

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA01

RANCANG BANGUN TURBIN AIR SAVONIUS HORIZONTAL AXIS UNTUK KECEPATAN AIR RENDAH

Nadhirah Addina Rahadian^{a)}, Hadi Nasbey^{b)}, Sunaryo^{c)}

*Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl.,
Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia*

Email: ^{a)}nadhirah.addina@gmail.com, ^{b)}hadinasbey@unj.ac.id, ^{c)}sunaryo@unj.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan energi air sebagai sumber energi terbarukan membutuhkan suatu peralatan mekanis yaitu turbin air. Turbin air Savonius adalah tipe turbin yang paling cocok digunakan pada kecepatan aliran air rendah seperti di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan turbin air Savonius tipe horizontal axis yang dapat dimanfaatkan pada aliran air dengan kecepatan rendah. Turbin menggunakan jenis sudu tipe-L, dan menggunakan deflektor dengan kemiringan 30° yang berfungsi untuk memusatkan aliran air yang akan melewati rotor sehingga dapat meningkatkan daya serta torsi dari turbin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan. Turbin yang dikembangkan memiliki rangka dengan dimensi panjang 66 cm, lebar 38 cm dan tinggi 40 cm, dan sudu dengan dimensi panjang 30 cm dan lebar 10 cm. Dengan ukuran turbin yang lebih kecil dari turbin pada umumnya, hal ini membuat turbin dapat memanfaatkan saluran air yang tidak terlalu besar, juga memudahkan siapapun dalam instalasi turbin. Simpulan yang dapat diperoleh adalah pemilihan desain sudu, bahan sudu, dan generator yang digunakan dapat mempengaruhi efisiensi turbin dan listrik yang akan dihasilkan. Oleh karena itu digunakan akrilik sebagai bahan sudu dan Motor Stepper DC Nema17 17HS4401 12V 1.7A yang dialihfungsikan sebagai generator karena memiliki putaran yang ringan.

Kata-kata kunci: turbin air Savonius, horizontal axis, sudu tipe-L

Abstract

Utilization of water energy as a renewable energy source requires a mechanical device, namely a water turbine. The Savonius water turbine is the type of turbine that is most suitable for use at low water flow rates such as in Indonesia. This study aims to develop a horizontal axis Savonius water turbine that can be used for low-speed water flow. The turbine uses an L-type blade, and uses a deflector with a slope of 30° which serves to concentrate the flow of water that will pass through the rotor so as to increase the power and torque of the turbine. The method used in this research is development research method. The developed turbine has a frame with dimensions of 66 cm long, 38 cm wide and 40 cm high, and a blade with dimensions of 30 cm long and 10 cm wide. With a turbine size that is smaller than a turbine in general, this allows the turbine to take advantage of a water channel that is not too large, also making it easier for anyone to install the turbine. The conclusion that can be obtained is that the choice of blade design, blade material, and generator used can affect the efficiency of the turbine and the electricity that will be generated. Therefore, acrylic is used as the blade material and the Nema17 17HS4401 12V 1.7A DC Stepper Motor is used as a generator because it has a light rotation.

Keywords: Savonius water turbine, horizontal axis, L-type blade

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang sangat pesat merupakan salah satu penyebab meningkatnya pemakaian energi, sumber energi terbaru dibutuhkan untuk mengimbangi perkembangan tersebut. Sumber energi yang dapat diperbaharui seperti energi air, angin, surya saat ini tersedia melimpah namun pemanfaatannya belum optimal, sehingga kebutuhan energi yang ramah lingkungan dan mudah didapat dengan biaya terjangkau masih merupakan permasalahan global, terutama di Indonesia.

Indonesia merupakan negara dengan curah hujan yang tinggi dengan ketersediaan air yang sangat melimpah. Potensi tenaga air sebagai salah satu sumber energi terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikro Hidro (PLTMH) tersebar di Indonesia dengan total perkiraan mencapai 75.000 MW, sementara pemanfaatannya masih sekitar 11% dari total potensi [1]. Selama ini energi air yang digunakan adalah air dengan tinggi jatuh dan debit besar. Sementara itu energi air dengan tinggi jatuh dan debit kecil belum banyak dimanfaatkan, padahal di beberapa wilayah Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh dan debit kecil (microhydro) [2]. Salah satunya di daerah Jakarta yang memiliki kecepatan aliran sungai yang termasuk golongan rendah dengan rata-rata kecepatan aliran sungai yaitu 0,7 – 1,2 m/s [3]. Pemanfaatan energi air sebagai sumber energi terbarukan ini membutuhkan suatu peralatan mekanis yaitu turbin air.

Turbin air memiliki berbagai macam tipe yang digunakan sesuai dengan keadaan aliran air. Salah satu jenis turbin yaitu turbin Savonius yang dasarnya digunakan untuk pemanfaatan energi angin, kemudian diterapkan dalam pembuatan turbin air. Turbin ini dapat dimanfaatkan pada kecepatan aliran air rendah dikarenakan luas permukaan sudu yang besar sehingga dapat menangkap sebagian besar aliran air dan menghasilkan torsi yang besar [4]. Turbin ini juga dapat menerima aliran air pada bilah dari segala arah sehingga rotor dapat berputar otomatis ketika air menghantam bilah. Keuntungan lain dari turbin air tipe Savonius adalah dimensi dan komponennya yang sederhana.

Turbin air savonius terbagi menjadi dua jenis, yaitu turbin sumbu vertikal dan turbin sumbu horizontal. Turbin air sumbu vertikal adalah turbin yang memiliki poros atau sumbu rotasi sudu tegak lurus dengan arah aliran air. Sedangkan, Turbin air sumbu horizontal adalah turbin air yang mempunyai sumbu putar sudu turbin sejajar dengan arah aliran air [5]. Hal ini menyebabkan turbin sumbu horizontal memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan turbin sumbu vertikal karena desainnya yang memungkinkan mengkonversi energi air melalui putaran penuh sudu yang ditempatkan dibawah aliran air yang konsisten [6].

Turbin savonius memiliki 3 jenis tipe sudu yaitu tipe U, tipe S, dan tipe L. Sudu dengan tipe L memiliki efek gaya angkat kecil sehingga memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dua tipe sudu lainnya [7]. Turbin air sumbu horizontal biasanya akan dilengkapi dengan deflektor yang berfungsi untuk memusatkan aliran air yang akan melewati rotor sehingga dapat meningkatkan daya serta torsi dari turbin. Sudut kemiringan deflektor beragam, namun deflektor dengan kemiringan 30° adalah yang paling memiliki efisiensi tinggi karena aliran air yang melewati deflektor langsung terpusat di tengah sudu.

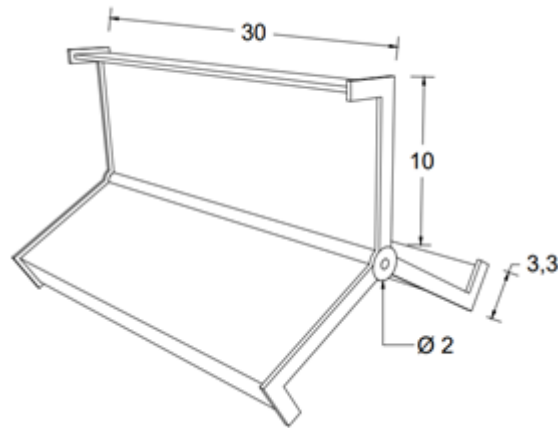
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain dan rancang bangun turbin air Savonius tipe horizontal axis yang dapat dimanfaatkan pada aliran air dengan kecepatan rendah. Turbin menggunakan jenis sudu tipe-L, dan menggunakan deflektor dengan kemiringan 30°. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan. Turbin yang dikembangkan memiliki rangka yang terbuat dari *aluminium profile* dengan dimensi panjang 66 cm, lebar 38 cm dan tinggi 40 cm, dan sudu dari bahan akrilik dengan dimensi panjang 30 cm dan lebar 10 cm. Dengan ukuran turbin yang lebih kecil dari turbin pada umumnya, hal ini membuat turbin dapat memanfaatkan saluran air yang tidak terlalu besar. Pemilihan *aluminium profile* sebagai rangka disebabkan aluminium yang tidak akan mudah berkarat, dan *aluminium profile* dapat dengan mudah dirangkai sehingga memudahkan siapapun dalam instalasi turbin.

Desain dan rancang bangun turbin yang dihasilkan dari penelitian ini, akan digunakan untuk penelitian selanjutnya yang bertujuan untuk menghitung efisiensi yang dihasilkan oleh turbin.

METODOLOGI

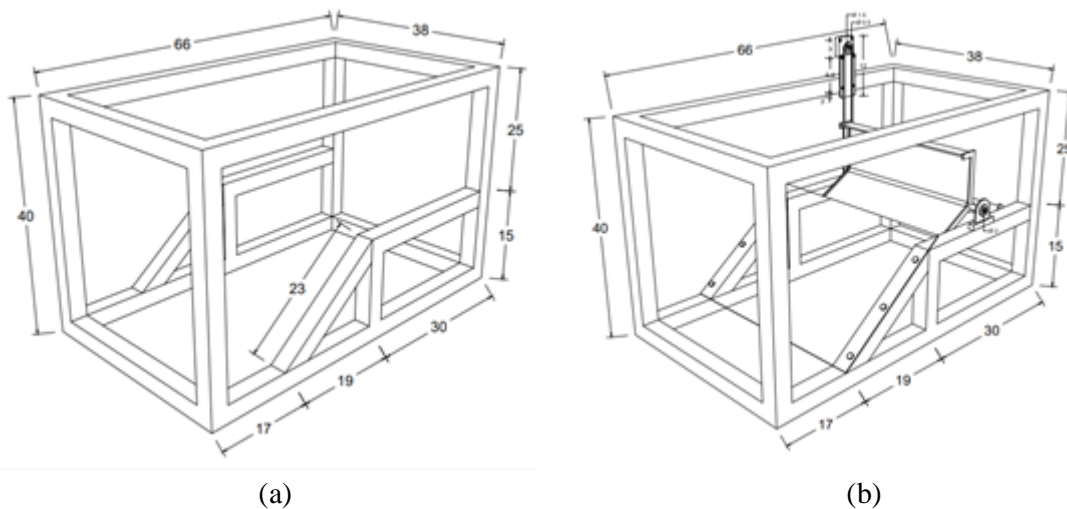
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan. Penelitian ini mengembangkan desain turbin air savonius dengan sudu tipe-L yang terbuat dari bahan akrilik. Rancang desain turbin dibuat menggunakan software AutoCad.

Turbin yang didesain memiliki sudu dengan jumlah 3 sudu dengan dimensi panjang 30 cm dan lebar 10 cm. Jarak antar sudu dibuat sebesar 120° seperti pada gambar berikut.



GAMBAR 1. Desain Sudu Turbin

Sudu turbin nanti akan diletakan pada rangka turbin yang terbuat dari *aluminium profile*, dengan dimensi panjang 66 cm, lebar 38 cm dan tinggi 40 cm menggunakan bearing dengan dudukan berbahan akrilik. Pada bagian rangka juga terdapat bagian untuk meletakan deflektor dengan kemiringan 30° . *Pully* pada *ass* dengan generator yang diletakan di bagian atas turbin dihubungkan dengan belt seperti pada gambar berikut.



GAMBAR 2. (a) Desain Rangka Turbin, (b) Desain Keseluruhan Turbin

HASIL DAN PEMBAHASAN

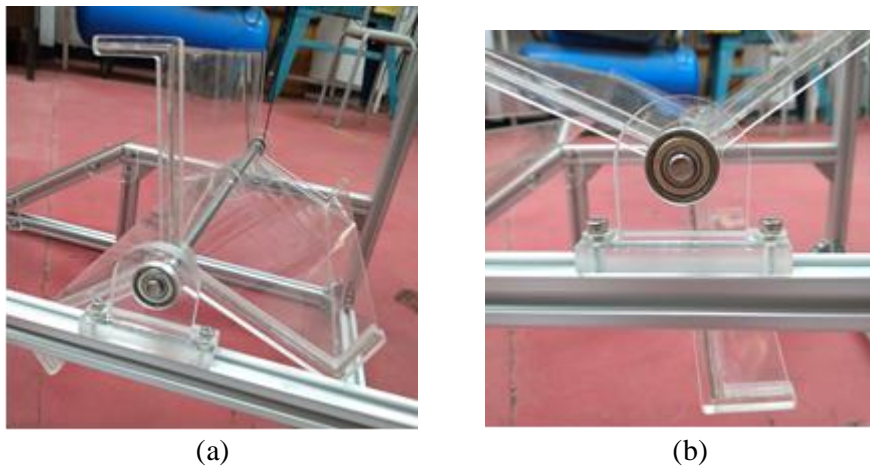
Turbin air savonius merupakan turbin yang dapat dimanfaatkan pada kecepatan aliran air rendah dikarenakan luas permukaan sudu yang besar sehingga dapat menangkap sebagian besar aliran air dan menghasilkan torsi yang besar, sehingga turbin ini sangat sesuai digunakan di Indonesia khususnya daerah Jakarta yang memiliki rata-rata kecepatan aliran sungai antara $0,7 - 1,2$ m/s.

Pemilihan jenis turbin dengan sumbu horizontal dikarenakan turbin dengan sumbu horizontal mempunyai sumbu putar sudu turbin sejajar dengan arah aliran air. Hal ini menyebabkan turbin sumbu

horizontal memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan turbin sumbu vertikal karena desainnya yang memungkinkan mengkonversi energi air melalui putaran penuh sudu yang ditempatkan dibawah aliran air.

Jenis sudu juga dapat mempengaruhi efisiensi dari turbin yang dihasilkan, digunakan sudu dengan jenis tipe-L karena memiliki efek gaya angkat kecil sehingga memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dua tipe sudu lainnya. Selain itu digunakan juga deflektor dengan kemiringan 30° yang berfungsi untuk memusatkan aliran air yang akan melewati rotor sehingga dapat meningkatkan daya serta torsi dari turbin.

Turbin yang dirancang memiliki 3 buah sudu dengan dimensi panjang 30 cm dan lebar 10 cm. Sudu turbin dibuat menggunakan akrilik dengan tebal 0,3 mm. Pemilihan akrilik sebagai sudu turbin dikarenakan akrilik memiliki massa yang ringan, mudah dibentuk, namun tetap kuat untuk ditempatkan di dalam air. Poros sudu menggunakan *ass* pejal *stainless* 304 berdiameter 0,8 cm dan panjang 35 cm. Poros turbin terhubung dengan rangka turbin menggunakan *bearing* yang ditempatkan pada dudukan akrilik berdiameter 4 cm. Sudu turbin yang dihasilkan sebagai berikut:

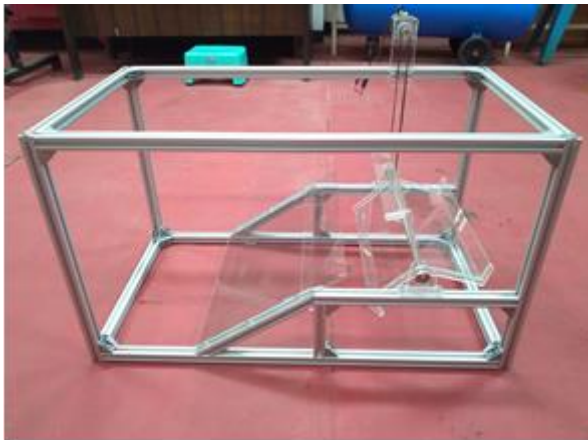


GAMBAR 4. (a) Sudu Turbin, (b) Bearing Sudu

Rangka turbin terbuat dari *aluminium profile* dengan dimensi panjang 66 cm, lebar 38 cm dan tinggi 40 cm. Pemilihan rangka menggunakan aluminium profile dikarenakan lebih fleksibel, saat merakit rangka hanya dibutuhkan baut tipe L SS304 M4 *Full Drat* dan *Bracket*, sehingga memudahkan siapapun dalam instalasi turbin. Keuntungan lainnya dalam penggunaan aluminium profile adalah aluminium yang tidak mudah berkarat, sehingga sangat cocok digunakan di dalam air untuk waktu yang lama.

Pada bagian belakang *ass* sudu ditempatkan sebuah *pulley* tipe *aluminium timing pulley* 8 mm. *Pulley* berfungsi sebagai penghubung putaran yang diterima dari sudu yang kemudian diteruskan dengan menggunakan belt tipe *timing belt* R610mm kepada generator. Generator yang digunakan adalah Motor Stepper DC tipe Nema17 17HS4401 dengan *output voltage* 12V dan *maximum output current* sebesar 1.7A yang dialihfungsikan sebagai generator karena memiliki putaran yang ringan.

Sehingga turbin air yang dihasilkan seperti pada gambar berikut.



(a)



(b)

GAMBAR 5. (a) Tampak Depan Turbin, (b) Detail Turbin

Keterangan detail turbin:

1. Rangka turbin
2. Generator
3. *Belt*
4. Sudu Turbin
5. *Ass, Pulley, dan Bearing*
6. Deflektor

Desain dan rancang bangun turbin yang telah dibuat dapat diaplikasikan pada saluran air dengan kecepatan air yang rendah, berkisar antara 0,7 – 1,2 m/s. Hal ini dikarenakan pemilihan desain sudu, bahan sudu, dan generator yang digunakan dapat mempengaruhi putaran dan energi yang akan dihasilkan. Energi yang dihasilkan oleh turbin akan meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan air. Turbin yang dihasilkan dari penelitian ini, akan digunakan untuk penelitian selanjutnya yang bertujuan untuk menghitung efisiensi yang dihasilkan oleh turbin

SIMPULAN

Turbin air untuk kecepatan air rendah sangat cocok dikembangkan di Indonesia sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan turbin air Savonius tipe horizontal axis menggunakan jenis sudu tipe-L berjumlah 3 sudu, dan menggunakan deflektor dengan kemiringan 30° yang berfungsi untuk memusatkan aliran air yang akan melewati rotor sehingga dapat meningkatkan daya serta torsi dari turbin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan. Turbin yang dikembangkan memiliki rangka dengan dimensi panjang 66 cm, lebar 38 cm dan tinggi 40 cm, dan sudu dengan dimensi panjang 30 cm dan lebar 10 cm. Dengan ukuran turbin yang lebih kecil dari turbin pada umumnya, hal ini membuat turbin dapat memanfaatkan saluran air yang tidak terlalu besar, juga memudahkan siapapun dalam instalasi turbin. Pemilihan desain sudu, bahan sudu, dan generator yang digunakan dapat mempengaruhi efisiensi turbin dan listrik yang akan dihasilkan. Oleh karena itu digunakan akrilik sebagai bahan sudu dan Motor Stepper DC Nema17 17HS4401 12V 1.7A yang dialihfungsikan sebagai generator karena memiliki putaran yang ringan.

REFERENSI

- [1] Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, “Integrated Microhydro Development and Application Program,” *Buku Utama Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009.
- [2] M. Triono, “Pemodelan Turbin Cross-Flow Untuk Diaplikasikan Pada Sumber Air Dengan Tinggi Jatuh dan Debit Kecil,” *Jurnal Nutrino*, Malang: Fakultas Saintek, UIN Maliki, vol. 4, no. 2, 2012.
- [3] Badan Pusat Statistik, “Rata-rata Harian Aliran Sungai, Tinggi Aliran, dan Volume Air di Beberapa Sungai yang Daerah Pengalirannya Lebih dari 100 km²,” 2017, <https://www.bps.go.id>.
- [4] Z. Mabrouki, Driss, M. S. Abid, “Performance Analysis of a Water Savonius Rotor: Effect of the Internal Overlap,” *Sustainable Energy*, vol. 2, no. 4, pp. 121-125, 2014.
- [5] A. Shahzad *et al.*, “Performance of a Vertical Axis Wind Turbine Under Accelerating and Decelerating Flows,” *Procedia CIRP*, vol. 11, pp. 311-316, 2013.
- [6] M. K. Johari, M. A. A. Jalil, M. F. M. Shariff, “Comparison of Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) and Vertical Axis Wind Turbine (VAWT),” *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, vol. 7, no. 4, pp. 74-80, 2018.
- [7] R. M. Amsor, R. Iskandar, “Performansi Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius 2 Tingkat untuk Pengisian Baterai sebagai Penerangan Lampu Perahu Nelayan Kota Padang,” *METAL: Jurnal Sistem Mekanik Dan Termal*, vol. 1, no. 1, pp. 9-19, 2017.