
RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU

Sudirman*¹, Muhammad Hasrul²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Universitas Borneo Tarakan

e-mail: *sudirman_dhuha@borneo.ac.id

Abstrak

Sumber energi yang cukup melimpah diantaranya adalah energi angin. Berdasarkan penelitian sebelumnya melalui skema PDP dengan judul, "Pengembangan Aplikasi Analisis Potensi Angin Sebagai Sumber Energi Terbarukan Kota Perbatasan Menggunakan Estimasi Parameter Weibull Berbasis Metode Power Density" diketahui variabilitas angin kota Tarakan sedang dengan hembusan reguler, sehingga kecepatan angin berpotensi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga angin skala kecil. Pada lanjutan penelitian ini, dibuat rancang bangun turbin angin savonius dengan bentuk sudu yang telah dimodifikasi, sehingga diharapkan mampu meningkatkan unjuk kerja turbin savonius. Berdasarkan simulasi CFD dari penelitian-penelitian sebelumnya pada turbin savonius dengan bentuk sudu yang telah dimodifikasi dihasilkan unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan dengan bentuk sudu konvensional. Dengan unjuk kerja yang meningkat maka potensi angin dengan skala kecil dapat dimanfaatkan menghasilkan listrik untuk skala rumah tangga. Rangkaian kegiatan hasil penelitian sebelumnya berupa potensi angin Kota Tarakan, simulasi CFD berbagai bentuk sudu turbin savonius, dan pada riset ini rancang bangun hasil simulasi tersebut diuji secara langsung untuk melihat pengaruhnya terhadap tegangan listrik yang dihasilkan. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa turbin hasil modifikasi menghasilkan tegangan listrik lebih besar dibandingkan dengan turbin konvensional.

Kata kunci— savonius, energi angin, teknologi tepat guna.

Abstract

One of the most abundant sources of energy is wind energy. Based on previous research through the PDP scheme with the title, "Development of Wind Potential Analysis Applications as a Renewable Energy Source in Border Cities Using Weibull Parameter Estimation Based on the Power Density Method" it is known that the variability of Tarakan city wind is moderate with regular gusts, so that wind speed has the potential for the construction of wind power plants small scale. In the continuation of this research, a design was made of a savonius wind turbine with a modified blade shape, so that it is expected to be able to improve the performance of the savonius turbine. Based on CFD simulations from previous studies on savonius turbines with modified blade shapes, better performance was obtained compared to conventional blade shapes. With increased performance, the small-scale wind potential can be used to generate electricity for the household scale. A series of activities resulting from previous research were in the form of the wind potential of Tarakan City, CFD simulation of various forms of savonius turbine blades, and in this research the design and build of the simulation results were tested directly to see the effect on the generated electric voltage. From the results of this study it was found that the modified turbine produces a greater electric voltage compared to conventional turbines.

Keywords— savonius, wind energy, appropriate technology.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan dengan menggunakan turbin angin.. Turbin angin mampu mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik dengan bantuan generator. Diantara jenis turbin angin yang banyak digunakan dan diteliti adalah turbin angin sumbu vertikal, dimana dalam penggunaannya dapat menggunakan aliran angin yang berkecepatan rendah tanpa memperhatikan arah aliran angina [1]. Hal ini sesuai dengan kondisi angin di Indonesia yang memiliki kecepatan angin rendah dan berubah-ubah. Berdasarkan hal tersebut, sehingga turbin savonius dapat digunakan di Indonesia dan khususnya di daerah penelitian yang akan diterapkan pada pengembangan penelitan lanjutan dari proposal ini yaitu di Kota Tarakan dan daerah-daerah di provinsi Kaltara.

Pembuatan turbin savonius juga lebih mudah karena dibentuk dengan desain yang sederhana. Sudu turbin savonius yang berbentuk cekung saat menerima tekanan udara dan cembung saat berputar searah rotasi turbin menjadikan turbin savonius memiliki efisiensi yang cukup rendah dibandingkan dengan turbin jenis lainnya [2]. Hal ini menjadi objek perhatian para peneliti untuk merencanakan bentuk dan perlakuan pada turbin savonius agar dapat meningkatkan performa turbin savonius. Diantara penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan performa turbin savonius yaitu penelitian yang dilakukan Pranta, dkk (2021) dengan judul, *A computational study on the aerodynamic performance of modified savonius wind turbine*. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa, torsi yang dihasilkan dari turbin angin savonius dengan sudu yang telah dimodifikasi menghasilkan 62,5 % torsi yang lebih besar dari model konvensional [3].

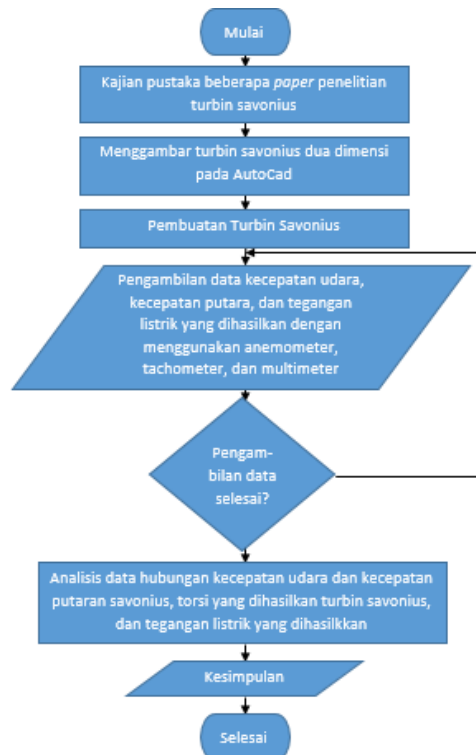
Ali, MH (2013) melakukan analisa eksperimental untuk membandingkan performa turbin savonius dengan dua sudu dan tiga sudu. Didapatkan hasil bahwa turbin savonius dua sudu lebih efisien dibandingkan dengan turbin savonius tiga sudu [4]. Demikian pula Wenehenubuh, dkk (2015) melakukan pengujian performa turbin savonius dengan variasi jumlah sudu turbin. Pada variasi tiga sudu menghasilkan *tip speed ratio* yang paling besar dibandingkan pada turbin savonius dua sudu dan empat sudu pada kecepatan angin 7 m/s [5]. Promdee, C. dkk (2016) mengamati pengaruh sudut angin datang dan kecepatan angin terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dengan menggunakan trowongan angin ganda [6]. Sedangkan penelitian rancang bangun turbin savonius yang dilakukan oleh Rudinato, dkk (2016) menghasilkan daya listrik 200 watt pada kecepatan angin 6 m/s [7].

Pada penelitian ini hasil simulasi pada penelitian Pranta (2021) menjadi dasar untuk melakukan rancang bangun turbin savonius. Hal ini sebagai langkah lanjutan dari hasil penelitian simulasi untuk diterapkan sebagai teknologi terapan di masyarakat.

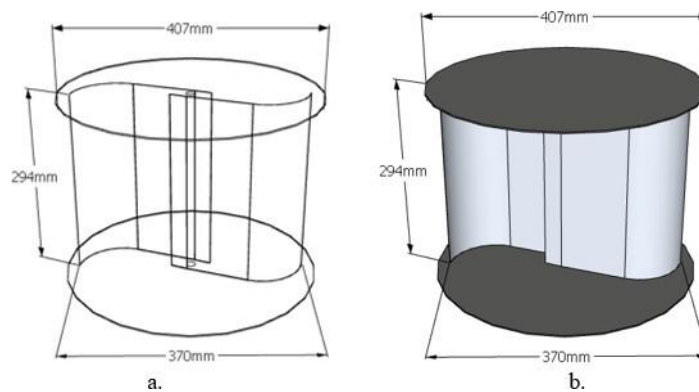
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan penelitian analisis datanya dilakukan setelah data terkumpul, dengan menggunakan perhitungan (angka-angka). Tujuan penelitian kuantitatif dilakukan untuk mengukur hubungan (korelasi, pengaruh) antara dua variabel atau lebih. Variabel-variabel yang digunakan pada riset ini yaitu, kecepatan udara, kecepatan rotasi savonius, torsi, dan tegangan listrik.

Langkah awal yang dilakukan dalam riset ini adalah kajian pustaka terkait perkembangan penelitian turbin angin savonius. Rancang bangun turbin savonius yang akan dibuat berdasarkan pada hasil kajian pustaka simulasi CFD pada turbin savonius dengan performa terbaik. Selanjutnya rancangan model turbin yang dipilih digambar dengan menggunakan *software Sketch Up* sebagaimana hasilnya ditampilkan pada Gambar 2. Selanjutnya dibuat dalam bentuk prototipe dengan data dimensi ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.



Gambar 1 Alur Penelitian



Gambar 2. Savonius bentuk L modifikasi dari bentuk konvensional, (a) tampilan wireframe dan (b) tampilan shaded

Tabel 1 Data Dimensi Savonius Turbin U

No.	Uraian Savonius	Dimensi
1.	Diameter sudu (d)	150 mm
2.	Gap (e) = $0.15 \times d$	22,5 mm
3.	Tinggi sudu (h)	294 mm
4.	Diameter luar (D_o) = $1.1 \times h$	323 mm
5.	Ketebalan (t)	2 mm

Tabel 2 Data Dimensi Savonius Turbin L

No.	Uraian Savonius	Dimensi
1.	Diameter sudu (d)	290 mm
2.	Gap (e)	30 mm
3.	Tinggi sudu (h)	294 mm
4.	Diameter luar (D_o)	407 mm
5.	Ketebalan (t)	2 mm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan luaran yang dicapai pada penelitian ini yaitu turbin savonius dua sudu berbentuk U dan turbin savonius dua sudu berbentuk L, data fisik turbin savonius tersebut sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, sedangkan hasil rancang bangun ditunjukkan pada Gambar 3. Pengambilan data eksperimen tegangan listrik dan putaran sudu yang dihasilkan yaitu data savonius dua sudu berbentuk U dan turbin savonius dua sudu berbentuk L (data ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4), kemudian dibandingkan melalui data grafik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.:

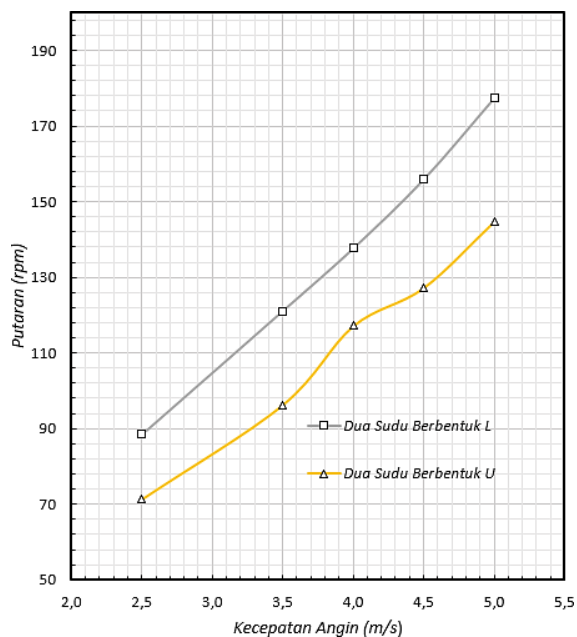


c. Savonius bentuk U



d. Savonius bentuk L

Gambar 3. Savonius bentuk U dan savonius bentuk L modifikasi dari bentuk konvensional



Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan angin pada savonius terhadap putaran turbin.

Tabel 3. Data Pengujian Dua Sudu Turbin Berbentuk L

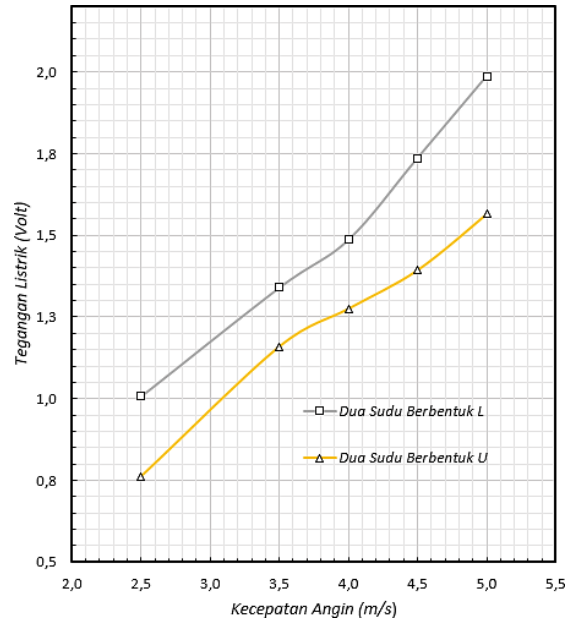
Kecepatan angin (m/s)	Tegangan Listrik (V)	Putaran Sudu Turbin (rpm)
2,5	1,008	88
3,5	1,34	121
4	1,486	138
4,5	1,736	156
5	1,986	177

Tabel 4. Data Pengujian Dua Sudu Turbin Berbentuk U

Kecepatan angin (m/s)	Tegangan Listrik (V)	Putaran Sudu Turbin (rpm)
2,5	0,762	71
3,5	1,16	96
4	1,276	117
4,5	1,394	127
5	1,566	145

Berdasarkan Gambar 4 didapatkan hubungan antara kecepatan angin terhadap putaran turbin. Pada saat kecepatan 2,5 m/s turbin savonius bentuk U dan bentuk L menghasilkan putaran turbin masing-masing 71 rpm dan 88 rpm. Demikian pula selanjutnya pada kecepatan angin 3,5 m/s, 4 m/s, 4,5 m/s dan 5 m/s putaran turbin mengalami peningkatan sebagaimana data yang ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 4.3. Hal ini karena semakin besar kecepatan angin, maka energi yang dihasilkan semakin besar dan ketika berinteraksi dengan turbin angin,

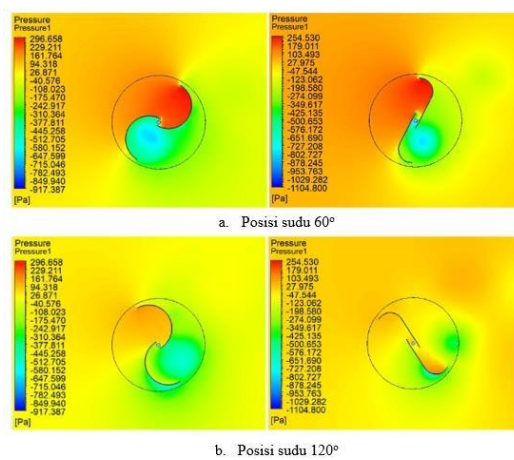
maka energi tersebut akan dikonversi menjadi torsi pada poros turbin yang memutar generator. Besarnya torsi yang dihasilkan sangat berkaitan dengan bentuk dan model savonius.



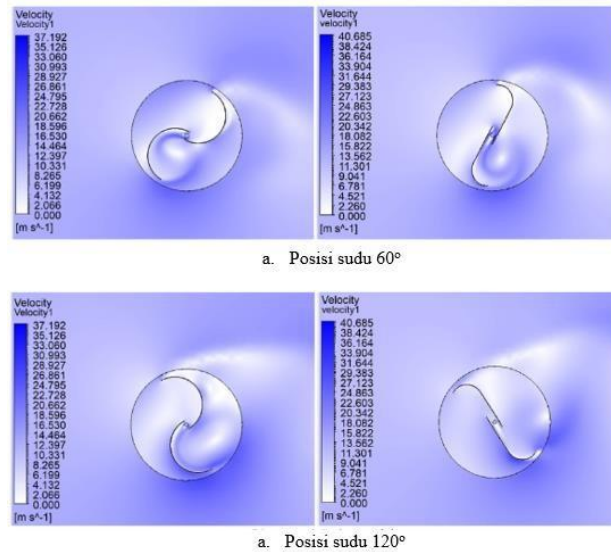
Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan angin pada savonius terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

Pengujian savonius dengan model sudu konvensional berbentuk U dan savonius dengan model L hasil modifikasi secara eksperimen telah dilakukan dengan hasil perbandingan pengujian hubungan kecepatan angin dan tegangan listrik ditampilkan pada Gambar 5. Pada turbin savonius bentuk konvensional U dan bentuk L pada kecepatan angin 2,5 m/s tegangan yang dihasilkan masing-masing 0,762 Volt dan 1,008 volt. Semakin besar putaran turbin, maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan.

Hasil ini sesuai dengan analisa numerik yang dilakukan oleh Pranta, M.H, dkk, 2021, dimana pada analisa kontur tekanan dan kontur kecepatan pada penelitian tersebut dijelaskan pada ditunjukkan masing-masing pada Gambar. 4.4 dan Gambar. 4.5. sebagai berikut:



Gambar 6. Kontur tekanan simulasi numerik savonius bentuk konvensional bentuk U dan savonius bentuk L [1]



Gambar 7 Kontur kecepatan simulasi numerik savonius bentuk konvensional bentuk U dan savonius bentuk L [1]

Hasil Kontur tekanan dan kecepatan sudu turbin savonius model konvensional U dan desain sudu yang dimodifikasi pada posisi berbeda 60° dan 120° ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada Kontur kecepatan ditampilkan bahwa wake yang dihasilkan pada sudu berbentuk L lebih sedikit daripada sudu konvensional U, dan pada sudut rotasi yang lebih tinggi, wake tersebut semakin berkurang. Karena perbedaan tekanan yang lebih tinggi pada sudu yang dimodifikasi, lebih sedikit wake yang dihasilkan daripada sudu berbentuk U. Plot kontur tekanan menunjukkan adanya perbedaan tekanan antara upstream dan downstream di sekitar rotor. Area merah pada sudu menunjukkan kenaikan tekanan yang lebih tinggi, sedangkan area biru menunjukkan tekanan yang lebih rendah. Kenaikan tekanan pada sudu berbentuk U lebih besar dibandingkan dengan sudu yang dimodifikasi karena memiliki bentuk sudu yang lebih bundar, sedangkan sudu yang dimodifikasi hanya memiliki bentuk yang melingkar di ujung sudu. Pengoptimalan bentuk ini membuat perbedaan antara kedua sudu ini. Di sisi cembung kedua sudu, tekanan statis dapat dilihat di bawah sisi cekung sudu. Namun, pada kenyataannya, terdapat tekanan negatif pada sisi cembung sudu akibat tingginya kecepatan aliran pada ujung cembung sudu. Oleh karena itu, ada perbedaan tekanan antara sisi cembung dan cekung sudu yang menghasilkan torsi yang diperlukan untuk memutar sudu[1].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bagian pembahasan tentang hasil dan luaran yang dicapai, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Diharapkan prototipe savonius turbin 2 sudu dengan modifikasi bentuk sudu.
2. Semakin meningkat kecepatan angin, maka putaran turbin akan semakin meningkat juga.
3. Semakin meningkat kecepatan angin, maka tegangan listrik akan semakin meningkat juga.
4. Peningkatan putaran turbin dikonfirmasi berdasarkan kontur kecepatan dan kontur tekanan pada simulasi CFD oleh Pranta, dkk, 2021.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Borneo Tarakan yang telah memberi dukungan sarana dan prasarana serta financial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Dwiyanoro, T. Yuwono, and V. Suphandani, "Structural design optimization of vertical axis wind turbine type darrieus-savonius," *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 1073–1077, 2016.
 - [2] M. Masykur, A. Kurniadi, M. Saputra, and M. Murhaban, "Studi Numerik Pengaruh Sudut Kemiringan Sudu Terhadap Performa Turbin Angin Vertikal Tipe Savonius," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 25, 2021
 - [3] Pranta, M.H., Rabbi, M.S., Roshid, M.M., 2021, A Computational Study on The Aerodynamic Performance of Modified Savonius Wind Turbine Results in Engineering, Vol.10
 - [4] Ali, MH. 2013, Experimental Comparison Study for Savonius Wind Turbine of Two and Three Blades at Low Wind Speed. *Int. J. Modern Eng. Research*, Vol.3 issue 5, p. 2978-2986
 - [5] Wenehenubun, Frederikus dkk, 2015, An experimental study on the performance of Savonius wind turbines related with the number of blades. *Energy Procedia* 68 p. 297 – 304
 - [6] Promdee, Chatchai dan Photong, Chonlatee, 2016, Effects of Wind Angles and Wind Speeds on Voltage Generation of Savonius Wind Turbine with Double Wind Tunnels. *Procedia Computer Science* 86 p. 401 – 404
 - [7] Rudianto, Daniel Teguh dan Ahmadi, Nurfi, 2016, Rancang Bangun Turbin Angin Savonius 200 watt. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK) Vol. II*
-