



PENGARUH VARIASI SUDUT *BLADE* ALUMINIUM TIPE *FALCON*
TERHADAP UNJUK KERJA KINCIR ANGIN
Horizontal Axis Wind Turbines (HAWT)
DENGAN KAPASITAS 500 WATT



Erwin Pratama^{1,a}, Novi Caroko^{1,b}, Wahyudi^{1,c},
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Mesin, Yogyakarta 55183, Indonesia
winho3011@gmail.com

Intisari

Penggunaan energi fosil seperti minyak, gas, dan batu bara secara besar-besaran menjadi ancaman serius bagi kehidupan manusia saat ini. Dampak yang dihasilkan adalah dapat menyebabkan menipisnya energi yang tak terbarukan. Hal ini perlu perhatian khusus dan antisipasi, diantaranya adalah dengan mengembangkan energi yang terbarukan. Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar, diantaranya energi angin. Pemanfaatan energi angin di Indonesia tergolong rendah, karena belum banyak yang mengembangkan kincir angin dengan kecepatan angin rendah.

Tahap penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh variasi sudut *blade* 10°, 15°, dan 20° terhadap unjuk kerja kincir angin dengan kapasitas generator 500 Watt dan mengetahui sudut *blade* yang paling baik untuk kincir angin *Horizontal Wind Axis Turbine* (HAWT) dengan *blade falcon*. Penelitian ini dilakukan di Pantai Baru Poncosari Srandakan Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, metode penelitian yang dilakukan yaitu meliputi studi pustaka, persiapan alat dan bahan, perakitan kincir angin, melakukan variasi sudut *blade*, pengamatan kecepatan angin dan daya listrik yang dihasilkan.

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi sudut berpengaruh terhadap daya keluaran listrik yang dihasilkan kincir angin, 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%.

Kata Kunci: Kecepatan Angin, *Sudut Blade*, Daya Listrik

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi fosil seperti minyak, gas, dan batu bara secara besar-besaran menjadi ancaman serius bagi kehidupan manusia saat ini. Dampak yang dihasilkan adalah dapat menyebabkan menipisnya energi yang tak terbarukan. Hal tersebut mendesak pemerintah Indonesia untuk mengupayakan sumber energi terbarukan.

Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar, beberapa diantaranya adalah tenaga angin (Indarto, 2005). Energi angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara antara udara panas dan udara dingin.

Turbin angin merupakan salah satu contoh upaya untuk memanfaatkan energi terbarukan. Turbin terbagi menjadi 2 yaitu kincir angin sumbu *horizontal* atau *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dan kincir angin sumbu *vertikal* atau *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT). Kincir angin sumbu *horizontal* adalah kincir angin dengan poros utama *horizontal* yang sejajar dengan permukaan tanah, posisi poros sejajar dengan arah datangnya angin dan generator pembangkit listrik terdapat pada puncak menara (Abdurrahman, 2015).

Parameter yang harus diperhatikan pada kincir angin sumbu *horizontal* adalah penentuan sudut bilah turbin. Parameter tersebut akan mempengaruhi performansi dari kincir angin, kecepatan angin optimal, dan koefisien daya. Pengaturan sudut *blade* yang menghasilkan koefisien daya yang relatif tinggi adalah sudut 10°, 15°, dan 20° pada kecepatan angin 3 m/s. pada penelitian yang dilakukan (Wright, 2004).

Pengujian Prasetya (2015) menyebutkan bahwa pada penelitiannya dengan rata-rata kecepatan angin di Indonesia yang tergolong rendah antara 0 sampai 5 m/s, namun terkadang bisa tiba-tiba sangat kencang pada waktu-waktu tertentu, maka sudut *blade* yang paling baik adalah sudut 15° dengan nilai efisiensi sebesar 4,44%. Pada pengujiannya, Prasetya menggunakan *blade* tipe Naca 4412 dengan variasi sudut *blade* 0°, 10°, dan 15°.

Ramdan (2013) dari pengujian *blade falcon* yang dilakukan dengan kecepatan angin maksimum 5,8 m/s daya maksimum yang dihasilkan oleh kincir angin tipe 3 *blade* adalah 0,0324 Watt. Pada pengujiannya, Ramdan menggunakan kincir angin tipe 3, 4, dan 5 *blade*.



Penelitian mengenai pengaruh sudut *blade* merupakan salah satu kunci dalam mengoptimalkan performa sebuah kincir angin sumbu *horizontal*. Pada penelitian ini akan dibahas pengaruh sudut sebuah kincir angin menggunakan *blade falcon* bahan *blade* aluminium, kapasitas generator 500 Watt dengan variasi sudut 10°, 15°, dan 20°.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan proses penelitian ini berdasarkan diagram alir penelitian yang terdapat didalam Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

Pengujian kincir angin

Tanggal : 9-11 Mei 2016

Tempat : Pantai Baru, Poncosari, Srandakan, Kec. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Langkah perakitan kincir angin meliputi pemasangan *gearbox*, pemasangan *blade*, ekor, dan pemasangan tiang penyangga. Pengaturan sudut blade dilakukan setelah kincir angin terpasang pada tiang penyangganya. Langkah pertama adalah melakukan pelumasan pada komponen *gearbox*. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi pada komponen *gearbox* yang dilakukan adalah memberikan pelumas pada *gearbox*.

Pada perakitan *gearbox* langkah pertama yang dilakukan adalah memasang generator pada *frame*, kemudian dilanjutkan dengan memasang poros dan bantalan. Langkah selanjutnya adalah memasang bilah dan ekor kincir angin. Rangkaian yang telah selesai

dirakit akan dipasang pada ujung menara yang masih dalam posisi dibawah. Apabila sudah siap ditegakkan, maka dilakukan pemasangan tali kawat dan spaner untuk mendirikan menara kincir angin tersebut.

Proses perakitan elektrik dilakukan dengan menyambung kabel dari generator kincir angin menuju datalogger. Pada datalogger sudah terpasang volt meter dan ampere meter. Datalogger akan merekam daya keluaran kincir angin (Watt), tegangan (Volt), dan arus (Ampere) setiap 5 menit..

Pengaturan variasi sudut blade 10°, 15°, dan 20° dilakukan diatas menara secara manual. Pada saat mengatur sudut, faktor keselamatan adalah hal yang utama karena dilakukan pada ketinggian 8 meter..

Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer yang tersedia di PLTH pantai baru. Anemometer merekam data kecepatan angin setiap 10 menit.

Proses pengamatan daya dilakukan dengan merekam daya keluaran kincir angin menggunakan datalogger. Datalogger merekam data setiap 5 menit. .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi kincir angin

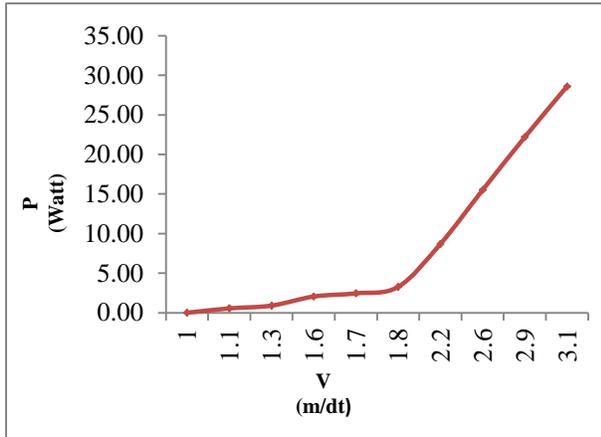
Jenis kincir angin : Kincir angin sumbu *horizontal*
 Kapasitas generator : 500 Watt
 Jumlah blade : 3 Buah
 Jenis *blade* : *Falcon*
 Diameter kincir angin : 3 Meter
 Tinggi tiang kincir angin : 8 Meter
 Variasi sudut *blade* : 10°, 15°, dan 20°
 Beban : Bolam lampu
 Spesifikasi generator : 500 Watt / 48 Volt

Data hasil pengujian

Tabel 1. Data pengujian kincir angin dengan variasi sudut 20°

Kecepatan Angin (m/dt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	0	0	0
1,1	1,96	0,28	0,55
1,3	3,33	0,27	0,90
1,6	2,41	0,85	2,05
1,7	2,05	1,46	2,45
1,8	1,99	1,65	3,27
2,2	13,03	0,56	8,69
2,6	13,09	1,14	15,50
2,9	12,46	1,78	22,20
3,1	12,64	2,27	28,60
Rata-tata			8,42



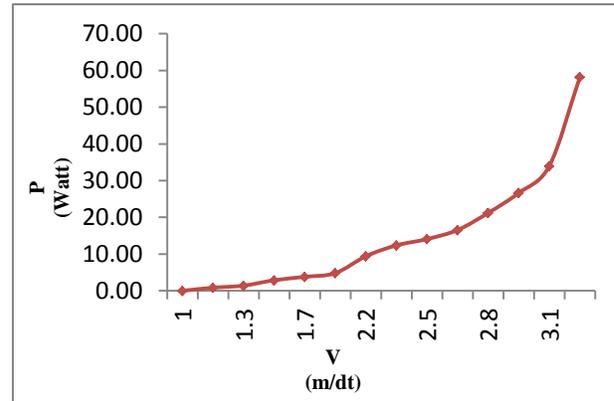


Gambar 3.1. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan daya keluaran kincir angin variasi sudut 20°

Gambar 3.1 dapat diketahui bahwa pada kecepatan angin 1 m/dt kincir angin belum menghasilkan daya. Kincir angin mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,1 m/dt sebesar 0,55 Watt. Daya keluaran terbesar yang terjadi adalah 28,60 Watt pada kecepatan angin 3,1 m/dt.

Tabel 2. Data pengujian kincir angin dengan variasi sudut 15°

Kecepatan Angin (m/dt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	0	0	0
1,1	0,34	2,47	0,84
1,3	1,40	1,13	1,40
1,6	2,87	1,59	2,87
1,7	3,80	1,75	3,80
1,8	4,80	1,90	4,80
2,2	12,61	0,75	9,41
2,4	12,45	0,99	12,37
2,5	13,18	1,12	14,08
2,6	12,50	1,32	16,55
2,8	12,54	1,67	21,20
2,9	13,11	1,95	26,63
3,1	11,61	2,92	33,97
3,7	11,84	4,91	58,19
Rata-rata			15,85

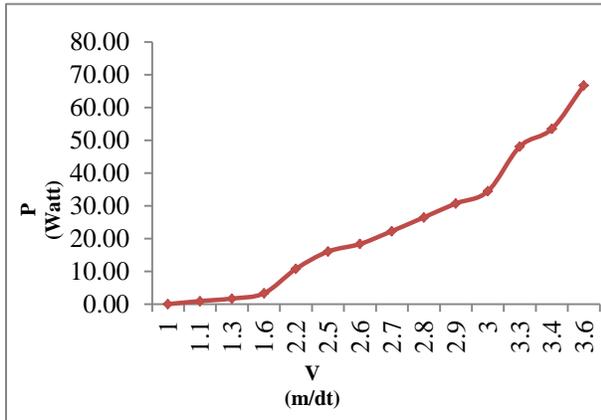


Gambar 3.2. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan daya keluaran kincir angin variasi sudut 15°

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa pada kecepatan angin 1 m/dt kincir angin belum menghasilkan daya. Kincir angin mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,1 m/dt sebesar 0,84 Watt. Daya keluaran terbesar yang terjadi adalah 58,19 Watt pada kecepatan angin 3,7 m/dt.

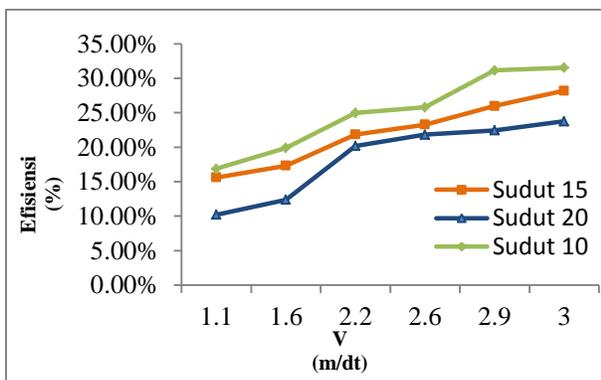
Tabel 3. Data pengujian kincir angin dengan variasi sudut 10°

Kecepatan Angin (m/dt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	0	0	0
1,1	2,62	0,35	0,91
1,3	4,82	0,35	1,69
1,6	2,10	1,57	3,30
2,2	12,43	0,87	10,76
2,5	12,53	1,27	16,03
2,6	12,53	1,49	18,34
2,7	12,57	1,77	22,28
2,8	12,98	2,07	26,48
2,9	11,66	2,63	30,73
3	13,03	2,64	34,46
3,3	13,18	3,65	48,14
3,4	13,24	4,04	53,50
3,6	13,34	5,01	66,79
Rata-rata			25,64



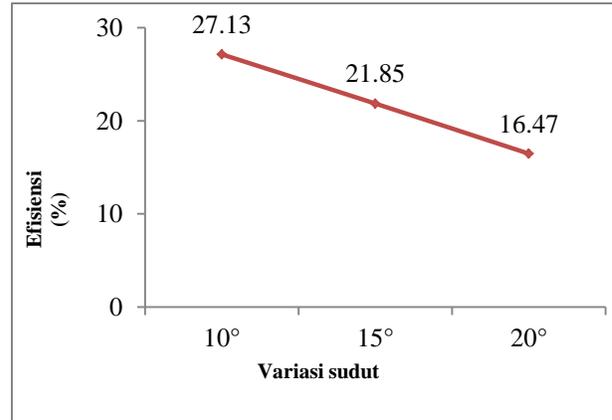
Gambar 3.3. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan daya keluaran kincir angin variasi sudut 20°

Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa pada kecepatan angin 1 m/dt kincir angin belum menghasilkan daya. Kincir angin mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,1 m/dt sebesar 0,91 Watt. Daya keluaran terbesar yang terjadi adalah 66,79 Watt pada kecepatan angin 3,6 m/dt.



Gambar 3.4. Diagram perbandingan nilai efisiensi sudut *blade* 10° , 15° , dan 20°

Gambar di atas menunjukkan grafik hubungan antara efisiensi kincir angin pada variasi sudut *blade* 10° , 15° , dan 20° terhadap kecepatan angin. Pada grafik terlihat bahwa seiring naiknya kecepatan angin maka efisiensi kincir angin cenderung naik. Hal ini disebabkan karena naiknya daya keluaran pada kincir angin seiring kenaikan kecepatan angin. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada sudut 10° dan nilai terendah didapat pada sudut 20° .



Gambar 3.5 Grafik hubungan antara variasi sudut *blade* terhadap efisiensi kincir angin

Gambar di atas menunjukkan pengaruh variasi sudut terhadap efisiensi rata-rata pada kincir angin dengan *blade falcon*. Pada sudut *blade* 10° efisiensi rata-rata kincir angin lebih besar dari pada sudut 15° dan 20° . Hal ini dikarenakan pada sudut 10° luasan *blade* yang menerima angin lebih besar sehingga kincir angin dapat berputar dengan efisiensi tinggi. Besar efisiensi rata-rata kincir angin pada sudut 10° adalah 27,13%, pada sudut 15° adalah 21,85%, dan pada sudut 20° adalah 16,47%. Jadi, sudut *blade* yang cocok untuk digunakan pada kincir angin *Horizontal Wind Axis Turbine* (HAWT) dengan *blade falcon* pada kecepatan angin 1-3 m/dt adalah 10° .

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kincir angin *Horizontal Wind Axis Turbine* (HAWT) jenis *falcon* bahan aluminium dengan variasi sudut *blade* 10° , 15° , dan 20° yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Performa kincir angin *Horizontal Wind Axis Turbine* (HAWT) jenis *blade falcon* bahan aluminium dapat menghasilkan daya sebesar 66,79 Watt pada kecepatan angin 3,6 m/s pada sudut *blade* 10° . Seiring naiknya kecepatan angin, maka nilai daya keluarannya semakin naik pula.
2. Efisiensi rata-rata terbesar dari hasil pengujian kincir angin *Horizontal Wind Axis Turbine* (HAWT) jenis *blade falcon* bahan aluminium adalah 27.13% pada sudut 10° . Jadi, sudut terbaik untuk kincir angin horizontal dengan *blade falcon* pada kecepatan angin 1-3 m/dt adalah 10° .



5. DAFTAR PUSTAKA

- Prasetya, Maret. 2015. *Studi Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal NACA 4412 dengan Modifikasi Sudu Tipe Flat Pada Variasi Sudut Kemiringan 0°, 10°, 15°*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Abdurrahman, Luthfi Humaidi. 2015. *Studi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Desa Ciheras Cipatujah Tasikmalaya Ditinjau Dari Aspek Pembangkitan Energi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Indartono, Y.S. 2005. *Krisis Energi Di Indonesia*. Majalah PPI Jepang Inovasi Vol. 4, XVII. Hal. 18-20.
- Wright, A K dan Wood, D H. 2004. *The starting and low wind speed behaviour of a small horizontal axis wind turbine*. Renewable Energy Pp 1265-1279. USA: New Jersey
- Susanto, Andi dan Nur Aklis Suroto. 2015. *Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Serang Terhadap Performa Turbin Angin Sumbu Horizontal NACA 4415*. Kartasura: Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.