STUDI EXPERIMENTAL KINERJA TURBIN ANGIN *DARRIEUS-SAVONIUS* (DS) PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH

Luthfi Hakim[1], Achmad Rijanto[2]

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit[1,2]
e-mail: hakimunim@gmail.com

ABSTRACT

The effectiveness of wind energy usage is highly dependent on turbine design the wind used. Wind turbines are capable of generating energy from blowing wind optimally if the turbine design used is correct. Therefore, in this research will be developed vertical axis turbine type design Darrieus-Savonius optimal and analyzed its performance experimentally. Experimental tests were carried out in the form of prototype turbine 2- Blade Darrieus and 2-Bucket Savonius which ingrafted into one type of new turbine design. Turbine design has a size of 160 mm diameter and 155 mm turbine height. The purpose of this research is to improve performance turbine design of the new type. With the increased performance of turbine design, is expected to be one option as one source of energy a cheap and environmentally friendly alternative.

Kata kunci: *darrieus-savonius contoh, experimental, kinerja*

ABSTRAK

Efektivitas penggunaan energi angin sangat tergantung pada desain turbin angin yang digunakan. Turbin angin mampu menghasilkan energi dari hembusan angin secara optimal jika desain turbin yang digunakan benar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan desain turbin sumbu vertikal tipe Darrieus-Savonius yang optimal dan dianalisis kinerjanya secara eksperimental. Uji eksperimental dilakukan dalam bentuk prototipe turbin 2- Blade Darrieus dan 2-Bucket Savonius yang dicangkokkan ke dalam satu jenis desain turbin baru. Desain turbin memiliki ukuran diameter 160 mm dan tinggi turbin 155 mm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja desain turbin dari tipe baru. Dengan peningkatan kinerja desain turbin, diharapkan menjadi salah satu pilihan sebagai salah satu sumber energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan.

Kata kunci: turbin angin darrieus-savonius; experimental; kinerja

PENDAHULUAN

Angin di konversikan menjadi energi listrik dengan bantuan turbin angin. Turbin angin dapat mengkonversi energi angin menjadi energi mekanik kemudian memproduksi lisrik. Ada dua jenis turbin angin yaiu: *horizontal-axis wind turbine (HAWT)* dan *vertical-axis wind turbine (VAWT)*. Turbin Darrieus merupakan salah satu golongan turbin jenis VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*) tipe *lift* yang dikembangkan oleh Georges Jean Marie Darrieus pada tahun 1931. Turbin ini memiliki keunggulan diantaranya tidak terlalu memperhitungkan arah aliran karena bentuknya yang simetri, mampu beroperasi pada head dan kecepatan yang rendah, sedangkan kelemahannya adalah ketidakmampuan melakukan *self-starting* pada kecepatan angin yang rendah[1,2].

Turbin golongan VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*) jenis lainnya adalah tipe *drag*. Salah satu contohnya adalah turbin savonius. Turbin ini ditemukan ole sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922. Kelebihan dari turbin ini adalah kemampuan *self-starting* dengan kecepatan angin yang kecil, sedangkan kelemahannya adalah kecepatan putaran maksimum dari rotor yang tidak dapat melebihi kecepatan angin[3]. Oleh karena itu, telah banyak penelitian untuk memodifikasi *blade* turbin savonius dengan cara mengkombinasikan model konvensional *circle-shaped* dengan model elips *concave-elliptical* seperti yang telah dilakukan oleh[4] untuk dianalisa pengaruh kombinasi *blade* turbin terhadap kinerja turbin savonius. Simulasi juga dilakukan pada

geometri *3-bucket* savonuis dengan menggunakan *software* Fluent 6.0. Ketinggian rotor adalah 20 cm & panjang 8 cm pada empat kondisi overlap dalam kisaran 12,37% hingga 25,87%[5]. Empat kondisi overlap pada turbin savonius divariasikan untuk mendapatkan kontur kecepatan relatif dan tekanan statik.

Penelitian serupa telah dilakukan oleh [6], menginvestigasi aerodinamika pada gabungan tiga-blade Darrieus Savonius. Persamaan *Unsteady Reynold –Averaged Navier Stokes* (RANS) pada software CFD di modelkan untuk mendapakan distribusi aliran fluida yang melintasi turbin tersebut dan mendapatkan informasi desain performa urbin pada kondisi kecepatan angin rendah (10 m/s). Selain itu, penelitian simulasi dalam rangka meningkatkan performa turbin angin dengan cara memanfaatkan kelebihan turbin angin Darrieus dan Savonius juga di teliti[7]. Upaya tersebut dilakukan dengan cara menggabungkan satu tingkat turbin savonius dengan dua blade turbin Darrieus. Turbin Darrieus akan memberikan tenaga utama sedangkan turbin Savonius memberika daya awal. Pada kecepatan angin rendah turbin Savonius berputar kemudian menarik turbin Darrieus melalui *free wheel*. Gabungan turbin Savonius-Darrieus dapat meningkatkan efisiensi turbin angin dengan kecepatan angin rendah dan juga memungkinkan self-starting di turbin Darrieus.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya baik secara eksperimen maupun simulasi belum ada yang menggunakan variasi dua blade turbin Darrius dan satu tingkat turbin Savonius. Kombinasi desain turbin ini membutuhkan penelitian dan pengujian sehingga mampu meningkatkan kinerja turbin desain. Dengan meningkatnya kinerja turbin desain, diharapkan mampu menjadi salah satu pilihan sebagai salah satu sumber energi alernatif yang murah dan ramah lingkungan.

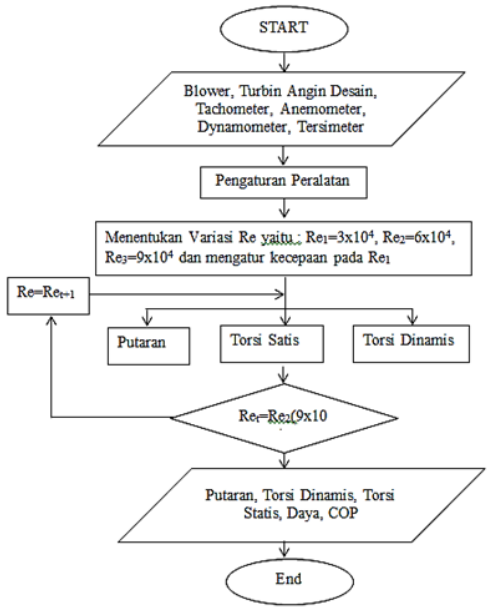
TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian tentang *vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) tipe Darrieus-Savonius elah banyak dilakukan oleh para peneliti baik secara experimental maupun secara simulasi. Dengan harapan dapat memperoleh desain turbin angin yang opimal. Dari hasil yang didapakan dapat dijadikan refernsi dalam penelitian ini, antara lain yang telah dilakukan oleh [8] untuk mempelajari aliran pada gabungan tiga-blade darrieus tiga- bucket savonius dengan bantuan software Fluent 6.0. Gabungan dari dua turbin tersebut memiliki tinggi 20 cm, dengan menyusun turbin darrieus di atas turbin sovonius. Empat kondisi overlap pada turbin savonius divariasikan untuk mendapatkan kontur kecepatan relatif dan tekanan statik. Selain itu, peneliti juga membandingkan nilai koefisien daya (C_p) dengan hasil eksperimen. Overlap adalah rasio antara gap dengan diameter rotor, dimana gap didefinisikan sebagai jarak antara kedua ujung *bucket* pada sisi dalam. KOndisi overlap yang di variasikan adalah 10.87%, 15.37 %, 21.37 %, 25.87 %. Diameter poros turbin 1.5 cm dan panjangnya 25 cm. Gambar di bawah ini menunjukkan geometri dan *boundary conditions* gabungan turbin Darrieus-Savonius.

Penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi turbin angin pada kecepatan angin rendah maupun tinggi telah dilakukan[7]. Pada kecepatan angin rendah rotor Savonius mulai berputar, menarik bersama dengan rotor Darrieus, melalui roda bebas. Ketika rotor Darrieus mencapai kecepatan kritisnya, ia mulai berputar dengan kecepatan yang lebih cepat, melepaskan dirinya dari rotor Savonius. Untuk kecepatan angin rendah yang sama, rotor Savonius dan rotor Darrieus berputar pada kecepatan mereka sendiri, sehingga output yang ditambah akan diperoleh dari gear box. Rotor Savonius-Darrieus yang dikombinasikan dapat meningkatkan efisiensi turbin angin dalam kecepatan angin rendah dan juga memungkinkan self-starting di Darrieus turbin.

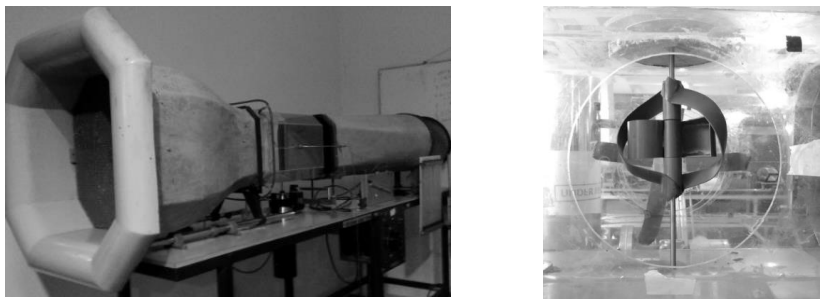
METODE

Metode yang digunakan adalah experimen dengan prototype berupa turbin desain gabungan turbin darrieus-savonius. Kemudian prototype turbin yang telah didesain diujikan dengan alur pengujian yang terlihat pada gmbar 1. Pengujian dilakukan pada low-speed wind tunnel seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Prototype turbin yang dibuat merupakan gabungan dari 2-Blade Darrieus dan 2 Bucket-savonius berukuran diameter 160 mm dan tinggi 155 mm. Wind tunnel pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut : Jenis wind tunnel : subsonic, open circuit wind tunnel; bentuk saluran uji : penampang segi 8; panjang : 457 mm; tinggi : 304 mm dan lebar : 304 mm.



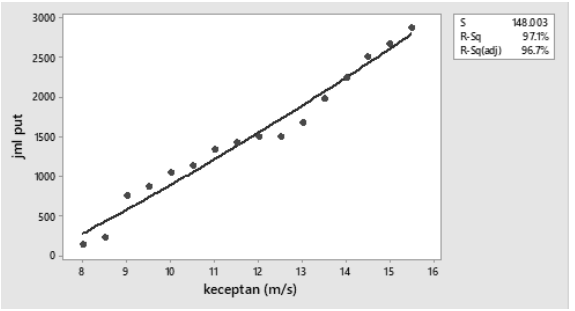
(a) (b)

Gambar 2. a) Low speed wind tunnel, b) Prototype turbin angin savonius darrieus

Sumber : dokumen pribadi redaksi

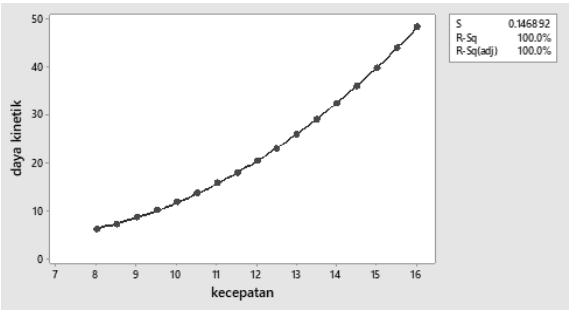
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dihasilkan dari pengujian pada prototype turbin desain di wind tunnel berupa data kecepatan angin, rotasi turbin. Kecepatan angin diukur dengan menggunakan alat manometer sedangkan jumlah putaran turbin diukur dengan menggunakan tachometer.



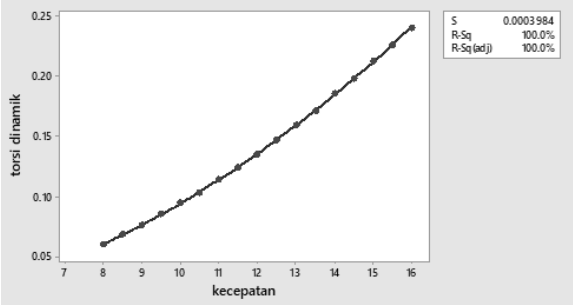
Gambar 3. Grafik hubungan kecepatan angin (m/s) dengan putaran turbin

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 2 menunjukkan hubungan antara kecepatan angin dengan putaran turbin yang dihasilkan. Melalui persamaan regresi didapakan persamaan $y = -1756 + 211.1x + 5.357x^2$. Jumlah putaran yang dihasilkan sebanding dengan kecepatan angin pada wind tunnel. Y merupakan perwakilan dari jumlah putaran turbin yang dihasilkan sedangkan kecepatan diwakili oleh sumbu-x. semakin besar energi angin yang dapat dikonversikan menjadi putaran turbin angin, maka diprediksi daya yang dihasilkan juga semakin meningkat. Turbin angina yang telah didesain mampu melakukan *self-starting* pada kecepatan 8 m/s.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kecepatan dengan daya turbin angin DS

Data yang didapatkan dari hasil penelitian berikutnya adalah data perubahan kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Kecepatan pada absis merupakan representasi dari kecepatan (m/s) sedangkan ordinat merupakan representasi daya kinetik (watt) turbin DS yang dihasilkan. Persamaan daya kinetik yang dihasilkan adalah $y = 18.83 - 4.960x + 0.4239x^2$. Daya maksimum yang dapat dibangkitkan dari turbin jenis DS ada pada kecepatan 16 m/s yaitu sebesar 48.2 Watt. Pada gambar 5, menunjukkan hubungan antara kecepatan putaran turbin angin dengan torsi yang dihasilkan. Torsi maksimal sebesar 0.24 Nm, yaitu terjadi pada kecepatan 16 m/s.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi turbin angin DS

KESIMPULAN

Pada experimental yang telah dilakukan menjukkan bahwa semakin besar kecepatan angin yang dapat dikonversi menjadi energy maka daya yang di hasilkan juga semakin besar. Turbin angin desain telah mampu melakukan *start-up* pada kecepatan 8 m/s dan mampu menghasilkan daya maksimal sebesar 48.2 Watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Dikti melalui pendanaan penelitian dosen pemula (PDP) Tahun pelaksanaan 2018.

.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. F. A. A. El-sayed, "Dynamics of Vertical Axis Wind Turbines (Darrieus Type)," vol. 2, no. 1, pp. 33–41, 1995.

[2] Y. Lee and H. Lim, "Numerical study of the aerodynamic performance of a 500 W Darrieus-type vertical-axis wind turbine," *Renew. Energy*, vol. 83, pp. 407–415, 2015.

[3] J. Lee, Y. Lee, and H. Lim, "Effect of twist angle on the performance of Savonius wind turbine," *Renew. Energy*, vol. 89, pp. 231–244, 2016.

[4] A. Sanusi, S. Soeparman, S. Wahyudi, and L. Yuliati, "Experimental Study of Combined Blade Savonius Wind Turbine," vol. 6, no. 2, 2016.

[5] K. K. Sharma, "Flow Physics of a Three-Bucket Savonius Rotor using Computational Fluid Dynamics (CFD)," vol. 5762, pp. 46–51, 2011.

[6] A. Ghosh, A. Biswas, K. K. Sharma, and R. Gupta, "Computational analysis of fl ow physics of a combined three bladed Darrieus Savonius wind rotor," *J. Energy Inst.*, vol. 88, no. 4, pp. 425–437, 2015.

[7] C. Srinivasan, G. Ajithkumar, S. Arul, G. Arulprasath, and T. M. Dharunbabu, "Design of Combined Savonius-Darrieus Wind Turbine," vol. 14, no. 2, pp. 60–70, 2017.

[8] R. Ã. Gupta, A. Biswas, and K. K. Sharma, "Comparative study of a three-bucket Savonius rotor with a combined three-bucket Savonius – three-bladed Darrieus rotor," vol. 33, pp. 1974–1981, 2008.

Halaman ini sengaja dikosongkan