

EFEK SUDUT ORIENTASI TERHADAP PENGURANGAN DAYA ROTOR

Oleh :
Sulistyo Atmadi*
Ahmad Jamaludin Fitroh**

Abstrak

Salah satu indikator prestasi kerja sebuah turbin angin adalah daya keluaran rotor. Estimasi awal daya rotor biasanya diperoleh dengan menggunakan asumsi bahwa angin datang searah dengan sumbu sistem orientasi. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan daya jika angin datang dengan sudut tertentu terhadap sumbu sistem orientasi. Dalam penelitian ini efisiensi aerodinamika sudu tidak dihitung secara detail melainkan hanya diasumsikan sebagai fungsi tertentu, yaitu sebagai kuadrat dari kosinus penyimpangan sudut arah angin. Studi kasus yang digunakan adalah rotor dengan luas sapuan 25 m^2 dan kecepatan angin 6 m/det . Metode yang digunakan adalah pengurangan luas efektif rotor sebagai sumber pengurangan daya rotor. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada penyimpangan 30° akan menyebabkan pengurangan daya rotor dari 1.323 menjadi 860 W .

Kata kunci : turbin angin, sistem orientasi, daya rotor

Abstract

One of performance indicator of a wind turbine is the rotor power output. The preliminary estimation usually defined from assuming that the wind in the same direction with orientation system. Therefor the purpose of this research is to know the decreasing of power if there is angle between wind direction and orientation system axis. In this research, the aerodynamic efficiency didn't calculated by detail but it is assumed that as the certain function, i.e as quadratic of wind direction angle. The case study which used in this work is a rotor with 25 m^2 of frontal area and 6 m/s of wind speed. The methode is the decreasing of frontal area will influence the decreasing of power. The calculation result show that the 30 deg of wind direction will decreases rotor power from $1,323$ become 860 W .

Key words : wind turbine, orientation system, rotor power

1. PENDAHULUAN

Salah satu indikator prestasi kerja sebuah turbin angin adalah daya keluaran rotor. Estimasi awal daya rotor biasanya diperoleh dengan menggunakan asumsi bahwa angin datang searah dengan sumbu sistem orientasi. Dengan demikian daya yang dihasilkan rotor akan optimal. Namun pada kenyataannya arah sumbu sistem orientasi tidak selalu benar - benar searah dengan datangnya angin. Hal tersebut kemungkinan dapat terjadi dikarenakan adanya *delay* pada sistem kontrol *yawing*. Selain itu perubahan angin secara mendadak juga dapat menjadi penyebab terbentuknya sudut antara angin dan sistem orientasi.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efek sudut antara arah angin dan sistem orientasi terhadap prestasi turbin angin. Salah satu indikator prestasi sebuah turbin angin adalah daya yang dihasilkan oleh rotor. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek penyimpangan arah orientasi terhadap perubahan daya rotor. Lebih detail pengerjaan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengurangan daya rotor yang diakibatkan oleh penyimpangan arah orientasi.

Studi kasus yang digunakan dalam pengerjaan ini adalah sebuah rotor dengan luas sapuan 25 m^2 . Kecepatan angin diasumsikan sebesar 6 m/det . Dalam pengerjaan ini efisiensi aerodinamika tidak dihitung secara detail. Penurunan efisiensi aerodinamika diasumsikan sebagai fungsi tertentu. Untuk memperjelas penggunaan hasil perhitungan dalam pengerjaan ini, maka terlebih dahulu dilakukan penyusunan kurva daya. Dengan demikian pengerjaan ini akan dilakukan dalam dua tahap, yaitu penyusunan kurva daya dan perhitungan penurunan daya rotor akibat penyimpangan arah orientasi.

* Peneliti Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

** Peneliti Bidang Keahlian Aerodinamika, LAPAN

2. TINJAUAN TEORI / METODOLOGI ^[1,2,3,4,5,6]

2.1 Kurva Daya

Kurva daya merupakan hubungan antara kecepatan angin dan daya. Dengan demikian kurva daya rotor merupakan hubungan antara kecepatan angin yang menerpa rotor dengan daya yang dihasilkan oleh rotor.

Daya rotor secara umum dipengaruhi oleh kerapatan udara, kecepatan angin, diameter rotor, dan geometri rotor. Perhitungan daya rotor disajikan dalam persamaan (2.1). Notasi P , ρ , D , V , dan c_p masing – masing menyatakan daya, kerapatan udara, diameter rotor, kecepatan angin, dan koefisien daya.

$$P = \frac{1}{8} \rho \pi D^2 V^3 c_p \quad (2.1)$$

Turbin angin merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Angin dengan kecepatan tertentu menerpa dan kemudian memutar sudu-sudu turbin angin. Putaran sudu mengakibatkan terjadi putaran generator sehingga timbul tegangan dan arus listrik.

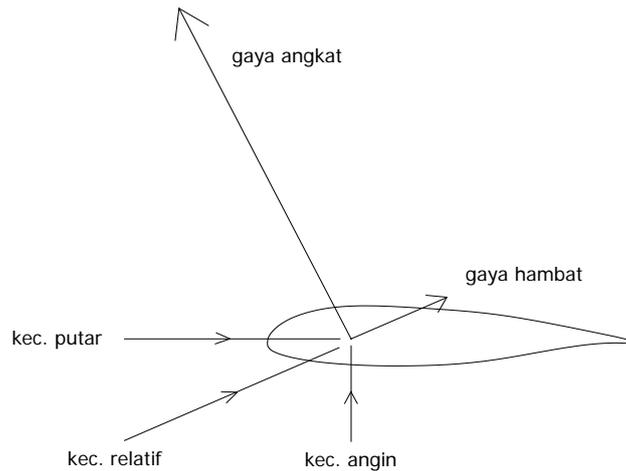
Semakin tinggi kecepatan angin, maka daya yang dihasilkan juga akan semakin besar. Secara umum, untuk kecepatan angin tertentu, semakin besar diameter akan mampu menyerap energi angin yang semakin besar pula.

Koefisien daya sudu sangat bergantung pada profil penampang sudu, baik berupa aerofoil ataupun *circular arc*. Semakin besar harga c_l/c_d aerofoil penampang sudu, maka semakin besar pula koefisien daya sudu. Pada umumnya koefisien daya maksimum sudu bisa mencapai 55%. Koefisien daya sudu tidak bisa mencapai mendekati 100% karena adanya gaya hambat di sepanjang penampang bilah. Sudu turbin angin yang didesain pada umumnya mempunyai koefisien daya antara 30% hingga 55%, tergantung dari bentuk penampang yang digunakan.

Untuk kecepatan angin, diameter, dan putaran sudu tertentu, semakin besar koefisien daya sudu, maka daya yang dapat dihasilkan akan semakin besar. Hubungan antara daya, kecepatan angin, koefisien daya, dan diameter diformulasikan dalam persamaan (2.2). Penurunan persamaan tersebut disajikan dalam Lampiran.

$$D = \left(\frac{P}{\frac{1}{8} \rho \pi V^3 C_p} \right)^{0,5} \quad (2.2)$$

Sudu berputar dengan kecepatan tertentu ketika diterpa angin dengan kecepatan tertentu sehingga pada saat beroperasi sudu memperoleh 2 kecepatan yang saling tegak lurus, yaitu kecepatan angin dan kecepatan putar sudu. Vektor kecepatan dan gaya aerodinamika yang bekerja pada aerofoil penampang sudu disajikan dalam sketsa berikut :



Gambar 2.1. Vektor gaya dan kecepatan

Setiap penampang sudu mempunyai 2 kecepatan yang saling tegak lurus, yaitu kecepatan angin dalam arah aksial dan kecepatan putar dalam arah tangensial. Resultan kedua kecepatan tersebut adalah kecepatan relatif. Sudut antara kecepatan relatif dan arah tangensial didefinisikan sebagai sudut serang.

Penampang sudu yang dikenai kecepatan relatif tertentu dengan sudut serang tertentu akan menghasilkan gaya angkat dan gaya hambat. Gaya angkat adalah gaya yang arahnya tegak lurus dengan kecepatan relatif, sedangkan gaya hambat adalah gaya yang searah dengan kecepatan relatif. Resultan konversi gaya angkat dan gaya hambat dalam arah tangensial akan menjadi torsi penggerak sudu sekaligus sebagai sumber daya.

Pada kondisi on-desain, yaitu pada *rated wind speed* dan daya tertentu, sudu mempunyai daerah kerja sudut serang tertentu. Maksudnya adalah secara aerodinamika sudu akan menghasilkan daya yang optimum pada daerah sudut serang tertentu.

Sudut serang terbentuk dari kecepatan angin dan kecepatan putar. Biasanya sudu akan optimal pada *velocity tip ratio*, λ antara 6 sampai dengan 10. *Velocity tip ratio* adalah perbandingan antara kecepatan tangensial di ujung sudu terhadap kecepatan angin. Kecepatan putar rotor yang biasanya dinyatakan dengan RPM dapat diformulasikan dalam persamaan (2.3). Penurunan persamaan tersebut disajikan dalam Lampiran.

$$RPM = 60 \frac{\lambda V}{\pi D} \quad (2.3)$$

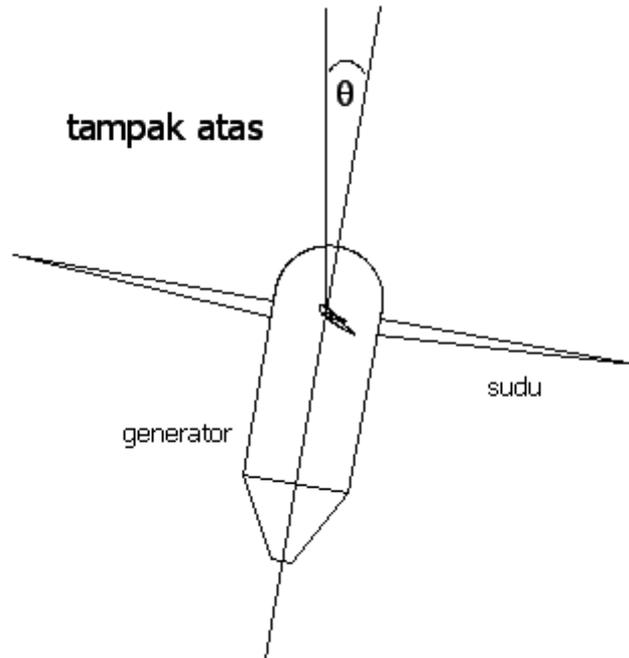
Sudu berputar karena terpaan angin. Pada kecepatan angin tertentu dan geometri sudu tertentu, sudu akan berputar dengan kecepatan putar tertentu dan dengan torsi tertentu. Perkalian antara kecepatan putar dengan torsi menghasilkan daya. Untuk kecepatan putar yang sama, semakin besar torsi yang diberikan sudu, maka akan semakin besar daya yang dapat diserap, demikian juga sebaliknya. Hubungan antara torsi terhadap daya dan kecepatan putar (rpm) diformulasikan dalam persamaan (2.4). Penurunan persamaan tersebut disajikan dalam Lampiran.

$$T = \frac{30P}{\pi RPM} \quad (2.4)$$

Semua teori dan persamaan yang telah diuraikan di atas untuk sementara berlaku pada kondisi dimana arah angin tepat menerpa rotor secara tegak lurus. Dengan kata lain masih belum ada penyimpangan orientasi.

2.2 Sudut Orientasi

Idealnya angin menerpa rotor tepat tegak lurus untuk menghasilkan daya yang optimal. Namun pada pada kondisi tertentu terdapat sudut antara arah angin dan sumbu rotor seperti dalam sketsa pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Sketsa sudut orientasi

Penyebab adanya sudut orientasi, θ tersebut secara umum ada dua, yaitu karena kegagalan sistem orientasi dan karena adanya waktu (*delay*) untuk mencapai posisi kesetimbangan. Adanya sudut orientasi tersebut akan dapat mengurangi daya yang dihasilkan rotor.

2.3 Pengurangan Daya

Adanya sudut orientasi, θ akan mengurangi luas terpaan rotor. Jika tidak ada sudut orientasi, maka luas terpaan rotor adalah seperti pada persamaan (2.5). Dengan adanya sudut orientasi, maka luas terpaan rotor menjadi seperti pada persamaan (2.6).

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \quad (2.5)$$

$$A' = \frac{1}{4} \pi D^2 * \cos \theta \quad (2.6)$$

Dengan menggabungkan persamaan (2.6) dengan persamaan (2.1), maka diperoleh formulasi untuk daya rotor akibat adanya sudut orientasi seperti yang dituliskan dalam persamaan (2.7). Dalam persamaan harga c_p masih belum mengalami perubahan.

$$P' = \frac{1}{2} \rho (A') V^3 c_p \quad (2.7)$$

Sudu rotor pada umumnya didesain pada kondisi tidak ada sudut orientasi. Dengan adanya sudut orientasi, maka terjadi perubahan sudut aliran di sepanjang sudu. Sudut aliran yang berbeda akan menghasilkan prestasi aerodinamika yang berbeda pula. Dengan adanya perubahan sudut aliran, maka gaya – gaya aerodinamika di sepanjang sudu menjadi tidak optimal sehingga mengakibatkan penurunan torsi sudu.

Besarnya penurunan torsi sudu tersebut harus dihitung dengan detail. Penurunan prestasi aerodinamika sudu rotor dapat dilihat dari penurunan c_p sehingga menjadi c_p' yang diformulasikan dalam persamaan (2.8). Harga k dalam persamaan tersebut konstanta penurunan prestasi rotor akibat perubahan sudut aliran di sepanjang sudu.

$$c_p' = k * c_p \tag{2.8}$$

Dengan memasukkan persamaan (2.8) ke dalam persamaan (2.7), maka perumusan P' pada persamaan (2.7) dapat ditulis ulang seperti pada persamaan (2.9). Persamaan tersebut merupakan persamaan akhir untuk menghitung daya rotor akibat adanya sudut orientasi.

$$P' = \frac{1}{2} \rho (A') V^3 c_p' \tag{2.9}$$

Pada persamaan (2.9) tersebut variabel A' dan c_p' merupakan variabel yang dipengaruhi secara langsung oleh penyimpangan sudut orientasi. Variabel ρ dan V merupakan kondisi natural di luar sistem turbin angin.

3. DATA DAN HASIL PERHITUNGAN

3.1 Tabel Daya

Berikut ini disajikan tabel daya untuk daya rotor dari 100 hingga 500.000 Watt. Tabel tersebut menyatakan hubungan antara daya rotor, kecepatan angin, diameter rotor, dan putaran rotor. Hasil perhitungan berupa tabel daya disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1.a. Daya 100 & 300 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
100	3	3,7 – 5,1	68 – 153
	5	1,7 – 2,4	243 – 549
	8	0,9 – 1,2	788 – 1.779
	10	0,6 – 0,8	1.377 – 3.107
	13	0,4 – 0,6	2.653 – 5.988
	15	0,3 – 0,5	3.794 – 8.563
300	3	6,5 – 8,8	39 – 88
	5	3,0 – 4,1	141 – 317
	8	1,5 – 2,0	455 – 1.027
	10	1,1 – 1,4	795 – 1.794
	13	0,7 – 1,0	1.532 – 3.457
	15	0,6 – 0,8	2.191 – 4.944

b. Daya 500 & 1.000 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
500	3	8,4 – 11,3	30 – 69
	5	3,9 – 5,3	109 – 246
	8	1,9 – 2,6	353 – 795
	10	1,4 – 1,9	616 – 1.390
	13	0,9 – 1,3	1.187 – 2.678
	15	0,7 – 1,0	1.679 – 3.829
1.000	3	11,8 – 16,0	21 – 48
	5	5,5 – 7,4	77 – 174
	8	2,7 – 3,7	249 – 562
	10	1,9 – 2,6	435 – 983
	13	1,3 – 1,8	839 – 1.893
	15	1,1 – 1,4	1.200 – 2.708

c. 3.000 & 5.000 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
3.000	3	20,5 – 27,8	12 – 28
	5	9,5 – 12,9	44 – 100
	8	4,7 – 6,4	144 – 325
	10	3,4 – 4,6	251 – 567
	13	2,3 – 3,1	484 – 1.093
	15	1,8 – 2,5	693 – 1.563
5.000	3	26,5 – 35,8	10 – 22
	5	12,3 – 16,7	34 – 78
	8	6,1 – 8,2	111 – 252
	10	4,3 – 5,9	195 – 439
	13	2,9 – 4,0	375 – 847
	15	2,4 – 3,2	537 – 1.211

d. 10.000 & 30.000 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
10.000	3	37,4 – 50,7	7 – 15
	5	17,4 – 23,6	24 – 55
	8	8,6 – 11,6	79 – 178
	10	6,1 – 8,3	138 – 311
	13	4,1 – 5,6	265 – 599
	15	3,3 – 4,5	379 – 856
30.000	3	64,8 – 87,8	4 – 9
	5	30,1 – 40,8	14 – 32
	8	14,9 – 20,2	46 – 103
	10	10,7 – 14,4	79 – 179
	13	7,2 – 9,7	153 – 346
	15	5,8 – 7,9	219 – 494

e. 50.000 & 100.000 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
50.000	3	83,7 – 113,3	3 – 7
	5	38,9 – 52,7	11 – 25
	8	19,2 – 26,0	35 – 80
	10	13,8 – 18,6	62 – 139
	13	9,3 – 12,6	119 – 268
	15	7,5 – 10,1	170 – 383
100.000	3	118,3 – 160,2	2 – 5
	5	55,0 – 74,5	8 – 17
	8	27,2 – 36,8	25 – 56
	10	19,4 – 26,3	44 – 98
	13	13,1 – 17,8	84 – 189
	15	10,6 – 14,3	120 – 271

f. 300.000 & 500.000 Watt

Daya (Watt)	Kec. Angin (m/det)	Diameter (m)	Putaran (rpm)
300.000	3	205,0 – 277,5	1 – 3
	5	95,3 – 129,0	4 – 10
	8	47,1 – 63,7	14 – 32
	10	33,7 – 45,6	25 – 57
	13	22,7 – 30,8	48 – 109
	15	18,3 – 24,8	69 – 156
500.000	3	264,6 – 358,3	1 – 2
	5	123,0 – 166,5	3 – 8
	8	60,8 – 82,3	11 – 25
	10	43,5 – 58,9	19 – 44
	13	29,3 – 39,7	38 – 85
	15	23,7 – 32,0	54 – 121

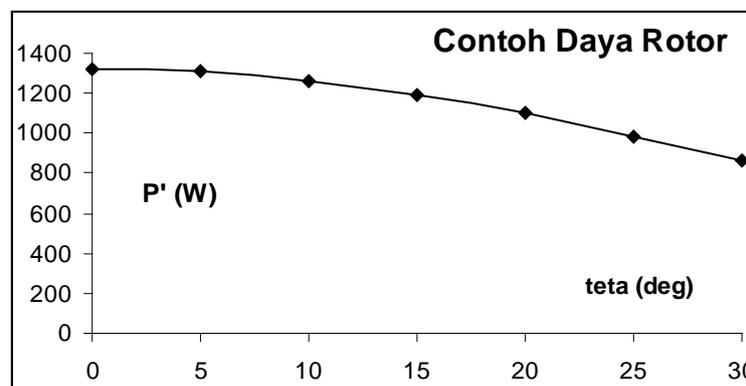
3.2 Contoh Efek Pengurangan Daya

Berikut ini disajikan contoh hasil perhitungan daya rotor akibat adanya sudut orientasi. Dalam contoh tersebut diasumsikan bahwa $k = \cos^2 \theta$. Selain itu diambil permisalan bahwa A , V , dan c_p masing – masing berharga 25 m^2 , 6 m/det , dan $0,4$. Contoh hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Contoh hasil perhitungan daya rotor akibat adanya sudut orientasi

θ (deg)	A' (m^2)	k	c_p'	P' (Watt)
0	25,0	1,00	0,40	1.323
5	24,9	0,99	0,40	1.308
10	24,6	0,97	0,39	1.264
15	24,1	0,93	0,37	1.192
20	23,5	0,88	0,35	1.098
25	22,7	0,82	0,33	985
30	21,7	0,75	0,30	860

Selain disajikan dalam bentuk tabel, contoh hasil perhitungan di atas dapat juga disajikan dalam bentuk kurva. Hubungan antara θ dan P' disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Contoh hasil perhitungan penurunan daya rotor

Hasil perhitungan pada Gambar 3.1 hanya merupakan contoh. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, maka harus menghitung prestasi aerodinamika sudu untuk memperoleh harga k yang sebenarnya.

4. ANALISA HASIL PERHITUNGAN

Dalam Tabel 3.1 di atas dapat dilihat bahwa untuk titik desain daya rotor dan kecepatan angin tertentu, terdapat pilihan diameter rotor. Misalnya untuk menghasilkan daya rotor sebesar 1.000 W pada desain kecepatan angin 10 m/det, maka berdasarkan Tabel 3.1.b diperlukan diameter rotor antara 1,9 hingga 2,6 m. Adanya variasi diameter rotor tersebut dipengaruhi oleh harga efisiensi aerodinamik sudu berupa koefisien daya, c_p . Seperti yang telah disebutkan dalam Bab 2.1, dalam penelitian ini dipilih harga $c_p = 0,3 - 0,5$.

Selain variasi diameter, untuk daya rotor dan kecepatan angin yang sama akan bersesuaian dengan variasi putaran rotor. Dalam tabel yang sama, pada kondisi 1.000 W dan 10 m/det akan bersesuaian dengan putaran rotor 435 hingga 983 rpm. Adanya variasi putaran rotor tersebut disebabkan oleh pemilihan harga *Tip Speed Ratio* (λ). Seperti yang telah disebutkan dalam Bab 2.1, dalam penelitian ini dipilih harga $\lambda = 6-10$.

Dengan asumsi bahwa $k = \cos^2 \theta$. Dan A , V , dan c_p masing – masing berharga 25 m², 6 m/det, dan 0,4, diperoleh penurunan daya untuk perubahan sudut orientasi dari 0⁰ ke 30⁰ sebesar 35%.

5. KESIMPULAN

- Daya rotor secara umum dipengaruhi oleh kecepatan angin, diameter rotor, dan putaran rotor. Daya rotor dan kecepatan angin tertentu akan bersesuaian dengan variasi diameter rotor dan putaran rotor. Daya rotor akan semakin besar jika kecepatan angin semakin besar, diameter rotor juga semakin besar namun dengan putaran rotor yang semakin kecil.
- Pengurangan daya rotor akibat penyimpangan sudut orientasi secara umum dipengaruhi oleh sudut orientasi dan efisiensi aerodinamika. Sudut orientasi yang semakin besar akan menyebabkan luas sapuan rotor menjadi berkurang sehingga daya rotor juga menjadi semakin kecil. Selain itu sudut orientasi yang lebih besar akan mengurangi efisiensi aerodinamika sudu rotor.
- Pada analisis untuk turbin dengan daya 1323 watt pada sudut orientasi 0⁰, terjadi penurunan daya menjadi 860 watt jika terjadi sudut orientasi sebesar 30⁰, atau terjadi penurunan daya sebesar 35%
- Analisa ini dapat di gunakan untuk menghitung prestasi turbin angin pada periode tertentu, dengan memperhatikan/ memasukkan karakteristik sistem orientasi turbin angin.

DAFTAR PUSTAKA

- Sulistyo Atmadi & Ahmad Jamaludin Fitroh, “*Pengembangan Metode Penentuan Karakteristik Rancangan Awal Rotor Turbin Angin*”, Jurnal Teknologi Dirgantara, LAPAN, Indonesia. 2007.
- Erich Hau, “*Wind Turbine Fundamentals, Technologies, Application, Economics*”, Springer, Berlin. 2006.
- De Renzo, D. J., “*Wind Power (Recent Development)*”, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, U.S.A. 1979.
- David M Eggleston & Forrest S Stoddard, “*Wind Turbine Engineering Design*”, Van Nostrand Reinhold, New York. 1897.
- Tony Burton, et. al., “*Wind Energy Hand Book*”, John Willey & Sons. 2001.
- Anderson, John D., “*Fundamentals of Aerodynamics*”, Mc. Grawhill company, Singapore. 1985.

LAMPIRAN

Penurunan Persamaan (2.2)

$$\text{koefisien daya, } C_p = \frac{\text{daya yang diserap rotor}}{\text{daya angin}}$$

$$\text{koefisien daya, } C_p = \frac{\text{daya yang diserap rotor}}{\text{tek. dinamik} * \text{luas lingkaran} * \text{kec. angin}}$$

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{2} \rho V^2 * \frac{1}{4} \pi D^2 * V}$$

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{8} \rho \pi D^2 V^3}$$

$$D = \left(\frac{P}{\frac{1}{8} \rho \pi V^3 C_p} \right)^{0.5}$$

Penurunan Persamaan (2.3)

$$\text{tip speed ratio} = \frac{\text{kecepatan tangensial di ujung sudu}}{\text{kecepatan angin}}$$

$$\lambda = \frac{V_{tip}}{V}$$

$$V_{tip} = \lambda V$$

$$\pi * D * RPS = \lambda * V$$

$$\pi * D * \frac{RPM}{60} = \lambda * V$$

$$RPM = 60 \frac{\lambda V}{\pi D}$$

Penurunan Persamaan (2.4)

$$\text{daya} = \text{torsi} * \text{kecepatan putar}$$

$$P = T \omega$$

$$P = T \frac{V_{tip}}{R}$$

$$P = T \frac{2 V_{tip}}{D}$$

$$P = T \frac{2 \pi D RPS}{D}$$

$$P = T \frac{2 \pi D RPM}{60 D}$$

$$T = \frac{30 P}{\pi RPM}$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Sulisty Atmadi
Tempat & Tgl. Lahir : Solo, 9 Mei 1950
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : Lapan
NIP. / NIM. : 19500509 197806 1 001
Pangkat / Gol. Ruang : IV/C
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Madya
Agama : Islam
Status Perkawinan : Kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA :SMAN I Solo Tahun: 1968
STRATA 1 (S.1) :Teknik Penerbangan ITB Tahun: 1977
STRATA 2 (S.2) :Teknik Mesin KUL Belgia(Aerodinamika)/Von Kharman Institute
Tahun: 1983
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Pasirlayung Barat A 131 Padasuka Bandung/ Komplek Lapan
A5 Rumpin Bogor
HP. : 08161846035
Alamat Kantor / Instansi : Lapan Rumpin Bogor
Telp. : 021 75790375
Email: sulistyoa@aerospaceitb.org

DATA UMUM

Nama Lengkap : Ahmad Jamaludin Fitroh
Tempat & Tgl. Lahir : Surabaya, 5 Agustus 1980
Jenis Kelamin : Laki - laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19800805 200801 1 020
Pangkat / Gol. Ruang : IIIA
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Non Fungsional
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA :SMUN 1 Surabaya Tahun: 1997 - 1999
STRATA 1 (S.1) :Teknik Penerbangan, ITB Tahun: 1999 - 2003
STRATA 2 (S.2) :Teknik Penerbangan, ITB Tahun: 2003 - 2006
STRATA 3 (S.3) :- Tahun: -

ALAMAT

Alamat Rumah : Pasir Honje 126, RT 04, RW 01A, Padasuka, Cimenyan, Bandung
HP. : 0818 0916 7557
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya LAPAN 2, Mekarsari, Rumpin, Bogor
Telp. : 021 7095 2065
Email: -