

- Word Count: 2627

Plagiarism Percentage

7%

sources:

- 1 2% match (Internet from 10-Nov-2014)
http://www.velomotor.net/files/0470015004_Wind_Energy_Explained_2E.pdf
- 2 2% match (Internet from 21-Jul-2016)
<http://pdfcrop.biz/ebook/title/mesin-petra-ac-id.html>
- 3 1% match (Internet from 09-Mar-2016)
<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm/article/download/8695/8458>
- 4 1% match (Internet from 24-Jul-2016)
<http://www.indgrindingmillcollege.tk/penghancur/jual-turbin-angin-vertikal-murah.html>
- 5 1% match (Internet from 29-Sep-2017)
<http://ecreee.wikischolars.columbia.edu/file/view/Manwell+2002%2C+Sections+3.7.4.2-3.12+%28pg.+120-138%29+-+Aerodynamics+of+Wind+Turbines%2C+cont..pdf>

paper text:

PERANCANGAN PROPELER TURBIN ANGIN POROS HORIZONTAL DENGAN METODA BLADE ELEMENT MOMENTUM Fandi D. Suprianto¹⁾, Sutrisno²⁾, Peter Jonathan³⁾ Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra 1,2,3) Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3)} Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-84176581,2) E-mail :fandi@petra.ac.id¹⁾,tengsutrisno@petra.ac.id²⁾
ABSTRAK

Turbin Angin dapat menjadi salah satu solusi alat pembangkit tenaga listrik dengan mengkonversi energi angin menjadi listrik ditengah krisis energi global pada abad ke-21 ini.

3

Kebutuhan energi didaerah perkotaan terus meningkat seiring berjalannya waktu yang tidak diikuti perkembangan sumber energi terbarukan. Dengan adanya gedung-gedung tinggi, semestinya meningkatkan potensi energi angin yang melewati sela-sela gedung yang merupakan konsentrator angin.

Maka, perlu dirancang Propeler Turbin Angin yang optimal yang dapat

3

di daerah perkotaan khususnya pada Gedung Hemat Energi yang sengaja dirancang khusus untuk memusatkan aliran angin. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter disain untuk turbin angin poros horisontal yang meliputi rotor radius, chord length, dan twist dengan menggunakan metoda Blade Element Momentum. Coefficient of Performance (CP) dari perhitungan dibandingkan terhadap berbagai Tip Speed Ratio (TSR) serta perubahan profil blade baik secara linearisasi maupun mengganti komposisi dan konfigurasi airfoil yang akan digunakan. Nilai TSR yang digunakan adalah TSR 4 hingga TSR 10. Berdasarkan hasil penelitian, konfigurasi yang menghasilkan CP terbaik adalah Mixed Ideal Blade dengan nilai 47.6% pada TSR 8. Dari hasil penelitian tersebut, maka Mixed Ideal Blade dapat diaplikasikan pada Gedung Hemat Energi di daerah perkotaan. Kata kunci: Horizontal Axis Wind Turbine, Blade Element Momentum, Gedung Hemat Energi, Blade Design, Wind Energy.

1. PENDAHULUAN

Masalah krisis energi di dunia sudah menjadi topik yang hangat pada era abad ke-21 ini. Hal ini dikarenakan semakin menipisnya persediaan stok bahan bakar fosil yang merupakan Non-Renewable Energy. Selain itu penggunaan bahan bakar fosil memiliki dampak pencemaran lingkungan dikarenakan emisi gas buang dari penggunaannya. Salah satu contoh penggunaan renewable energy adalah konversi wind energy dengan menggunakan turbin angin. Energi angin sangatlah banyak tersedia dan merupakan energi yang cukup murah untuk dimanfaatkan. Proses konversi energi ini tidak menimbulkan polusi. Sayangnya, penggunaan energi angin belum banyak diaplikasikan sebagai salah satu penghasil energi listrik yang ada di Indonesia. Dari data BMKG Juanda maupun BMKG Perak menunjukkan potensi angin di Surabaya yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan energi di berbagai sektor, antara lain: agricultural, per-industrian, pembangkit listrik, dan lain-lain. Kebutuhan akan energi di daerah perkotaan meningkat diiringi dengan penambahan jumlah gedung-gedung tinggi di Indonesia. Padahal dengan adanya penambahan jumlah gedung tinggi di Indonesia meningkatkan potensi pemanfaatan turbin angin dikarenakan tingginya kecepatan angin yang lewat diantara gedung-gedung tersebut yang bisa dimanfaatkan untuk pembangkit energi yang bebas polusi. Penggunaan turbin angin poros horisontal (HAWT) untuk daerah perkotaan belum banyak diterapkan di Indonesia. Hal ini dikarenakan arah angin yang berubah-ubah sehingga lebih cocok bila digunakan

turbin angin poros vertikal. Padahal turbin angin poros horisontal (HAWT) memiliki efisiensi yang jauh lebih tinggi

4

dibandingkan dengan

Turbin angin poros vertikal (VAWT). Turbin angin poros horisontal

4

bisa diterapkan pada Gedung Hemat Energi yang sengaja dirancang khusus untuk memusatkan aliran angin. Didasari oleh latar belakang dan permasalahan yang ada, maka penelitian ini bertujuan untuk memperoleh desain propeler yang menghasilkan Coefficient of Performance (CP) yang tinggi untuk Turbin angin poros horisontal yang akan ditempatkan di Gedung Hemat Energi. Beberapa parameter yang akan didesain meliputi rotor radius, chord length, dan twist.

2. METODOLOGI

Turbin angin poros horisontal (HAWT) merupakan sebuah alat pengkonversi energy angin menjadi energy listrik. Turbin angin ini mengkonversi energy tersebut dengan menggunakan gaya lift pada blade yang menghasilkan momen torsi

yang memutar poros turbin dan putaran turbin tersebut dikonversi menjadi energy listrik dengan generator. Sumber energy ini tidak bias langsung dipakai dan harus disimpan terlebih dahulu pada sebuah catudaya. Hal ini dikarenakan output dari turbin angin yang berfluktuasi. Secara praktis, desain turbin angin ditentukan berdasarkan gaya aero dinamika yang bekerja pada propeler. Analisis klasik dari turbin angin pada awalnya dikembangkan oleh Betz dan Glauert[1], [2] pada tahun 1930. Selanjutnya, teori ini dikembangkan dan diadaptasi untuk mendapatkan solusi dengan komputer digital [3], [4], [5]. Pada metode ini, momentum theory dan blade element theory digabungkan menjadi strip theory atau blade element momentum theory yang memungkinkan untuk dilakukannya perhitungan karakteristik kinerja pada rotor turbin angin. Untuk mendapatkan suatu hasil penelitian yang komprehensif, beberapa batasan penelitian diberlakukan: ? Turbin angin yang dipilih adalah turbin angin jenis HAWT ? Hanya mendesain aerodinamika propeler turbin angin ? Diameter blade rotor 3 meter ? Airfoil yang digunakan NREL S833, S834, dan S835 [6]

Menentukan Dayadan Radius Blade Langkah pertama adalah menentukan daya yang dibutuhkan untuk kecepatan angin tertentu, atau menentukan Radius yang akan dibuat dikarenakan adanya tempat yang cukup sehingga dapat menghasilkan suatu daya yang optimal. Daya dapat ditentukan sebagai berikut: / (1) Diameter turbin dirancang sesuai dengan batasan di lokasi pemasangan, yaitu sebesar 3 meter. Coefficient of performance (CP) diasumsi sebesar 0.4 dan Efisiensi mekanis (η) diasumsikan sebesar 0.9. Sehingga daya yang akan dihasilkan pada kecepatan angin (U) yang berbeda adalah sebagai berikut. Gambar 1.

Estimasi Daya Turbin Angin yang akan didesain Menentukan Tip Speed Ratio (TSR/ λ) Menentukan TSR disesuaikan dengan aplikasi yang akan dilakukan oleh Turbin Angin. Untuk memompa air yang pada umumnya membutuhkan Torsi yang besar dibutuhkan . Untuk kegiatan pembangkit listrik, dibutuhkan . Semakin besar TSR, maka diperlukan semakin sedikit material pada blade, dan semakin kecil gearbox yang dibutuhkan, namun memerlukan bentuk Airfoil yang lebih mutakhir. Sesuai dengan kondisi di lapangan, maka dalam penelitian ini nilai TSR ditentukan mulai dari 4 hingga 10. Menentukan Jumlah Blade Tabel 1. Jumlah blade yang disarankan (B), untuk TSR/ λ yang berbeda

Penentuan jumlah blade yang digunakan tergantung dari TSR yang dipilih, perlu diketahui bahwa semakin sedikit blade yang digunakan diperlukan konstruksi yang lebih baik pada hub. Menganalisa Airfoil Data Airfoil didapatkan menggunakan software XFLR5. Diperoleh bahwa, Airfoil NREL S-833 memiliki nilai Cl/Cd teroptimal pada angle 5° . Airfoil NREL S-834 yang berfungsi pada bagian Tip, memiliki nilai Cl/Cd yang paling optimal pada angle 4° . Sedangkan Airfoil NREL S-835 yang bekerja pada bagian Root, memiliki nilai Cl/Cd yang optimal pada angle 6.5° . Angle tersebut akan digunakan untuk menentukan incident angle pada masing-masing section sebuah blade. Gambar 2. Data Karakteristik Airfoil Cl/Cd vs Alpha (α) Setelah dilakukan analisa terhadap airfoil yang akan digunakan, dilakukan kalkulasi BEM dengan menggunakan step-step yang ada pada bagian di bawah ini (2.5 – 2.8). Coefficient of Performance (CP) dari perhitungan akan dibandingkan terhadap berbagai TSR serta perubahan profil blade baik secara linearisasi maupun mengganti komposisi dan konfigurasi airfoil yang akan digunakan. Ada 2 macam konfigurasi yang diteliti yaitu uniform blade dan mixed blade Uniform Ideal Blade adalah blade dengan komposisi airfoil yang tetap sepanjang blade span, yaitu NREL S-833 dengan distribusi Chord (c) dan Twist (θ_p) yang ideal. Karena menggunakan airfoil NREL S-833 yang merupakan Primary Airfoil, maka incident angle (α) yang digunakan adalah 5° . Mixed Ideal Blade adalah blade dengan komposisi airfoil yang bervariasi dengan komposisi 0,4; 0,75; 0,95 sepanjang blade span dengan airfoil NREL S-835, NREL S-833, NREL S-834 dengan distribusi Chord (c) dan Twist (θ_p) yang ideal. Pada airfoil NREL S-833 yang merupakan Primary Airfoil, maka incident angle (α) yang digunakan adalah 5° . Pada NREL S-834 yang merupakan airfoil untuk daerah tip,

metoda blade element momentum theory adalah Mixed Ideal Blade dengan selisih Coefficient of Performance (CP) sekitar 1,2% lebih tinggi dari Uniform Ideal Blade, dan hampir 10% lebih tinggi dari Mixed/Uniform Linearised Blade. ? Proses linearisasi chord length sebaiknya tidak perlu dilakukan apabila proses pembuatan ideal blade masih memungkinkan. ? Perbedaan CP yang tidak terlalu signifikan antara Mixed Ideal Blade dan Uniform ideal blade memberikan alternative untuk pertimbangan kerumitan proses fabrikasi. Uniform ideal blade menggunakan 1 jenis airfoil saja (NREL S-833) sehingga lebih mudah dan sederhana untuk dibuat. DAFTAR PUSTAKA [1]

Betz, A., "Windenergie und Ihre Ausnutzung durch Windmoullen.",
Vandenhoeck and Ruprecht, Goottingen, **1926.**

5

Blade Dimension Uniform Ideal Blade Uniform Linearised Blade Mixed Ideal Blade Mixed Linearised Blade r
 ci $\theta_{p,i}$ Airfoil r ci $\theta_{p,i}$ Airfoil r ci $\theta_{p,i}$ Airfoil r ci $\theta_{p,i}$ Airfoil r ci $\theta_{p,i}$ Airfoil 75 170.597 40.466 NREL S-833 75 168.680 40.466
 NREL S-833 75 170.597 38.966 NREL S-835 75 168.680 38.966 NREL S-835 150 197.843 29.227 NREL
 S-833 150 160.580 29.227 NREL S-833 150 197.843 27.727 NREL S-835 150 160.580 27.727 NREL S-835
 225 180.535 21.537 NREL S-833 225 152.480 21.537 NREL S-833 225 180.535 20.037 NREL S-835 225
 152.480 20.037 NREL S-835 300 156.607 16.337 NREL S-833 300 144.380 16.337 NREL S-833 300
 156.607 14.837 NREL S-835 300 144.380 14.837 NREL S-835 375 135.351 12.710 NREL S-833 375
 136.280 12.710 NREL S-833 375 135.351 11.210 NREL S-835 375 136.280 11.210 NREL S-835 450
 118.019 10.080 NREL S-833 450 128.180 10.080 NREL S-833 450 118.019 8.580 NREL S-835 450
 128.180 8.580 NREL S-835 525 104.095 8.103 NREL S-833 525 120.080 8.103 NREL S-833 525 104.095
 6.603 NREL S-835 525 120.080 6.603 NREL S-835 600 92.842 6.569 NREL S-833 600 111.980 6.569
 NREL S-833 600 92.842 6.569 NREL S-833 600 111.980 6.569 NREL S-833 675 83.638 5.349 NREL S-
 833 675 103.880 5.349 NREL S-833 675 83.638 5.349 NREL S-833 675 103.880 5.349 NREL S-833 750
 76.009 4.357 NREL S-833 750 95.780 4.357 NREL S-833 750 76.009 4.357 NREL S-833 750 95.780 4.357
 NREL S-833 825 69.603 3.536 NREL S-833 825 87.680 3.536 NREL S-833 825 69.603 3.536 NREL S-833
 825 87.680 3.536 NREL S-833 900 64.159 2.846 NREL S-833 900 79.580 2.846 NREL S-833 900 64.159
 2.846 NREL S-833 900 79.580 2.846 NREL S-833 975 59.483 2.257 NREL S-833 975 71.480 2.257 NREL
 S-833 975 59.483 2.257 NREL S-833 975 71.480 2.257 NREL S-833 1050 55.426 1.750 NREL S-833 1050
 63.380 1.750 NREL S-833 1050 55.426 1.750 NREL S-833 1050 63.380 1.750 NREL S-833 1125 51.877
 1.308 NREL S-833 1125 55.280 1.308 NREL S-833 1125 51.877 1.708 NREL S-833 1125 55.280 1.708
 NREL S-833 1200 48.748 0.920 NREL S-833 1200 47.180 0.920 NREL S-833 1200 48.748 1.920 NREL S-
 834 1200 47.180 1.920 NREL S-834 1275 45.968 0.577 NREL S-833 1275 39.080 0.577 NREL S-833 1275
 45.968 1.577 NREL S-834 1275 39.080 1.577 NREL S-834 1350 43.485 0.271 NREL S-833 1350 30.980
 0.271 NREL S-833 1350 43.485 1.271 NREL S-834 1350 30.980 1.271 NREL S-834 1425 41.253 -0.003
 NREL S-833 1425 22.880 -0.003 NREL S-833 1425 41.253 0.997 NREL S-834 1425 22.880 0.997 NREL S-
 834 1500 39.236 -0.250 NREL S-833 1500 14.780 -0.250 NREL S-833 1500 39.236 0.750 NREL S-834
 1500 14.780 0.750 NREL S-834 K-71 [2] Glauert, H., "Airplane Propellers, in Aerodynamic Theory",

Springer Verlag, Berlin, 1935, (reprinted by **Peter Smith, Gloucester**,
 M.A., **1976.**

5

Wilson, R. E. and Lissaman, P. B. S., “Applied Aerodynamics of Wind Power Machine.”, **Oregon State University**, 1974. [4] **Wilson, R. E., Lissaman, P. B. S. and Walker, S. N.**, “Aerodynamic Performance of Wind Turbines”, **Energy Research and Development Administration, ERDA/ NSF/04014-76/1**,

1

1976. [5]

De Vries, O., “Fluid Dynamic Aspects of Wind Energy Conversion”, **Advisory Group for Aerospace Research and Development, North Atlantic Treaty Organization, AGARD-AG-243**,

1

1979. [6] NREL. Airfoil., 6-July-2012, <<http://wind.nrel.gov/airfoils/AirfoilList.html>> [7] Manwell, J., McGowan, J., and Rogers, A., “Wind Energy Explained. Theory, Design and Application.”, John Wiley and Sons, Ltd., 2002.

Seminar Nasional Teknik Mesin 8 20 Juni 2013, Surabaya, Indonesia

2

Seminar Nasional Teknik Mesin 8 20 Juni 2013, Surabaya, Indonesia

2

Seminar Nasional Teknik Mesin 8 20 Juni 2013, Surabaya, Indonesia

2

K-68 K-70 K-72