

ARTIKEL

**Pengaruh Jumlah *Blade* terhadap Daya Turbin Angin Sumbu Horizontal
Profil NACA 0015**

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



Oleh:

PRANOTO

13.1.03.01.0056

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**



SURAT PERNYATAAN

ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018




Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : PRANOTO
 NPM : 13.1.03.01.0056
 Telepon/HP : 085815176972
 Alamat Surel (Email) : pranotojoyokusuma1234@gmail.com
 Judul Artikel : Pengaruh Jumlah *Blade* terhadap Daya Turbin Angin
 Sumbu Horizontal Profil NACA 0015
 Fakultas – Program Studi : Teknik Mesin
 Nama Perguruan Tinggi : Universitas Nusantara PGRI Kediri
 Alamat Perguruan Tinggi : Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

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

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

Mengetahui		Kediri, 30 Januari 2018
Pembimbing I  <u>Dr. Suryo Widodo, M.Pd</u> NIDN.0002026403	Pembimbing II  <u>Ali Akbar, M. T</u> NIDN.0001027302	Penulis,  <u>Pranoto</u> NPM. 13103010056

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

PRANOTO

13.1.03.01.0056

Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin

Email:

Dr. Suryo Widodo, M.Pd¹ dan Ali Akbar, M. T²

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 jumlah *blade* terhadap daya (watt) turbin angin sumbu horizontal profil NACA 0015. Sehingga nantinya dapat diketahui jumlah *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, dan sudut 10 derajat. 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-value* > 0,05 untuk hasil pengujian menunjukkan 3 *blade* menghasilkan rata rata daya listrik yang paling tinggi dibandingkan jumlah *blade* lainnya dengan hasil sebesar 1,0203 Watt. Sehingga dapat disimpulkan variasi jumlah *blade* berpengaruh terhadap daya listrik.

Kata kunci : Jumlah *blade*, daya, turbin angin, profil NACA



A. PENDAHULUAN

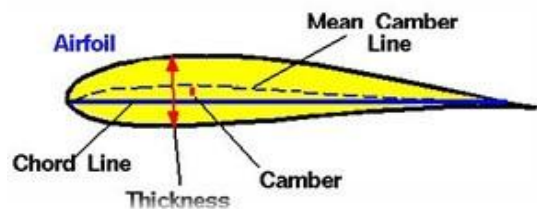
Banyak sekali energi alternatif yang ada di alam yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salah satu contoh adalah energi angin, karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya yang cukup besar. Energi listrik tidak dapat dihasilkan langsung oleh alam, maka dari itu dibutuhkan alat yang dapat bekerja dan menghasilkan energi listrik. Turbin angin mampu meningkatkan jumlah watt (daya) yang dihasilkan sehingga untuk mendapatkan jumlah watt yang maksimal perlu dilakukan penambahan jumlah blade pada turbin angin (Franciscus. 2008).

Dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah *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

Dalam pengembangan dan pemanfaatannya, *blade* memiliki bentuk, ukuran, serta berat yang berbeda-beda sesuai dengan pemakaian atau fungsinya. Pemilihan *blade* pada kincir angin perlu diperhatikan bentuk dan sudut masuk datangnya angin karena besarnya tenaga atau daya yang dihasilkan kincir angin sangat tergantung pada intreraksi antara blade, poros dan angin. *Blade* ada dua macam, yaitu *Blade* datar dan *Blade airfoil* (Sarjono, 2010).

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

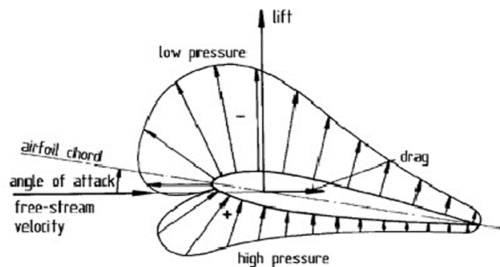


Gambar 1. NACA Airfoil

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

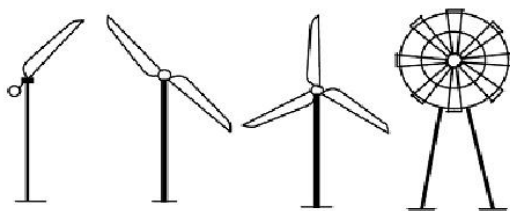


turbin *lift*, seperti terlihat pada gambar dibawah ini (Hau, 2006).



Gambar 2. Gaya Aerodinamis Rotor Turbin Angin

Dilihat dari jumlah sudu, turbin angin sumbu horizontal terbagi atas : Turbin angin satu sudu (*single blade*), turbin angin dua sudu (*double blade*), turbin angin tiga sudu (*three blade*), dan turbin angin banyak sudu (*multi blade*) (Mathew, 2006).



Gambar 3. Jenis Turbin Angin Horizontal berdasarkan Jumlah Sudu

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

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

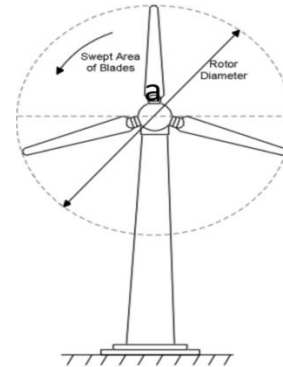
Dimana : $Q = \text{Torsi}$

$\omega = \text{Kecepatan angular (rad/s)}$

$P = \text{Daya (Watt)}$

Perbandingan antara jumlah sudu dengan luas sapuan total, beberapa contoh

turbin dengan soliditas rendah maupun soliditas tinggi.



Gambar 4. Soliditas turbin angina

Soliditas sapuan terhadap airfoil mempunyai Momentum resistansi dari sebuah benda yang bergerak ketika arah dan besar gerakannya diubah (Lambang, 2014).

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 Comittee for Aeronautics*) dengan panjang *blade* 75 cm, lebar *blade* 15 cm, dan sudut *blade* 10 derajat. Terdapat 3 variasi jumlah *blade*



yaitu jumlah *blade* 3, jumlah *blade* 4, dan jumlah *blade* 5.



Gambar 5. Model *Blade* Profil NACA 0015 Dan Sudut *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 jumlah *blade* 3, 4, dan 5.

Table 1. Pengambilan Data TASH Jumlah *blade*

Jumlah <i>Blade</i>	Pengujian	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)
3 <i>Blade</i>	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
4 <i>Blade</i>	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
5 <i>Blade</i>	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Adapun langkah pengumpul data dilakukan persiapan, pelaksanaan, tahap pengambilan data Turbin angin dengan 3,4 dan 5 *blade* 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 di tentukan. Pengambilan data turbin angin dari 3 *blade* ke 4 *blade* lalu ke 5 *blade* dilakukan sebanyak lima kali dengan pengambilan data voltase (V) , arus (I) dan (watt) yang dihasilkan turbin.



Gambar 6. Model *Blade* Profil NACA 0015 dan Sudut *Blade*

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 mendiskripsikan hasil observasi penulis dan menggambarkan dalam bentuk tabel 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.

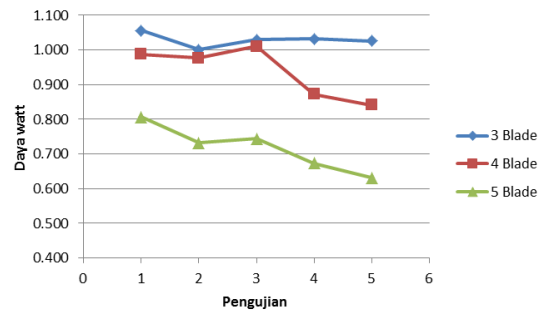
1. Deskripsi Hasil Data Variabel

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

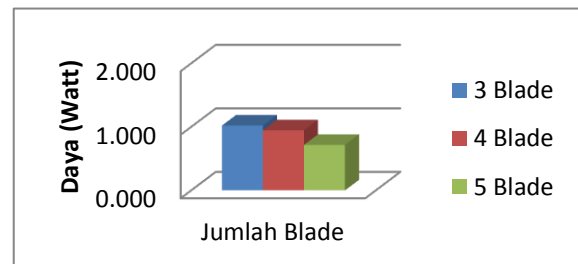
Jumlah Blade	Pengujian	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (watt)
3 Blade	1	0,22	4,8	1,056
	2	0,23	4,35	1,00
	3	0,235	4,4	1,029
	4	0,215	4,8	1,032
	5	0,213	4,82	1,026
4 Blade	1	0,235	4,2	0,987
	2	0,21	4,65	0,976
	3	0,215	4,7	1,010
	4	0,21	4,15	0,8715
	5	0,205	4,1	0,8405
5 Blade	1	0,185	4,36	0,806
	2	0,17	4,3	0,731
	3	0,175	4,25	0,743
	4	0,16	4,21	0,673
	5	0,145	4,35	0,6307

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 3 blade kemudian terendah 5 blade. hasil pengujian ini dilakukan sebanyak 5 pengulangan sehingga dari setiap blade dapat diketahui seberapa besar tegangan yang dikeluarkan. Untuk hasil rata-rata daya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 8. Grafik Hasil Rata – Rata Pengujian Daya

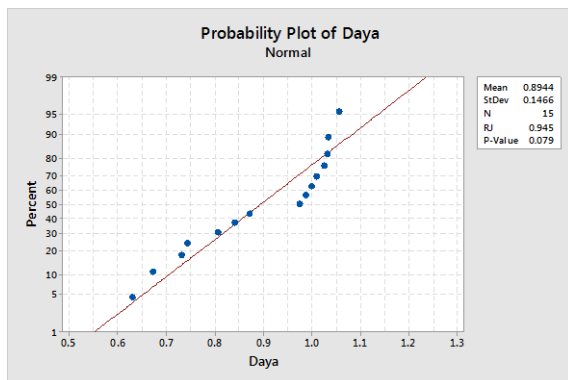
Dari hasil rata rata dapat dijelaskan kerapatan antara blade satu dengan yang lainnya juga akan mempegaruhi putaran tubin semakin dekat jarak blade dengan blade yang lain akan mempengaruhi jumlah blade penangkap angin nya maka putaran turbin semakin meningkat.



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.

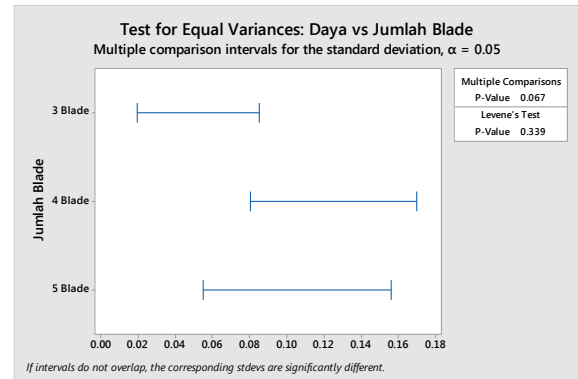


Gambar 9. Plot uji normalitas pada *output* daya

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 0.079 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

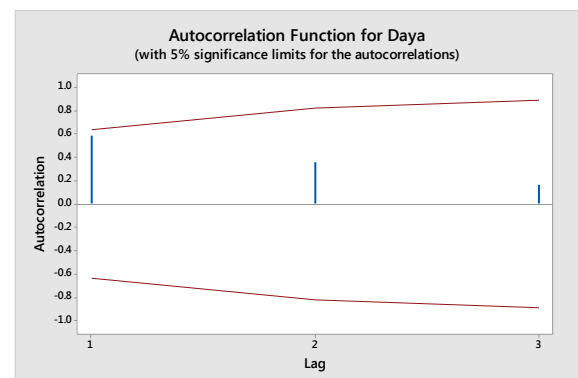
data dinyatakan homogen tetapi jika ada perbedaan varian maka data tidak homogen.



Gambar 10. Uji homogenitas *daya* dengan faktor jumlah *blade*

Jika *p-value* untuk *multiple comparisons* dan *levene's Test* > 0.05 (taraf signifikan) maka jumlah *blade* memiliki variansi yang sama. Gambar 10 menunjukkan *p-value multiple comparisons* sebesar 0.067 dan untuk *p-value levene's test* sebesar 0.339 sehingga dapat diartikan hasil jumlah *blade* terhadap *ouput* *daya* homogen.

Yang terakhir pengujian independen, uji ini dilakukan dengan menggunakan *auto coreelation 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 versus jumlah blade					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jumlah Blade	2	0.25032	0.125158	29.62	0.000
Error	12	0.05071	0.004226		
Total	14	0.30102			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0650052	83.15%	80.35%	73.68%

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			
Jumlah Blade	N	Mean	Grouping
3 Blade	5	1.0200	A
4 Blade	5	0.9466	A
5 Blade	5	0.7167	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Hasil pada tabel 4 menerangkan bahwa jumlah blade 3 dan 4 saling berpengaruh, untuk jumlah blade 3 dan 5 tidak berpengaruh sedangkan jumlah blade 4 dan 5 juga tidak berpengaruh.

4. Pengujian Hipotesis

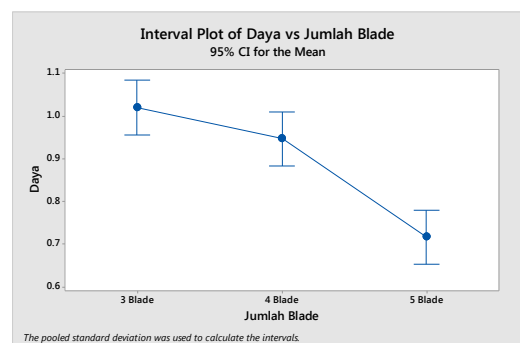
Pengujian hipotesis berdasarkan *P-Value* yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% ($\alpha = 0.05$), apabila *P-Value* yang dihasilkan analisis variansi lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% ($\alpha = 0,05$) maka variabel bebas dapat dipastikan memiliki pengaruh pada hasil output daya pada penelitian.

Tabel 5. Perbandingan *P-Value* dan α

Variabel Bebas	<i>P-Value</i>		α
Jumlah Blade	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 jumlah 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 jumlah blade 3 pada turbin angin mempunyai daya yang lebih tinggi dibandingkan dari jumlah *blade* 4 dan 5.

5. Pembahasan

Jika dilihat dari tingkat efek pengaruh yang diberikan terdapat jumlah *blade* yang mampu menghasilkan output kinerja turbin angin yang optimal. Dimana pengaruh 3 *blade* mampu menghasilkan output daya tertinggi dengan rata – rata sebesar 1,0203 Watt sedangkan untuk output daya terendah pada 5 *blade* dengan rata – rata sebesar 0,7171 Watt sedangkan untuk 4 *blade* sebesar 0,9467 Watt. Hasil presentasi variasi jumlah blade antara lain untuk 3 *blade* sebesar 38,21%, untuk 4 *blade* sebesar 35,20%, dan untuk 5 *blade* sebesar 26,59%. Hal ini membuktikan bahwa dari hasil perhitungan presentase menjelaskan untuk variasi 3 *blade* mempunyai presentase tertinggi dibanding kan jumlah *blade* lain.

Hasil penelitian ini diperkuat oleh peneliti Dwi Hermawan (2016), yang berjudul “Pengaruh Jumlah *Blade* Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal” yang menerangkan bahwa turbin angin dengan menggunakan *blade* 3 lebih baik daripada turbin angin dengan menggunakan *blade* 5. Hal ini dikarenakan *blade* 3

mempunyai jarak antara *blade* satu dengan lainnya terhadap poros *blade* turbin mempunyai kerenggangan yang menjadikan aliran dapat mengalir dan menerpa *blade* dibelakang poros dan ini akan meningkatkan gaya momen serta mengurangi gaya hambat pada *blade*.

D. PENUTUP

1. Simpulan

Hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul pengaruh jumlah blade terhadap daya listrik turbin angin sumbu horizontal profil naca 0015 dapat diambil kesimpulan bahwa dari hasil penelitian variasi jumlah blade berpengaruh 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

- Hau, Erich. 2006. *Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd Edition*, Horst von Renouard. Berlin: Spinger
- Hermawan, Dwi. 2016. *Pengaruh Jumlah Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Kediri: UN PGRI Kediri
- Lungan, Franciscus. 2008. *Perancangan dan Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu Berdiameter 3,5 Meter dengan Modifikasi Pemotong dan Pengaturan Sudut Pitch*. Skripsi. Bandung: ITB
- Lambang P, Danur (dkk). 2014. *Pengaruh Jumlah Blade Airfoil Tipe NACA 4415 Terhadap Hasil Daya Listrik Turbin Angin Sumbu Horizontal*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Mathew, Sathyajith. 2006. *Wind Energy: Fundamentals, Resources Analysis, and Economics*. Berlin: Springer.
- Resmi, Citra. Dkk. 2006. *Studi Eksperimental Sistem Pembangkit Listrik pada Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Skala Kecil*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Sarjono, Rudianto. 2010. *Pengaruh Perubahan Jumlah Blade Spiral 5 dan 3 Terhadap Performa Kincir Angin Savonius dengan Bentuk Blade Spiral*. (Online), tersedia: <https://www.academia.edu/15648799/>, diakses pada tanggal 15 Juli 2017