

ARTIKEL

**Pengaruh Sudut *Blade* Terhadap Daya Turbin Angin Sumbu
Horizontal Profil NACA 0015**

***The Effect of corner blade on horizontal axis wind power turbin
profile NACA 0015***



Oleh:

INDRA SETYO PRAYUGO

13.1.03.01.0003

Dibimbing oleh :

- 1. Dr. SURYO WIDODO, M.Pd**
- 2. ALI AKBAR , M.T**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
TAHUN 2018**



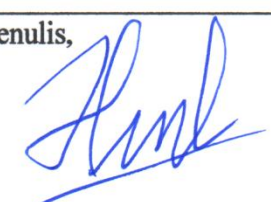
**SURATPERNYATAAN**
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018**Yang bertanda tangandibawahini:**

Nama Lengkap : INDRA SETYO PRAYUGO
NPM : 13.1.03.01.0003
Telepon/HP :081252308886
Alamat Surel (Email) :indralibrasta@gmail.com
Judul Artikel :Pengaruh Sudut *Blade* terhadap Daya Turbin Angin
Sumbu Horizontal Profil NACA 0015
Fakultas – Program Studi : Teknik Mesin
NamaPerguruan Tinggi : Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat PerguruanTinggi : Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

- artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
- artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 30 Januari 2018
Pembimbing I  Dr. Suryo Widodo, M.Pd NIDN.0002026403	Pembimbing II  Ali Akbar, M. T NIDN. 0001027302	Penulis,  Indra Setyo Prayugo NPM. 13103010003



PENGARUH SUDUT *BLADE* TERHADAP DAYA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL PROFIL NACA 0015

INDRA SETYO PRAYUGO

13.1.03.01.0003

Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin

Email: indralibrasta@gmail.com

Suryo Widodo¹ dan Ali Akbar²

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Kebutuhan energi sangat besar di negara ini, khususnya kebutuhan energi listrik. Banyak sekali energi alternatif di alam yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik tetapi pemanfaatannya belum maksimal, terutama energi angin. Untuk mengubah energi angin menjadi listrik perlu digunakan alat, yaitu turbin angin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut *blade* terhadap daya (watt) turbin angin sumbu horizontal profil NACA 0015. Sehingga nantinya dapat diketahui sudut *blade* yang menghasilkan daya paling tinggi. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dan teknik penelitian eksperimental. Sampel dalam penelitian ini adalah turbin angin sumbu horizontal profil NACA 0015 dengan panjang *blade* 75 cm, lebar *blade* 15 cm, jumlah *blade* 4 serta sudut *blade* 5°, 10°, dan 15°. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan ANOVA dengan *software* *minitab* 17.

Hasil penelitian variasi jumlah *blade* terhadap daya listrik turbin angin sumbu horizontal sesuai hasil anova $p\text{-value} < 0,05$ untuk hasil pengujian menunjukkan sudut 15° menghasilkan rata rata daya listrik yang paling tinggi dibandingkan sudut *blade* lainnya dengan hasil sebesar 1,901 watt. Sehingga dapat disimpulkan variasi sudut *blade* berpengaruh terhadap daya listrik. Saran dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil daya listrik yang paling tinggi gunakan jumlah *blade* yang sesuai kecepatan angin dengan sudut dan lebar *blade* yang seimbang.

Kata kunci : daya, profil naca 0015, sudut *blade*, turbin angin

A. PENDAHULUAN

Banyak sekali energi alternatif yang ada di alam yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salah satu contoh adalah energi angin, karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya yang cukup besar.

Menurut Andika, Dkk (2007), Energi listrik tidak dapat dihasilkan langsung oleh alam, maka dari itu dibutuhkan alat yang dapat bekerja dan menghasilkan energi listrik. Banyak sekali energi alternatif yang ada di alam yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salah satu contoh adalah energi angin, karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya yang cukup besar.

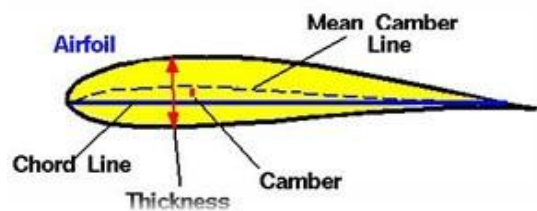
Menurut Erwin (2010), Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi sudut berpengaruh terhadap daya keluaran listrik yang dihasilkan kincir angin, variasi sudut yang di uji adalah 10° , 15° , 20° dan sudut blade yang paling baik adalah sudut 10° . Hal ini dikarenakan pada sudut 10° mempunyai nilai efisiensi rata-rata tertinggi, yaitu sebesar 27,13%.

Dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh sudut *blade* terhadap daya turbin angin sumbu horizontal profil NACA 0015.

Menurut Resmi (2006), angin adalah udara yang bergerak dari daerah

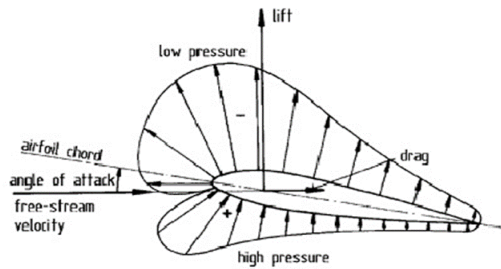
bertekanan udara tinggi ke daerah yang bertekanan udara lebih rendah. Energi angin adalah salah satu jenis sumber energi terbarukan yang potensial untuk menghasilkan energi listrik maupun mekanik melalui proses konversi, yaitu konversi ke mekanik dan selanjutnya ke listrik.

Airfoil NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*) adalah salah satu bentuk bodi aerodinamika sederhana yang berguna untuk dapat memberikan gaya angkat tertentu (Hau. 2006).



Gambar 1. NACA Airfoil

Turbin angin sumbu horizontal merupakan turbin angin yang sumbu rotasi rotornya paralel terhadap permukaan tanah. Berdasarkan prinsip aerodinamis, rotor turbin angin sumbu horizontal mengalami gaya *lift* dan gaya *drag*, namun gaya *lift* jauh lebih besar dari gaya *drag* sehingga rotor turbin ini lebih dikenal dengan rotor turbin *lift*, seperti terlihat pada gambar dibawah ini (Hau. 2006).



Gambar 2. Gaya Aerodinamis Rotor Turbin Angin

Suatu rotor kincir dapat menghasilkan daya dari angin karena rotor tersebut menurunkan kecepatan angin tidak terlalu banyak maupun tidak terlalu rendah.

$$P=Q \cdot \omega \tag{1}$$

Dimana : Q = Torsi

ω = Kecepatan angular (rad/s)

P = Daya (Watt)

B. METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini dengan angka-angka. Teknik penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik eksperimental. Populasi dari penelitian ini adalah Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH).

Sampel dalam penelitian ini adalah Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dengan desain *blade* profil NACA 0015 (*National Advisory Committee for Aeronautics*) dengan panjang *blade* 75 cm, lebar *blade* 15 cm, dan jumlah *blade* 4.

Terdapat 3 variasi sudut *blade* yaitu sudut *blade* 5°, sudut *blade* 10°, dan sudut *blade* 15°.



Gambar 5. Model *Blade* Profil NACA 0015 Dan jumlah *blade*

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil observasi dan pengujian langsung turbin angin sumbu horizontal (TASH) profil NACA 0015 menggunakan sudut *blade* 5°, 10°, dan 15°.

Table 1. Pengambilan Data TASH Sudut *blade*

Sudut <i>Blade</i>	Pengujian	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)
Sudut 5°	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Sudut 10°	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Sudut 15°	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Adapun langkah pengumpulan data dilakukan persiapan, pelaksanaan, tahap pengambilan data Turbin angin dengan 5°, 10°, 15° diatur secara bergantian dihubungkan dengan *alternator*, lalu dipasang *multimeter digital*. Turbin



dijalankan sampai putarannya stabil dan dilakukan pengambilan data. Angin dibuat dengan memasang blower dengan kecepatan angin yang sudah ditentukan. Pengambilan data turbin angin dari sudut 5° ke sudut 10° lalu ke sudut 15° dilakukan sebanyak lima kali dengan pengambilan data voltase (V), arus (I) dan (watt) yang dihasilkan turbin.



Gambar 6. avometer

Prosedur analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tahapan sebagai berikut. Data yang telah diperoleh di lapangan diidentifikasi dipilih-pilih sesuai dengan fokus masalah. Menyusun data-data yang diperoleh sehingga lebih mudah untuk dipahami, penulis menyajikan hasil penyusunan data dengan cara mendeskripsikan hasil observasi penulis dan menggambarkan dalam bentuk table dan grafik menggunakan aplikasi *microsoft excel*. Data-data yang telah penulis susun kemudian dianalisis menggunakan ANOVA taraf signifikan 0,05 atau 5 % dengan *software mini tab 17* sehingga diperoleh kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa uji sehingga sebelum masuk hasil uji perlu diketahui dulu deskripsi hasil data pada setiap variabel.

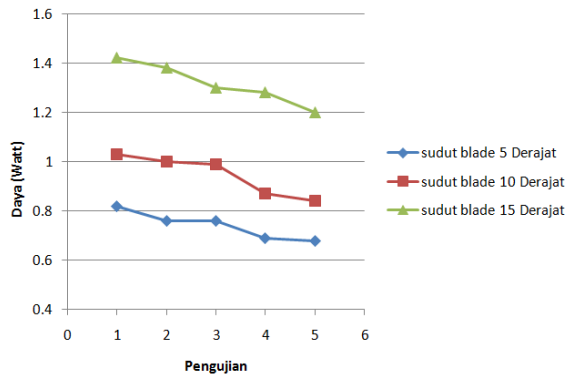
1. Deskripsi Hasil Data Variabel

Variabel data dalam penelitian ini adalah daya yang dihasilkan turbin angin dalam satuan watt. Dimana pengukuran menggunakan alat ukur *avometer* yg disambungkan menuju dinamo pada turbin sehingga mampu menghasilkan daya (watt).

Tabel 2. Hasil data pengujian Turbin Angin

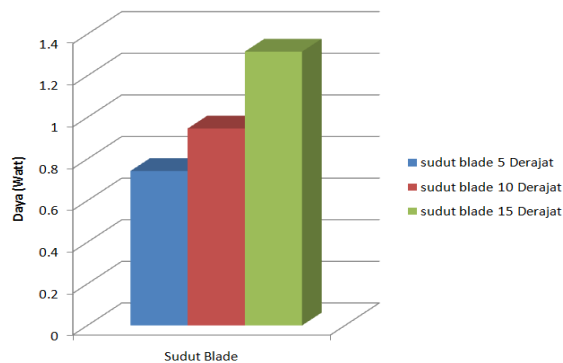
Sudut Blade	Pengujian	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (watt)
Sudut 5°	1	0,195	4,2	0,82
	2	0,19	4	0,76
	3	0,19	4	0,76
	4	0,18	3,85	0,69
	5	0,18	3,8	0,18
Sudut 10°	1	0,235	4,4	1,03
	2	0,23	4,35	1,00
	3	0,235	4,2	0,99
	4	0,21	4,35	0,87
	5	0,201	4,1	0,84
Sudut 15°	1	0,568	2,5	1,42
	2	0,6	2,3	1,38
	3	0,542	2,4	1,30
	4	0,609	2,1	1,28
	5	0,533	2,25	1,20

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik untuk hasil output daya dari pengukuran menggunakan avometer sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik Hasil Data Turbin Angin

Dari hasil grafik diatas menunjukkan tegangan tertinggi pada sudut blade 15° kemudian terendah pada gambar 4.1 pada blade dengan sudut 5° . Hasil pengujian ini dilakukan sebanyak 5 pengulangan sehingga dari setiap blade dapat diketahui seberapa besar daya yang dikeluarkan. Untuk hasil rata-rata daya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



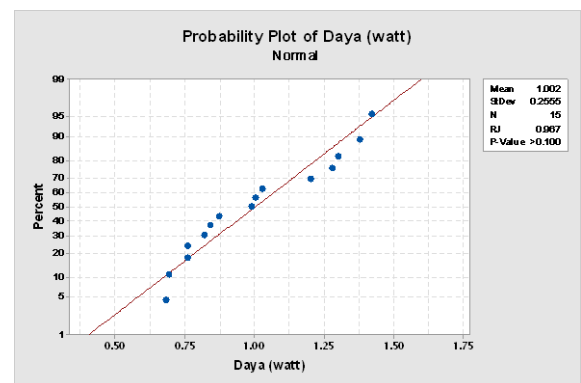
Gambar 8. Grafik Hasil Rata – Rata Pengujian Daya.

Hasil rata-rata di atas menunjukkan untuk daya tertinggi pada sudut *blade* 15° dan yang terendah pada sudut *blade* 5° .

2. Analisa Data

prosedur analisa data terlebih dahulu perlu diuji dengan uji metode normalitas, homogenitas dan uji independen untuk mengetahui apakah data variabel dalam keadaan baik atau tidak.

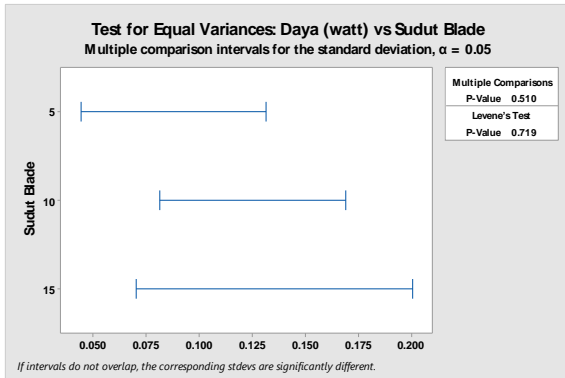
Pertama Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan Uji *Ryan-Joiner* yang terdapat pada program *Minitab 17*.



Gambar 9. Plot uji normalitas pada *output* daya

H_0 ditolak jika *p-value* lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$ atau H_0 diterima jika *p-value* lebih dari $\alpha = 0.05$. Gambar 9 menunjukkan hasil *p-value* sebesar 1,00 untuk hasil daya, sehingga dapat disimpulkan *output* daya memenuhi dari syarat residual berdistribusi normal.

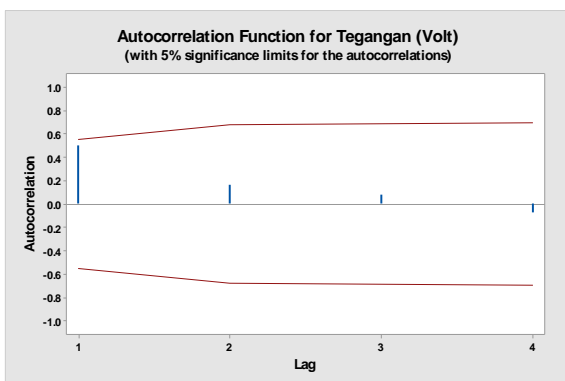
Kemudian uji Homogenitas untuk melihat adanya perbedaan varian terhadap dari masing-masing data daya. Dengan kata lain jika tidak ada perbedaan varian berarti data dinyatakan homogen tetapi jika ada perbedaan varian maka data tidak homogen.



Gambar 10. Uji homogenitas daya dengan faktor sudut blade

Jika *p-value* untuk *multiple comparisons* dan *levene's Test* > 0.05 (taraf signifikan) maka sudut blade memiliki variansi yang sama. Gambar 4.3 menunjukkan *p-value multiple comparisons* sebesar 0.510 dan untuk *p-value levene's test* sebesar 0.719 sehingga dapat diartikan hasil sudut blade terhadap output daya homogen.

Yang terakhir pengujian independen, uji ini dilakukan dengan menggunakan *auto correlation function* (ACF).



Gambar 11. Plot ACF pada respon daya

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukkan pada gambar diatas, tidak ada nilai ACF pada tiap lag yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa

tidak ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen.

3. Hasil Analisa Data

Analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) dan Analisa Pengujian *Tukey Pairwise Comparisons*.

Tabel 3. Analisa Varians Variabel Proses terhadap daya

```

One-way ANOVA: Daya (watt) versus Sudut Blade
Factor Information
Factor      Levels  Values
Sudut Blade  3       5, 10, 15

Analysis of Variance
Source      DF      Adj SS      Adj MS      F-Value      P-Value
Sudut Blade  2       3.8188      1.90938     77.79      0.000
Error       12      0.2945      0.02454
Total       14      4.1133

Model Summary
S      R-sq      R-sq(adj)      R-sq(pred)
0.156665  92.84%  91.65%  88.81%
    
```

Sedangkan untuk hasil analisa uji tukey dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4. Analisa Pengujian *Tukey Pairwise Comparisons*

```

Tukey Pairwise Comparisons
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence
Sudut Blade  N      Mean      Grouping
15          5      1.201      A
10          5      0.9476     B
5           5      0.7332     B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous 95% CIs
    
```

Hasil pada tabel 4 menerangkan bahwa sudut blade 5° dan 10° tidak berpengaruh, untuk sudut blade 5° dan 15° saling berpengaruh sedangkan sudut blade 10° dan 15° juga saling berpengaruh.

4. Pengujian Hipotesis

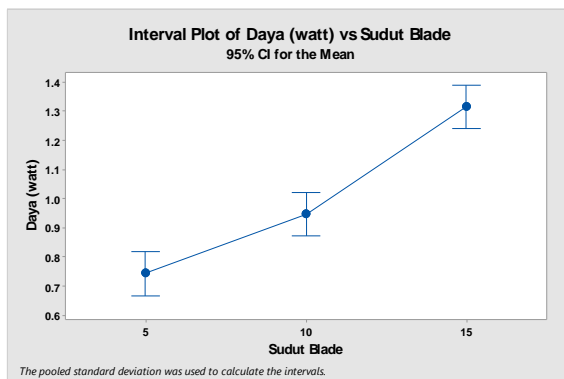
Pengujian hipotesis berdasarkan *P-Value* yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% ($\alpha = 0.05$), apabila *P-Value* yang dihasilkan analisis variansi lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5%

($\alpha=0,05$) maka variabel bebas dapat dipastikan memiliki pengaruh pada hasil output daya pada penelitian.

Tabel 5. Perbandingan *P-Value* dan α

Variabel Bebas	<i>P-Value</i>	α
Sudut <i>Blade</i>	0.000	< 0,05

Berdasarkan *P-Value* yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% ($\alpha = 0.05$), dapat disimpulkan bahwa variabel proses mampu memberikan pengaruh signifikan terhadap output daya atau kinerja turbin angin dari variasi sudut *blade* dengan tingkat keyakinan 95%. Pengaruh yang diberikan dari dua variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui gambar *interval plot* untuk output tegangan yang didapat dari uji ANOVA pada *Software Minitab 17* sebagai berikut.



Gambar 12. Plot efek output daya

Pada gambar 12.dapat dijelaskan bahwa sudut *blade* 15° pada turbin angin mempunyai daya yang lebih tinggi dibandingkan dari sudut *blade* 5° dan 10°.

5. Pembahasan

pengaruh yang diberikan terdapat sudut *blade* yang mampu menghasilkan output

daya turbin angin yang optimal. Dimana pengaruh sudut *blade* 15° mampu menghasilkan output daya tertinggi dengan rata – rata sebesar 1,901 Watt, sedangkan untuk output daya terendah pada sudut *blade* 5° dengan rata – rata sebesar 0,7432 Watt sedangkan untuk sudut *blade* 10° sebesar 0,9476 Watt.

Berdasarkan penelitian ini telah diketahui bahwa penggunaan sudut *blade* mampu mempengaruhi hasil daya turbin angin secara signifikan. Dimana semakin kecil sudut *blade* akan mengurangi hasil daya turbin angin karena putaran yang dihasilkan *blade* semakin lambat sehingga daya yang dihasilkan juga semakin rendah. Hasil penelitian ini diperkuat oleh peneliti Erwin Pratama (2010) yang berjudul “Pengaruh Variasi Sudut *Blade* Aluminium Tipe *Falcon* Terhadap Unjuk Kerja Kincir Angin *Horizontal Axis Wind Turbines* (Hawt) Dengan Kapasitas 500 Watt” yang menerangkan bahwa turbin angin dengan menggunakan sudut *blade* 10° lebih baik daripada turbin angin dengan menggunakan sudut *lainnya*.

Hal ini dikarenakan sudut 15° mendapatkan kecepatan tangensial lebih besar dibandingkan sudut 5° dan 10°, dengan kata lain angin yang mengenai *blade* dengan sudut 5° tidak dapat bekerja lebih baik dikarenakan angin yang mengenai *blade* banyak yang terbuang

melalui kedua sisi blade dari pada angin yang melalui salah satu sisi blade, sedangkan pada sudut blade 10° angin yang mengenai blade juga masih banyak yang terbuang melai kedua sisi blade di bandingkan melui salah satu sisi blade sisi blade, tetapi tidak banyak dibandingkan dengan sudut 5° , sedangkan pada sudut 15° angin yang mengenai blade banyak yang melalui salah satu sisi blade di bandingkan melalui kedua sisi blade,

D. PENUTUP

1. Simpulan

Hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul pengaruh sudut blade terhadap daya listrik turbin angin sumbu horizontal profil naca 0015 dapat diambil kesimpulan bahwa dari hasil penelitian variasi sudut blade berpegaruh terhadap daya listrik turbin angin sumbu horizontal sesuai hasil anova $p\text{-value} > 0,05$ atau nilai signifikan.

2. Saran

Untuk mendapatkan hasil daya listrik yang paling tinggi gunakanlah jumlah blade yang sesuai kecepatan angin dengan sudut dan lebar blade yang seimbang. Disarankan untuk penelitian selanjutnya

agar menguji faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil daya listrik pada turbin angin horizontal dengan menambahkan variasi jumlah, sudut, lebar blade serta dengan profil NACA yang bervariasi.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Markus, Nanda. Dkk. 2007. *Kincir Angin Sumbu Horizontal Bersudu Banyak*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Pratama, Erwin. 2010. *Pengaruh Variasi Sudut Blade Aluminium Tipe Falcon Terhadap Unjuk Kerja Kincir Angin Horizontal Axis Wind Turbines (HAWT) Dengan Kapasitas 500 Watt*. Universitas muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hau, Erich. 2006. *Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd Edition*, Horst von Renouard. Berlin: Springer
- Resmi, Citra. 2006. *Studi Eksperimental Sistem Pembangkit Listrik pada Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Skala Kecil*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.