

PENGARUH BAHAN BLADE TERHADAP OUTPUT TURBIN JENIS SAVONIUS

Arif Setyo Nugroho¹, Yulan Sadewa P², Muhammad Miftah Farid³
Ardyansah Putra Sanjaya⁴, Arif Hidayat Purwono⁵, Musabbikhah⁶

e-mail : arifsn@sttw.ac.id

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

ABSTRAK

Energi terbarukan yang berasal dari angin yang dikonversi menjadi energi listrik dengan bantuan turbin angin adalah sebuah teknologi yang dikembangkan saat ini. Mengingat semakin menipisnya sumber energi dari fosil dan meningkatnya polusi udara, angin menjadi pilihan sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Indonesia memiliki kecepatan angin yang kecil maka dalam penelitian ini dipilih turbin jenis savonius, salah satu kelebihan turbin savonius adalah mampu menghasilkan output listrik untuk kecepatan angin kecil. Turbin angin savonius adalah diantaranya jenis turbin yang dapat digunakan pada kecepatan 5m/s. Jumlah sudu yang digunakan turbin yaitu tiga sudu. Turbin *savonius* dengan tiga sudu memiliki peforma yang lebih baik dalam menghasilkan kecepatan putaran rpm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui putaran turbin dan tegangan yang dihasilkan dari bahan yang digunakan antara lain alumunium, triplek, dan akrilik. hasil pengujian didapat data bahan blade alumunium menghasilkan putaran yang lebih stabil dari bahan lainnya. Dengan menggunakan kecepatan angin 5 m/s, bahan alumunium menghasilkan putaran 112 rpm, akrilik menghasilkan putaran 104 rpm dan triplek dapat menghasilkan putaran 99 rpm. Dengan menggunakan bahan alumunium dapat menghasilkan tegangan yang paling tinggi sebesar 11,5 Volt jumlah blade 2 buah. Blade dengan bahan triplek tegangan paling tinggi 9.3 Volt jumlah blade 2 buah, bahan blade dari akrilik menghasilkan tegangan sebesar 10,1 volt jumlah blade 2.

Kata kunci: bahan, kecepatan angin, sudu, turbin savonius

PENDAHULUAN

Salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mengurangi ketergantungan energi fosil mengingat ketersediaan energi dari fosil mulai berkurang cadangannya (N. A. S. Nugroho, 2021) (A. S. Nugroho, 2022) adalah dengan menggunakan turbin angin untuk menghasilkan energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang bisa diperbarui (AS Nugroho, 2023), angin bisa dikonversi dan menghasilkan energi listrik dengan menggunakan turbin angin (Santoso, 2020). Turbin angin bisa menghasilkan arus listrik bila ada angin yang memutar blade yang kemudian diteruskan untuk memutar generator yang bisa menghasilkan arus listrik (Setyawan, 2020)

Angin adalah udara yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah dan adanya perbedaan tekanan udara di daerah tersebut (Saputra, 2016), udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya (Widodo, 2021). Energi yang berasal dari angin adalah salah

satu sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan, sumber energi angin sangat melimpah di bumi ini tentunya tidak rata ada yang anginnya kecepatan tinggi ada yang anginnya berkecepatan rendah. Sengga angin berpotensi untuk dikembangkan mencakup pengembangan untuk listrik dan non listrik contohnya untuk pompa air pengisian irigasi.

Angin yang ada di daerah Indonesia memiliki kecepatan yang tidak begitu kencang. Kecepatan angin di negara Indonesia rata-rata berkisar antara 3m/s - 6 m/s (Muttaqin, 2022)(Amin, 2022), sehingga pemilihan turbin savonius yang bisa bekerja dan menghasilkan energi listrik sangat cocok digunakan. Turbin savonius termasuk turbin *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT). Turbin jenis VAWT memiliki karakter *strating* torsi yang baik (Jannah & Yuwono, 2022), sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin untuk menghasilkan arus listrik (Arungpadang, 2020). Kelebihan lain adalah torsi yang dihasilkan turbin angin jenis *savonius* relatif tinggi (Muttaqin, 2022).

Poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus, sehingga diharapkan dapat menerima tekanan angin dari segala arah hal tersebut merupakan kelebihan turbin Savonius. Kekurangan turbin savonius memiliki *coefficient of power* (C_p) yang rendah dibandingkan turbin jenis lain (Siregar, 2022). Turbin angin sumbu horisontal memiliki karakter yang berbeda dibandingkan dengan turbin angin sumbu vertikal. Putaran turbin agar efektif maka turbin diarahkan secara berlawanan dengan arah angin. Turbin sumbu horisontal memiliki kelemahan ketika anginnya berubah ubah arahnya, sumbu turbin tidak bisa berputar dengan maksimal karena kesulitan dalam mencari posisi yang efektif terlebih dahulu untuk mencari arah angin (Multazam & Mulkan, 2019).

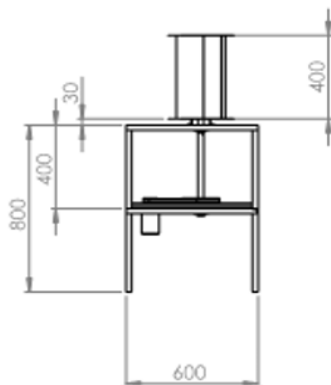
Untuk bisa pengoptimalan output yang energi listrik maka putaran blade pada turbin Savonius harus lebih kencang. Untuk mempercepat putaran turbin maka blade pada turbin di pasang seperti huruf S dengan jumlah blade 2-3 blade dan dipasang *guide vane* dengan beberapa variasi sudut pengarah dan jumlah sirip *guide vane* (Alhidayatuddiniyah.T.W, 2022).

Untuk meningkatkan perbedaan tekanan dari kedua sisi sudu yang dipasanga berseberangan sehingga harapannya memperbesar drag positif turbin maka dipasang end plate.

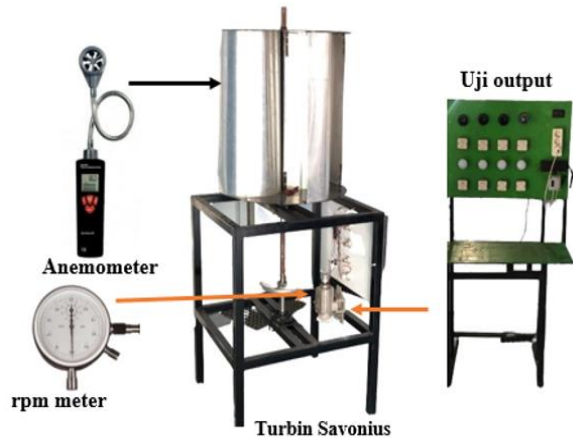
Karena sangat penting untuk mengetahui hasil keluaran yang berupa energi listrik, maka perlu dilakukan penelitian dengan variasi bahan blade yang dipasang pada turbin Savonius. Dengan variasi bahan tersebut diharapkan mampu menghasilkan energi listrik secara maksimal.

METODE PENELITIAN

Turbin yang digunakan untuk penelitian adalah jenis turbin Savonius, variasi blade menggunakan bahan akrilik, triplek ,dan alumunium. Jumlah blade 2 blade terpasang seperti huruf S. Ukuran dari turbin adalah sebagai berikut :



Gambar 1 Ukuran konstruksi turbin savanius



Gambar 2 Proses pengujian

Pengujian skala lab, sumber angin dari blower yang dihembuskan dengan kecepatan angin 5 m/s.



Gambar 3 Penampang blade dari bahan triplek

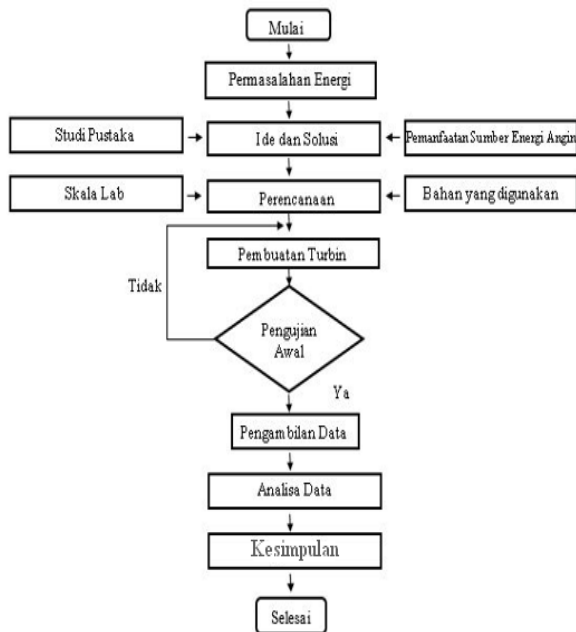
Gambar 3 adalah penampang blade berbahan triplek, dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 4 Penampang blade terbuat dari bahan akrilik

Untuk mengukur rpm menggunakan alat rpm meter, pengukuran kecepatan angin

menggunakan anemometer digital. Output listrik menggunakan amper dan volt meter yang tertempel di papan pengukuran.



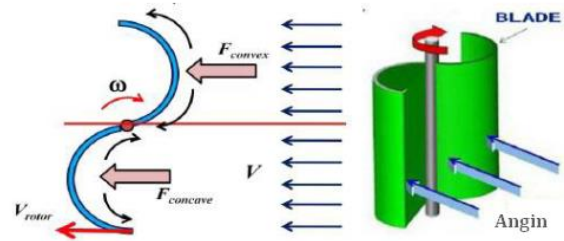
Gambar 3 Diagram alir pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara kerja turbin savonius adalah mengubah energi gerak angin menjadi energi putar pada turbin angin blade mendapat tekanan dari angin dengan kecepatan tertentu, blade berputar dan memutar poros yang dihubungkan dengan generator. Dari putaran tersebut generator menghasilkan arus listrik. Prinsip kerja generator yaitu apabila sebuah penghantar digerakkan di dalam sebuah medan magnet, maka kedua ujung penghantar tersebut akan timbul sebuah induksi.

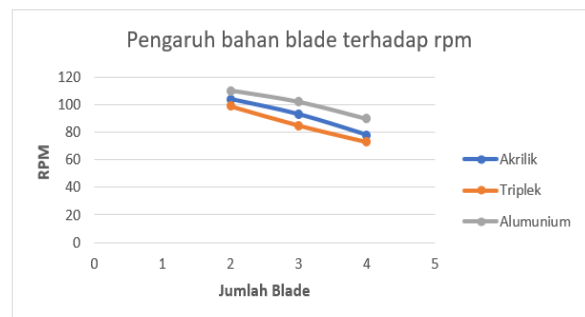
Dalam mengkonversikan energi angin menjadi energi mekanis dalam bentuk gaya dorong untuk mendorong balade supaya bisa berputar, tetapi juga memiliki gaya hambat yang dapat berpengaruh terhadap kecepatan turbin yang berputar. Resultan gaya turbin savonius dipengaruhi distribusi tekanan pada bilah blade. Semakin tinggi arah resultan gaya yang dihasilkan maka semakin kecil koefisien drag pressure tetapi koefisien lift pressure semakin besar. Sehingga akan berpengaruh pada output turbin Savonius yaitu tegangan dan arus listrik

Bila kedua ujungnya dihubungkan dengan suatu beban misalkan lampu, maka akan mengalir arus listrik dan timbul daya listrik. Cara kerja turbin savonius adalah sebagai berikut (Latief, 2019):



Gambar 4 Ilustrasi arah angin ke blade

Gambar 4 menjelaskan distribusi angin yang mengarah ke blade. Turbin angin memiliki prinsip kerja sama seperti turbin pada umumnya. Putaran dari energi mekanik pada poros atau rotor, dapat memutar generator. Generator tersebut kemudian akan mengkonversi energi mekanik rotor menjadi energi listrik Berdasarkan hasil pengujian turbin savonius dengan mevariasikan jenis bahan blade akrilik, alumunium, dan triplek dapat diketahui grafik hubungan jumlah blade terhadap rpm dari berbagai jenis bahan seperti pada gambar 5 dan gambar 6

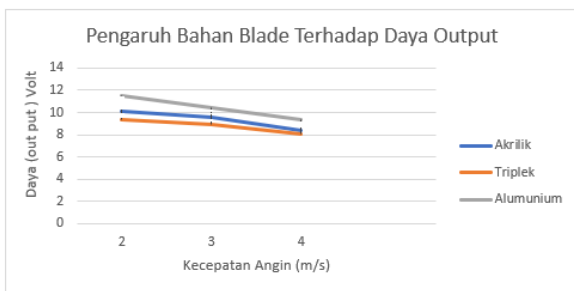


Gambar 5 Hubungan jumlah blade terhadap rpm dari berbagai jenis bahan

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan bahan blade terhadap rpm yang dihasilkan dengan variasi jumlah blade. Cara kerja turbin angin savonius adalah angin meniup sudu turbin savonius sehingga sudu turbin memutar poros dan pully. Akibatnya, poros turbin memutar pully yang terhubung dengan poros generator sehingga poros generator berputar. Putaran poros generator menimbulkan perubahan energi mekanik menjadi energi listrik sehingga menghasilkan output energi listrik.

Dari hasil pengujian didapat data bahan blade alumunium menghasilkan putaran yang lebih stabil dari bahan lainnya. Dengan menggunakan kecepatan angin 5 m/s, bahan alumunium menghasilkan putaran 112 rpm, akrilik menghasilkan putaran 104 rpm dan triplek dapat menghasilkan putaran 99 rpm. Dalam jumlah blade sama tetapi bahan berbeda-beda berpengaruh terhadap putaran. Berat blade adalah beban yang harus ditanggung poros ketika berputar. Daya

keluaran semakin besar seiring dengan putaran output turbin yang tinggi akibat dari putaran blade semakin tinggi, bila beban yang diterima poros karena mekanik terlalu berat berakibat putaran turbin semakin kecil (Jamal, 2019). Turbin jenis Savonius memiliki torsi yang besar saat awal berputar disaat kecepatan angin untuk memutar turbin rendah, dari hal tersebut turbin savonius dengan jumlah blade 2 dengan bahan yang ringan memiliki keunggulan yaitu lebih efisien, mekanik tidak terlalu dibebani sehingga kerjanya lebih ringan putaran menjadi lebih cepat (Saputro, 2017). Selain berat blade yang harus diperhatikan adalah diameter lengkung blade, untuk meningkatkan performa turbin terhadap putaran turbin maka lengkung blade sebaiknya mengikuti bentuk profil distribusi kecepatan (Ichsan et al., 2021).



Gambar 6 Hubungan tegangan terhadap Jumlah Blade dari Berbagai Jenis Bahan

Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa Jenis bahan juga mempengaruhi output yang dihasilkan. Meningkatnya kecepatan angin berpengaruh terhadap kinerja turbin savonius, yakni pada putaran rotor turbin dan generator, serta daya listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi kecepatan angin yang meniup turbin savonius, maka rpm dan daya listrik yang dihasilkan semakin meningkat. Begitu pula sebaliknya.

Dengan menggunakan bahan alumunium dapat menghasilkan tegangan yang paling tinggi sebesar 11,5 Volt jumlah blade 2 buah. Blade dengan bahan triplek tegangan paling tinggi 9.3 Volt jumlah blade 2 buah, bahan blade dari akrilik menghasilkan tegangan sebesar 10,1 volt jumlah blade 2. Kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap output generator, daya output generator semakin besar seiring dengan kecepatan angin yang meningkat (Tuapetel et al., 2019).

PENUTUP

Dari hasil pengujian penelitian dapat disimpulkan bahwa : bahan blade alumunium menghasilkan putaran yang lebih stabil dari bahan lainnya. Dengan menggunakan kecepatan angin 5 m/s jumlah blade setiap variasi bahan adalah 2

buah dipasang menyerupai huruf S. Bahan blade menggunakan bahan alumunium, triplek dan akrilik, bahan alumunium menghasilkan putaran 112 rpm, akrilik menghasilkan putaran 104 rpm dan triplek dapat menghasilkan putaran 99 rpm. Dengan menggunakan bahan alumunium dapat menghasilkan tegangan yang paling tinggi sebesar 11,5 Volt jumlah blade 2 buah. Blade dengan bahan triplek tegangan paling tinggi 9.3 Volt jumlah blade 2 buah, bahan blade dari akrilik menghasilkan tegangan sebesar 10,1 volt jumlah blade 2. jumlah blade 2 dengan bahan yang ringan memiliki keunggulan yaitu lebih efisien, mekanik tidak terlalu dibebani sehingga kerjanya lebih ringan putaran menjadi lebih cepat. diameter lengkung blade memiliki pengaruh terhadap hasil output gdaya turbin, untuk meningkatkan performa turbin terhadap putaran turbin maka lengkung blade sebaiknya mengikuti bentuk profil distribusi kecepatan

DAFTAR PUSTAKA

- Alhidayatuddiniyah.T.W. (2022). Prototype Excellent Wind Turbine untuk Meningkatkan Kecepatan Angin dengan Menggunakan Konsep Efek Corong. *Prosiding Seminar Nasional Sains*, 3(1), 32-36.
- Amin, R. B. (2022). Distribusi Tekanan Pada Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Variasi Panjang Deflektor Box. *JTM*, 10(02), 53-60.
- Arungpadang, W. J. S. T. T. (2020). Perancangan Rotor turbin Angin Savonius Tipe L Untuk Pembangkit Listrik Pada Rumah Tinggal. *Jurnal Poros*, 11(1), 100-133.
- Ichsan, N. U. R., Nindito, D. W. I. A., & Saputra, R. H. (2021). Uji Eksperimental Pengaruh Dimensi Lebar Rectifier Guide Vanes terhadap Kinerja Turbin Hidrokinetik Savonius. *RekaRacana : Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 108-119.
- Jamal, J. (2019). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius. In *INTEK: Jurnal Penelitian* (Vol. 6, Issue 1, p. 64). Politeknik Negeri Ujung Pandang. <https://doi.org/10.31963/intek.v6i1.1127>
- Jannah, M., & Yuwono, Y. (2022). Studi Eksperimental Pengaruh Penempatan Dinding Dekat Sudu Returning pada Jarak $G/D = 1,335$ terhadap Kinerja Turbin. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), 5-10.
- Latief, R. A. (2019). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Tekanan 1,2. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 141-151.
- Multazam, T., & Mulkan, A. (2019). Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Pada Kecepatan Angin Rendah Untuk

- Meningkatkan Performa Permanent Magnet Generator. *Serambi Engineering, IV*, 616–624.
- Muttaqin, M. S. I. (2022). Analisis Turbin Angin Vertikal Hybrid Savonius Bertingkat Dan Darrius Tipe H-Rotor. *Jurnal Teknik Mesin Uniska, 7(2)*, 59–64.
- Nugroho, A. S. (2022). Methanol-Gasoline Fuel Effectiveness Analysis Study. *Jurnal E-Komtek, 6(1)*, 157–163.
- Nugroho, N. A. S. (2021). Pengaruh Pemasangan Tembaga Termodifikasi Di Knalpot Dan Penggunaan Bahan Bakar Campuran Pertalit-Ethanol Terhadap Penurunan CO Gas Buang.pdf. *AEEJ: Journal Of Automotive Engineering And Vocational Education, 02(02)*, 81–88.
- R, A. S. N. Y. Y. K. A. T. (2023). Pengaruh Angle of Attack Terhadap Luaran Generator Turbin Tipe Darrieus.pdf. *AEEJ: Journal Of Automotife Engineering And Vocational Education, 04(01)*, 1–8.
- Santoso, S. H. (2020). Pengaruh pengarah angin dan kecepatan angin pada turbin savonius tiga sudu terhadap energi listrik yang dihasilkan. *Teknika : Jurnal Sains Dan Teknologi, 16(02)*, 255–260.
- Saputra, M. (2016). Kajian Literatur Sudu Turbin Angin Untuk Skala Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Mekanova, 2(1)*, 74–83.
- Saputro, S. F. P. D. S. W. H. (2017). Pengaruh Variasi Penambahan Fin Terhadap Cut in Speed Turbin Angin Type S. *Journal Of Mechanical Engineering Education, 2(1)*, 11–20.
- Setyawan, L. Iaili S. S. P. S. I. (2020). Analisis Performa Turbin Angin Savonius Tipe U Dengan Memvariasikan Jumlah Sudu Turbin. *Jurnal Penelitian Engineering, 24(2)*, 148–153.
- Siregar, H. K. I. H. (2022). Uji Eksperimental Pengaruh Jarak Center Blade Pengganggu Terhadap Daya Dan Effisiensi Turbin Angin Savonius. *JTM, 10(02)*, 27–32.
- Tuapetel, J. V., Triprayoga, I. A., Santika, P. M., Teknik, S., Iti, M., Raya, J., Serpong, P., & Selatan-banten, T. (2019). ANALISIS DAN PENGUJIAN KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS 4 SUDU. *Jurnal Teknik Mesin, 3(2)*, 46–52.
- Widodo, W. A. E. S. (2021). Potensi Energi Angin pada Sisi Siku Atap Gedung Tinggi.pdf. *Jurnal Asimetri, 3(2)*, 205–214.