p_{max}} 0,442$  dan  $C_{t_{max}} = 0,36$ .
- c. Pada kecepatan angin 5 m/s  $n = 580$  rpm dan  $C_{p_{max}} 0,152$  dan  $C_{t_{max}} = 0,12$ .

*HAWT* tanpa *windlens*:

- a. Pada kecepatan angin 3 m/s  $n = 370$  rpm,  $C_{p_{max}} = 0,524$  dan  $C_{t_{max}} = 0,50$ .

- b. Pada kecepatan angin 4 m/s  $n = 412$  rpm,  $C_{p_{max}} = 0,137$  dan  $C_{t_{max}} = 0,14$ .

- c. Pada kecepatan angin 5 m/s  $n = 465$  rpm,  $C_{p_{max}} = 0,110$  dan  $C_{t_{max}} = 0,12$

2. Turbin angin dengan *windlens* memiliki koefisien daya yang lebih tinggi dibanding turbin angin tanpa *windlens* pada kecepatan angin 3,4,5 m/s. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *windlens* hampir 2 kali lipat dibanding tanpa *windlens*.

3. Koefisien Daya (CP) dan Koefisien Torsi (CT) yang menggunakan *windlens* mengalami kenaikan secara signifikan pada kecepatan rentang angin 3 m/s, 4 m/s dan 5 m/s.

## Daftar Pustaka

- Hansen , Martin O.L. (2008). *Aerodynamics of wind turbine, 2<sup>nd</sup> edition*, Earthscan, London.
- Hau, E. (2006). *Wind Turbines; Fundamentals Technologies, Application, Economics, 2<sup>nd</sup> edition*, Springer, Germany.
- Lentera Angin Nusantara. (2014). "Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin".
- Ohya, Yuji dan Karasundi, Takashi. (2010). "A Shrouded Wind Turbine Generation High Output Power With Wind-Lens Technology", *Energies Journal*, Hal 634-649.
- Ohya, Yuji dan Karasundi, Takashi, Sakurai, Akira., Abe, Ken-ichi., dan inoue, Masahiro. (2008). "Development of A Shrouded Wind Turbine with A Flanged Diffuser". *Journal Of Wind Engineering and Industrial Aerodynamic*, hal 524-539.

Piggott, Hugh. (2000), *Windpower Workshop*.  
British wind Energy Association,  
Pennisula.

Prabowo, Danang setyo.(2017). *Studi Turbin  
Angin Selubung Diffuser Sumbu  
Horizontal NACA 4412 Tapperless*,  
Skripsi Universitas Muhammadiyah  
Surakarta, Surakarta.

Stewart, R. H., (2007). *Introduction To Physical  
Oceanography*, Department Of  
Oceanography Texas A & M University,  
Texas.

Sinaga, Daniel A.P. (2016). *Perubahan Sudut  
Brim Pada Wind Lens terhadap Kinerja  
Turbin Angin Skala Mikro*, Skripsi,  
Institusi Pertanian Bogor, Bogor.