

STUDI EKSPERIMEN UPAYA PENGURANGAN GAYA *DRAG* PADA TURBIN ANGIN SUMBU TEGAK UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA AERODINAMIKA

Muhammad Akbar Salim¹, Gunawan Sakti², Rifdian Rifdian Indrianto Sudjoko³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: akbar.alap@gmail.com

Abstrak

Dimple atau beberapa cekungan pada permukaan bola golf secara ilmiah terbukti mampu meningkatkan laju pergerakannya di udara karena dapat menunda separasi aliran yang melalui permukaan bola golf tersebut sehingga *pressure drag*-nya lebih rendah.

Metode penelitian dilakukan dengan cara eksperimental dengan mendesign 3D model turbin Savonius dengan *aspect ratio* $\alpha=0.77$, diameter *blade* $d=100\text{ mm}$, tinggi $h=77\text{ mm}$, kedalaman *dimple* pada *returning blade* $k=1\text{ mm}$ dan jarak antara colomb *dimple* $s=14^\circ$ relative terhadap titik pusat sudu turbin *blade*. Eksperimental dilaksanakan pada *Reynolds number* $Re=3.15 \times 10^4$ dengan kecepatan $V=5\text{ m/s}$.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini dengan menggunakan *dimple* RPM, Torsi dan Daya terbukti meningkat karena *pressure drag*-nya berkurang. Terbukti dengan parameter ukur tersebut meningkat maka telah terjadi pengurangan gaya *drag* sehingga penggunaan *dimple* terbukti secara ilmiah dapat meningkatkan performa aerodinamika turbin Savonius.

Kata kunci : *Dimple*, turbin Savonius, gaya *drag*, aerodinamika

Abstract

Dimples or several hollows on the surface of the golf ball have been scientifically proven to be able to increase the rate of movement in the air because it can delay the separation of the flow through the surface of the golf ball so that the pressure drag is lower.

The research method was carried out experimentally by designing a 3D Savonius turbine model with aspect ratio $\alpha=0.77$, blade diameter $d=100\text{ mm}$, height $h=77\text{ mm}$, dimple depth on returning blade $k=1\text{ mm}$ and distance between colomb dimple $s=14^\circ$ relative to the center of the turbine blade.

Experiments were carried out at Reynolds number $Re=3.15 \times 10^4$ with a speed of $V=5\text{ m/s}$.

The results obtained from this study using dimple RPM, Torque and Power are shown to increase because the pressure drag is reduced. As evidenced by the increase in the measurement parameters, there has been a reduction in the drag force so that the use of dimples is scientifically proven to improve the aerodynamic performance of the Savonius turbine.

Keywords: *Dimple, Savonius turbine, drag force, aerodynamics*

PENDAHULUAN

Sesuai dengan silabus mata kuliah dasar khusus prodi D.III Teknik Pesawat Udara pembelajaran ranah kognitif tidak lebih dari level 3. Dimana ranah pembelajaran kognitif ini sesuai dengan Taksonomi Bloom level 1 adalah *remembering* (mengingat) , level 2 adalah *understand* (memahami) , dan level 3 adalah *applying* (menerapkan).

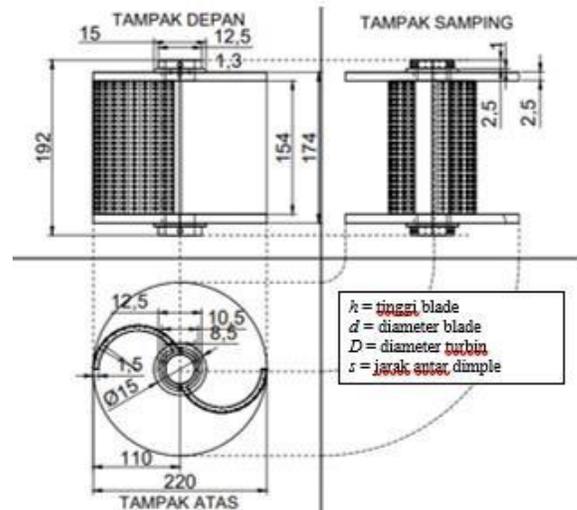
Pembelajaran level 3 *applying* yang dimaksud adalah salah satunya dengan menerapkan teori aerodinamika yang sudah dipelajari di Politeknik Penerbangan Surabaya. Penelitian ini menerapkan tentang teori aerodinamika dimana membahas tentang pergerakan dan fenomena aliran fluida. Aliran fluida yang di maksud yaitu dapat di tunjukkan dengan gerakan partikel-partikel fluida yang sejajar dan garis arusnya halus disebut juga aliran laminer. Aliran laminer bersifat steady artinya alirannya “tetap” menunjukkan bahwa di seluruh aliran udara, debit alirannya tetap atau kecepatan aliran tidak berubah menurut waktu. Selain itu, untuk definisi aliran turbulen adalah aliran dengan kecepatan yang relatif besar menghasilkan aliran yang tidak laminar atau kompleks, lintasan gerak partikel tidak teratur antara satu dengan yang lain. Karakteristik aliran turbulen ditunjukkan oleh terbentuknya pusaran-pusaran dalam aliran.(Adjie, 2017) Turbin angin sumbu tegak dan aerodinamikanya memiliki keunggulan bahwa turbin dapat berputar sendiri meskipun kecepatan udara yang melaluinya sangat rendah. Dengan perilaku seperti ini, turbin cocok untuk daerah di mana kecepatan angin rendah dan tidak memerlukan perangkat pendukung dari luar (Sakti et al., 2019). Namun, efektivitas turbin angin sumbu tegak masih kurang karena gaya drag besar yang mempengaruhi efisiensi kinerjanya. Jadi, penting untuk mengurangi gaya drag dengan menerapkan

dimple ke permukaan yang cembung pada turbin sumbu tegak.

(Yan et al., 2021)Melakukan analisis pada tabung cylinder untuk mengurangi hambatan silinder, simulasi numerik dan eksperimen untuk keduanya halus silinder dan silinder melingkar dengan permukaan berlesung pipit (*dimple*) dilakukan dalam makalah ini. Numerik simulasi berfokus pada variasi koefisien tekanan, koefisien gesekan kulit, dan pusaran menumpahkan kekuatan silinder halus dan silinder melingkar dengan permukaan berlesung pipit.

METODE DESAIN ALAT

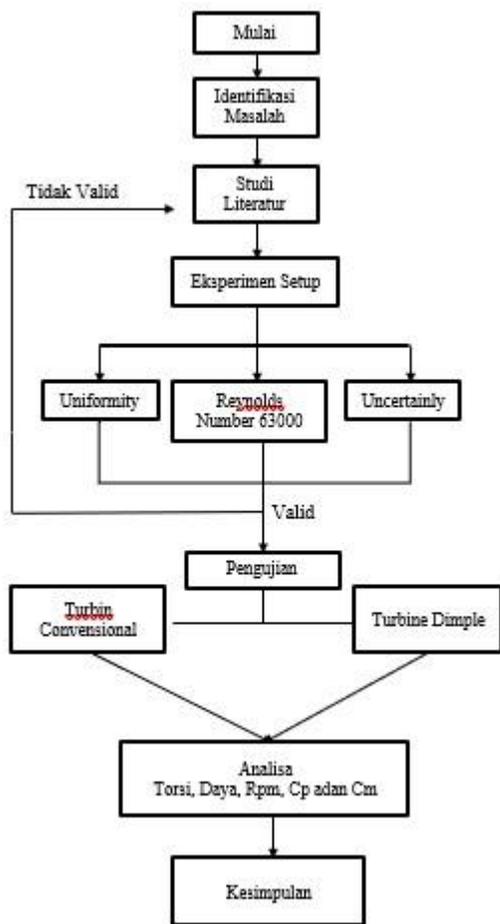
Mempersiapkan rencana rancang bangun turbin *Savonius* untuk dipasang pada kerangka dari turbin *housing*. Turbin *Savonius* ini nantinya akan dipasang dibagian poros turbin *housing* sebagai penopang turbin yang akan diujikan. Turbin *housing* sendiri sudah ada di *aerodynamic shop* Poltekbang Surabaya. Pada **gambar 3.2** adalah rencana desain dari turbin *Savonius* yang memiliki *dimple* akan dibuat. *Nomenclature* pada geometri turbin *Savonius* yaitu Tinggi *blade* turbin $h=77\text{mm}$, diameter *blade* $d=100\text{mm}$, diameter turbin $D=110\text{mm}$, jarak antara *dimple* $s = 1,5$



Gambar 3. 1 Proyeksi orthogonal turbin angin Savonius menggunakan *dimple* (Dok. Pribadi).

ALUR PENELITIAN

Adapun rancangan penelitian yang akan dilakukan digambarkan pada sebuah diagram *flow chart*. Diagram garis besar aliran itu sendiri adalah grafik yang menggunakan dokumentasi untuk menggambarkan perkembangan kerangka kerja, yang penggunaannya sangat berguna untuk memahami kerangka kerja secara bijaksana, teratur, dan jelas. Berikut pada **Gambar 3.1** adalah diagram *flow chart* dari analisis ini.



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

HASIL

Pengujian ini di lakukan dengan DUI configuration, dimana hasil berupa parameter ukur RPM, Daya dan Torsi disajikan berupa tabel.

Tabel 4.4 hasil dari parameter ukur yang diuji

Parameter Ukur	TSR 0,6		Efficiency
	Conventional	Column 24	
RPM	420,5	457,5	8.0945039
Torsi	0.01	0.02	28.30086281
Daya	0.25	0.34	15.04777867

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada BAB 4 mengenai pengaruh *dimple* pada performa turbin angin savonius, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Turbin dengan *dimple* akan menghasilkan rata-rata RPM, torsi dan daya lebih besar dibandingkan turbin tanpa *dimple*. Hal ini dikarenakan *dimple* dapat mengurangi *pressure drag* pada turbin Savonius dan sudah terbukti pada bola golf yang dapat melesat lebih jauh dari pada bola yang tidak menggunakan *dimple*.
2. Berdasarkan 2 turbin yang diuji, turbin yang menggunakan *dimple* menghasilkan RPM maksimal paling besar yaitu 457.55 RPM. Turbin yang menggunakan *dimple* juga menghasilkan rata-rata nilai daya yang paling besar yaitu 0.34Watt. Serta menghasilkan rata-rata nilai torsi paling besar yaitu 0.02 Nm.
3. Berdasarkan persamaan, nilai *Cp* akan berbanding lurus dengan daya sehingga *Cp* tertinggi pada penelitian ini dihasilkan oleh turbin dengan *dimple* yaitu sebesar 0.15 atau 15.21%.
4. Berdasarkan persamaan, nilai *Cm* akan berbanding lurus dengan momen gaya atau torsi sehingga *Cm* tertinggi pada penelitian ini dihasilkan oleh turbin dengan *dimple* yaitu sebesar 0.24 atau 23.69%.
5. Berdasarkan hasil perbandingan *Cp* dan *Cm* maksimum antara penelitian ini dengan penelitian yang serupa, diperoleh hasil *Cp* tertinggi yaitu sebesar 0.24 atau 15.21% dan *Cm* maksimum yaitu sebesar

0.24 atau 23.69%.

SARAN

Berdasarkan hasil data dari penelitian diatas maka penulis bermaksud memberikan saran yang mudah – mudahan dapat bermanfaat bagi Lembaga maupun bagi peneliti selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Diharapkan untuk setiap penelitian, untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih akurat dilakukan pengukuran ulang.
2. Diharapkan untuk setiap penelitian didasari dengan pemahaman yang kuat untuk menunjang pelaksanaan penelitian.
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 PUSTAKA

Adjie, R. W. (2017). *Pengaruh Cekungan (Dimple) Yang Diterapkan Pada Plat*.

Akhir, T., Perdana, D. W., & Surabaya, P. P. (2021). *PENGARUH PERUBAHAN KETEBALAN BALL BEARING TERHADAP PERFORMANCE TURBIN ANGIN SUMBU*.

Alfonita, F. (2018). ANALISIS DAN PEMODELAN SAVONIUS VERTICAL AXIS WIND TURBINE DENGAN VARIASI BLADE TERHADAP ALIRAN UDARA DENGAN METODE cfd (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)Title. *Computers and Industrial Engineering*, 2(January), 6. <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wpcontent/uploads/IEEE-ReferenceGuide.pdf%0Ahttp://wwwlib.m>

urdoch.ed
u.au/find/citation/ieee.html%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022%0Ahttps://github.com/ethereum/wiki/wiki/WhitePaper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand

Antoni, P., Pol, M., & García Almiñana, D. (2015). *Numerical study of flow through a Savonius wind turbine*.

K.K, A., V.R, N., S, S. V. K., & R, A. (2018). Analyzing the Effect of Dimples on Wind Turbine Efficiency Using CFD. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(6), 4484. <https://doi.org/10.37622/ijaer/13.6.2018.4484-4489>

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>

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.

United States. Flight Standards Service. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook - General. 1*.

Yan, F., Yang, H., & Wang, L. (2021). Study of the drag reduction characteristics of circular cylinder with dimpled surface. *Water (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/w13020197>

Zhou, B., Wang, X., Guo, W., Gho, W. M., &
Tan, S. K. (2015). Control of flow past a
dimpled circular cylinder. *Experimental
Thermal and Fluid Science*, 69, 19–26.
<https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2015.07.020>