

MODIFIKASI PERMUKAAN CEMBUNG SUDU RETURNING PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN MENGGUNAKAN DIMPLE UNTUK MENGURANGI GAYA DRAG

Antares Bahtera Febriartanto¹, Gunawan Sakti², Sukahir³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: antaresbahtera24@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan *dimple* pada permukaan bola golf sudah terbukti sangat efisien untuk meningkatkan laju aliran udara karena dapat menunda titik separasi aliran udara sehingga *pressure drag* lebih rendah dibandingkan permukaan bola golf yang mulus. Dari pemanfaatan penggunaan *dimple* pada bola golf perlu dilakukan modifikasi pada objek yang lain seperti turbin angin Savonius. Turbin angin Savonius mempunyai 2 *blade* berputar karena adanya perbedaan torsi diantara keduanya. Pada sudu *advancing* terdapat torsi positif karena terdorong oleh terpaan angin sedangkan pada sudu *returning* terdapat torsi negatif karena berlawanan dengan arah datangnya terpaan angin.

Model uji turbin angin Savonius ini dibuat dengan spesifikasi tinggi turbin $h=154$ mm, diameter *blade* $d=200$ mm, kedalaman *dimple* pada sudu *returning blade* $k=1$ mm, dan jarak antar *dimple* $s=30^\circ$ relatif terhadap titik pusat turbin *blade*, kecepatan angin $V=5$ m/s dengan bilangan *Reynolds* $Re=6.32 \times 10^4$ dan akan dilaksanakan pengukuran torsi, daya dan RPM.

Terdapat dua perlakuan yang akan dibandingkan sebagai variabel penelitian yaitu turbin dengan *dimple* dan tanpa *dimple* diukur dan dibandingkan antara masing-masing torsi, daya dan RPM-nya. Hasil dari penelitian ini yaitu adanya peningkatan RPM, daya dan torsi antara dua jenis turbin angin Savonius konvensional dan turbin angin Savonius dengan *dimple*. Performa peningkatan presentasi pada RPM 1.23%, daya 11% dan torsi 2%.

Kata Kunci : bola golf, turbin angin Savonius, *dimple*

ABSTRACT

The use of dimples on the surface of golf balls has proven to be very efficient to increase the rate of air flow because it can delay the point of separation of air flow so that the pressure drag is lower than the smooth surface of the golf ball. From the use of dimples on golf balls need to be modified to other objects such as Savonius wind turbines. Savonius wind turbines have 2 rotating blades due to the difference in torque between the two. In the advancing spoon there is positive torque because it is driven by the wind exposure while on the returning spoon there is negative torque because it is opposite to the direction of the wind exposure.

Savonius wind turbine test model is made with turbine height specifications $h = 154$ mm, blade diameter $d = 200$ mm, depth of dimple at the spoon returning blade $k = 1$ mm, and distance between dimple $s = 30^\circ$ relative to the center point of the blade turbine, wind speed $V = 5$ m / s with reynolds re number = 6.32×10^4 and torque measurement will be carried out, power and RPM.

There are two treatments that will be compared as research variables, namely turbines with dimples and without dimples measured and compared between each of their torque, power and RPM. The result of this study is an increase in RPM, power and torque between two types of conventional Savonius wind turbines and Savonius wind turbines with dimples. Performance improved presentation at 1.23% RPM, 11% power and 2% torque.

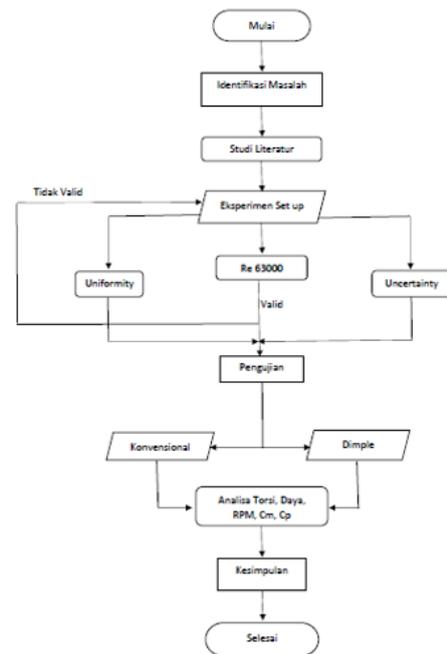
Keywords: golf ball, Savonius wind turbine, dimple

PENDAHULUAN

Aerodinamika adalah ilmu tentang dinamika fluida yang berkaitan dengan kajian pergerakan udara, adanya interaksi antara objek yang bergerak dan aliran udara (FAA, 2012). Aerodinamika diambil dari kata Aero dan Dinamika yang bisa diartikan udara dan perubahan gerak dan bisa juga disebut dengan pengertian yaitu suatu perubahan gerak dari suatu benda akibat dari hambatan udara ketika benda tersebut melaju dengan kencang (EWANGGA, 2014). Aerodinamika dalam perkembangannya telah diterapkan pada transportasi dengan memodifikasi fungsi yang dihadirkan untuk pesawat terbang. Banyak bentuk dari penerapan ilmu aerodinamika, contohnya bola golf, turbin angin Savonius dan lain-lain. Turbin angin Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin poros vertical yang cocok dengan kecepatan angin rendah. Turbin angin adalah alat rekayasa yang digunakan untuk mengonversi angin menjadi gaya mekanik yang nantinya dihubungkan ke generator untuk menghasilkan listrik (Trikurniawan, 2017). Turbin ini terdiri atas dua bucket atau sudu yang disusun sedemikian rupa sehingga jika dilihat dari atas akan terlihat seperti membentuk huruf "S". Turbin angin Savonius dapat menerima angin dari segala arah. Turbin angin Savonius memiliki perbedaan torsi pada kedua sudunya. Pada sudu *advancing* terdapat torsi positif karena terdorong oleh terpaan angin sedangkan pada sudu *returning* terdapat torsi negatif karena berlawanan dengan arah datangnya terpaan angin. Turbin angin Savonius memiliki kelemahan yaitu besarnya gaya drag pada sudu *returning blade* yang mempengaruhi efisiensi kerjanya. Untuk meningkatkan efisiensi dari turbin angin Savonius maka memanfaatkan penggunaan dimple pada permukaan *convex blade* atau *returning blade*. Dimple adalah sebuah objek yang berbentuk cekungan atau lekukan kecil pada permukaan suatu benda yang dapat memberikan pengaruh aerodinamika sehingga menyebabkan penundaan separasi

aliran udara pada permukaan benda dan mengurangi terjadinya turbulensi. Adanya dimple meningkatkan jumlah energi dan momentum linier yang tersedia pada partikel udara yang bergerak disekitar bola yang disebut dengan *boundary layer* (Rajagopal et al., 2018).

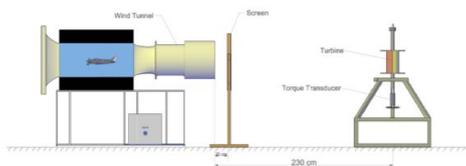
METODE



Gambar 1 Alur diagram

Rancangan penelitian ini digambarkan dengan diagram *flow chart*. diagram *flow chart* merupakan diagram yang menggambarkan alur dari system penelitian ini, yang dapat membantu untuk memahami system secara logika, terstruktur dan jelas. Desain penelitian pada ini adalah benda uji berupa turbin angin Savonius dan turbin angin Savonius dengan menggunakan dimple. Dengan spesifikasi diameter turbin $D = 200$ mm, tinggi $h = 154$ mm, diameter shaft $D_{\text{shaft}} = 17$, diameter $D_f = 110$ mm, Diameter blade $d = 50$, turbin angin sumbu tegak dengan menggunakan dimple diameter 2 mm, kedalaman $k = 1$ mm, dan coloumn 4, aspect ratio $\alpha = 0.77$, jarak antar dimple diketahui dari berapa banyak coloumn yaitu 30° , dan dengan kecepatan angin 5 m/s menggunakan wind tunnel. Desain objek untuk melakukan

penelitian berupa pengukuran RPM, torsi dan daya. Teknik pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *wind tunnel* sebagai sumber udara yang digunakan untuk menggerakkan turbin angin Savonius. *Wind tunnel* diatur terlebih dahulu agar udara yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan untuk penelitian ini yaitu 5 m/s. *Wind tunnel* bersebelahan dengan *screen* dengan jarak 20 cm dan jarak antara *wind tunnel* dengan turbin angin Savonius yaitu 230 cm. Turbin angin Savonius dipasang pada poros tabung setelah terpasang berikan *cutter pin* pada poros agar presisi, dan juga diberikan torque transducer pada bagian bawah turbin angin Savonius yang berfungsi untuk mengukur RPM, daya dan torsi. Proses pengujian dilaksanakan 2 (dua) kali dengan menggunakan jenis turbin angin savonius yang berbeda. Turbin angin Savonius yang digunakan adalah turbin angin savonius yang tidak menggunakan *dimple* dan yang menggunakan *dimple*.



Gambar 2 Teknik Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

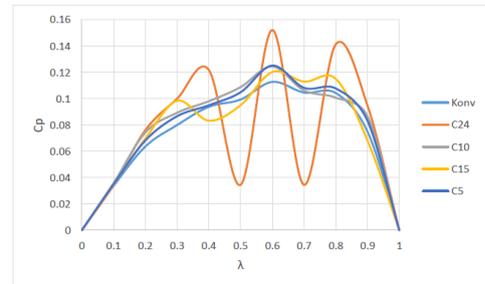
Parameter pengukuran pada penelitian ini yaitu RPM, daya dan torsi dengan mendapatkan hasil sebagai berikut :

Parameter Ukur	Benda Uji		Kenaikan Presentase
	Conventional	Coloum 5	
RPM	420.48	425.63	1.23%
Torsi	0.015	0.015	2%
Daya	0.25	0.28	11%

Tabel 1 Parameter ukur

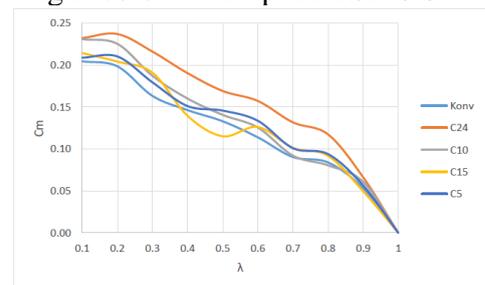
Dari data di atas dapat dilihat hasil dari pengukuran antara turbin angin Savonius

konvensional dan turbin angin Savonius dengan *dimple* adanya peningkatan presentase pada RPM 1.23%, torsi 2% dan daya 11%. Pada penelitian ini juga membandingkan *Coefficient Power* dan *Coefficient Moment* dengan penelitian yang serupa yang berbeda variasi jumlah *dimple*. Berikut adalah hasil perbandingan *Coefficient Power* dan *Coefficient Moment*.



Gambar 3 Perbandingan Cp Turbin

Gambar diatas adalah perbandingan antara turbin angin Savonius konvensional dan turbin angin Savonius dengan *dimple* yang memiliki jumlah variasi yang berbeda. Data diatas menunjukkan Cp tertinggi dari penelitian ini adalah turbin angin Savonius dengan *dimple* yang memiliki variasi *dimple* dengan *coloumn* 24 pada TSR 0.6.



Gambar 4 Perbandingan Cm Turbin

Gambar diatas adalah perbandingan antara turbin angin Savonius konvensional dan turbin angin Savonius dengan *dimple* yang memiliki jumlah variasi yang berbeda. Data diatas menunjukkan Cp tertinggi dari penelitian ini adalah turbin angin Savonius dengan *dimple* yang memiliki variasi *dimple* dengan *coloumn* 24.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas mengenai pengaruh *dimple* yang

bervariasi dengan coloumn pada performa turbin angin Savonius, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terjadinya perbedaan nilai pada torsi, daya dan RPM antara turbin angin Savonius yang menggunakan dimple dan turbin angin Savonius konvensional. Hal ini karena adanya dimple pada turbin angin Savonius yang menyebabkan tertundanya separasi dan weak region akan mengecil sehingga mempengaruhi performa dari turbin angin Savonius.
2. Berdasarkan 2 turbin yang diuji, turbin yang menggunakan dimple menghasilkan RPM maksimal paling besar yaitu 413 RPM. Turbin yang menggunakan dimple coloumn 5 juga menghasilkan nilai daya yang paling besar yaitu 0.2877 Watt. Serta menghasilkan nilai torsi paling besar yaitu 0.0152 Nm.
3. Dari hasil perbandingan C_p dan C_m maksimum antara penelitian ini dengan penelitian yang serupa, diperoleh hasil data tertinggi C_p dan C_m pada turbin angin Savonius dengan coloumn 5 dengan diketahui sebesar 11% dan 5.9%.

Saran

Berdasarkan hasil data dari penelitian diatas maka penulis bermaksud memberikan saran yang semoga dapat bermanfaat bagi peneliti selanjutnya agar dapat menghasilkan data yang lebih baik lagi.

1. Diharapkan untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih akurat dilakukan pengukuran ulang.
2. Saat melaksanakan penelitian sangat perlu ditumbuhkan sikap ulet, konsisten, dan pantang menyerah karena merupakan modal utama dalam suatu bentuk kegiatan ilmiah, baik penelitian maupun dalam dunia kerja.

3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat lebih bervariasi dalam penentuan variabel bebas dalam penelitian. Termasuk variasi ketebalan, material, dan tipe bearing. Serta variasi kecepatan angin dan sumbu dari turbin angin.

DAFTAR PUTAKA

- Aldia, S. (2010). *Pengaruh Pemberian Dimple Pada Permukaan Blade Terhadap Performa Aerodinamis Aksial Fan*.
- Alhamid, T., & Anufia, B. (2019). INSTRUMEN PENGUMPULAN DATA.
- Antoni, P., Pol, M., & García Almiñana, D. (2015). Numerical study of flow through a Savonius wind turbine.
- Bahri, S. W., Arif Adlie, T., Artikel, R., tgl Bulan Tahun Direvisi dari tgl Bulan Tahun, D., & Kunci, K. (2014). Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius Dua Tingkat Empat Sudu Lengkung L. INFORMASI ARTIKEL. www.teknik.unsam.ac.id
- EWANGGA, P. (2014). AERODINAMIKA | PRADITYA EWANGGA. <https://pewangga.wordpress.com/2014/03/10/aerodinamika/>
- FAA. (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook - Volume 1. Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe, 1, 588.
- Ferdinand, Y. (2021). STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PERUBAHAN DIMENSI DAN MATERIAL BEARING TERHADAP PERFORMANCE TURBINE ANGIN.
- Kurniawan, H., Pembimbing Taufik Fajar Nugroho, D., Hari Prastowo, I., & Teknologi Kelautan, F. (2016). PEMODELAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (VAWT) TIPE H-ROTOR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DIPULAU TABUHAN.
- Mahmoud, N. H., El-Haroun, A. A., Wahba, E., & Nasef, M. H. (2012). An experimental study on improvement of Savonius rotor performance. *Alexandria Engineering Journal*, 51(1), 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.07.003>

Prasetyanti, R. G. (2021). PENGARUH PERUBAHAN DIMENSI SCREEN WIND TUNNEL UNTUK MENGHASILKAN EXTERNAL UNIFORM FLOW PENGARUH PERUBAHAN DIMENSI SCREEN WIND TUNNEL.

Rajagopal, A., Vimal Kumar, S. S., & Professor, A. (2018). Analyzing the Effect of Dimples on Wind Turbine Efficiency Using CFD DESIGN AND ANALYSIS OF GEAR BOX SYSTEMS View project Investigation of Creep Effects in Diffusion Bonded Pump Impeller View project Analyzing the Effect of Dimples on Wind Turbine Efficiency Using CFD. In Article in International Journal of Applied Engineering Research (Vol. 13, Issue 6). <http://www.ripublication.com>

Sakti, G., Cahyo, B. G., Wulansari, A., Regia, A., & Dharma, I. A. (2021). Numerical Investigation Aerodynamic Characteristic Installation I-650 Cylinder Type Upstream Bluffbody as Airflow Passive Control. Journal of Physics: Conference Series, 2117(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012035>

Sakti, Gunawan, Yuwono, T., & Widodo, W. A. (2019). Experimental and numerical investigation of I-65-type cylinder effect on the savonius wind turbine performance. International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, 19(5), 115–125. TRIKURNIAWAN, Y. W. (2017). KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN SAVONIUS TERMODIFIKASI EMPAT SUDU DENGAN LIMA VARIASI SUDUT PITCH ROTOR TURBIN.

Wicaksana, A., & Ui, F. T. (2010). UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN DEPOK JUNI 20