

Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai Dengan Kombinasi Turbin Savonius dan Heliks

Jefri Lianda

Prodi Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Polbeng
Jl. Bathin Alam Sungain Alam Bengkalis, Indonesia
e-mail : jefri@polbeng.ac.id

Adam

Prodi Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Polbeng
Jl. Bathin Alam Sungain Alam Bengkalis, Indonesia
e-mail : adam@polbeng.ac.id

Abstrak— Makalah ini membahas turbin air sungai tipe *Axial Flow Water Turbine* (AFWT) untuk menghasilkan listrik melalui generator magnet permanen. Penelitian ini menggunakan kombinasi turbin Savonius dan turbin Heliks. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memperhitungkan kecepatan aliran sungai. Pembangkit listrik kombinasi turbin savonius dan heliks memiliki panjang 50 cm, lebar 35 cm dan tinggi 70 cm. Penelitian ini dilaksanakan pada aliran sungai dengan kecepatan air sekitar 1,045 m/s. Pembangkit listrik kombinasi turbin savonius dan heliks menghasilkan tegangan tiga fasa sebesar 4,35 volt AC. Tegangan tiga fasa ini disearahkan menggunakan penyearah tiga fasa gelombang penuh.

Kata kunci— AFWT; Savonius; Heliks; Sungai

I. PENDAHULUAN

Kondisi geografis negara Indonesia yang memiliki banyak sungai sebagai orientasi kehidupan menjadikan tepian air/sungai sebagai tempat bermukim dan mencari mata pencaharian. Aliran sungai yang ada di kabupaten Bengkalis belum dimanfaatkan secara optimal baik untuk potensi perikanan (tambak ikan dan udang) maupun potensi kelistrikan dari energi kinetik aliran sungai.

Perkembangan teknologi arus air di Indonesia belum begitu di minati. Ini dapat dilihat dengan sumber energi yang ada masih di dominasi oleh pembangkit tenaga air yang memanfaatkan energi potensial. Jika dilihat dari sudut pandang iklim dan letak geografisnya, Indonesia punya potensi besar untuk memanfaatkan teknologi arus air ini [1]. Turbin heliks menunjukkan tingkat torsi fluktuasi rendah dengan efisiensi lebih kurang 40% [2]. Turbin heliks arus pasang surut yang telah diteliti memiliki kinerja dan karakteristik yang baik untuk pengembangan listrik dari turbin aliran air [3].

Kontribusi yang berkaitan dengan desain turbin aliran air yang dipasang dengan bilah tergantung pada spesifikasi geometri turbin, kecepatan rotasi dan kecepatan aliran arus air [4]. Turbin savonius cocok untuk pembangkit listrik arus sungai [5] Potensi hydro merupakan sumber terbesar kedua diantara semua sumber-sumber terbarukan. Energi kinetik air ditujukan untuk listrik pedesaan yang meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan [6].

Peneliti akan membuat sebuah pembangkit listrik dari

kombinasi turbin savonius dan turbin heliks yang akan menggerakkan generator magnet permanen, sehingga akan menghasilkan listrik yang dapat menghidupkan lampu penerangan di pinggiran pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonversi energi kinetik aliran sungai menjadi energi listrik menggunakan generator magnet. Makalah ini menjelaskan penerapan kombinasi turbin savonius dan heliks pada pembangkit listrik tenaga aliran sungai.

II. METODOLOGI

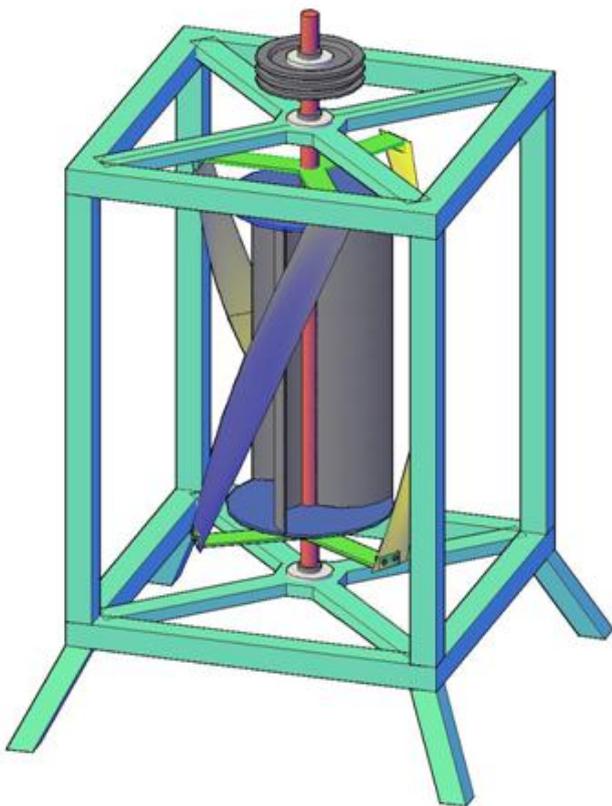
Teknologi arus air dibagi dalam dua kategori yaitu Axial Flow Turbine yaitu arah aliran air sejajar dengan poros turbin dan Cross Flow Turbine yaitu arah aliran air tegak lurus dengan poros turbin. Untuk Cross Flow posisi poros turbin dibagi dua yaitu *Horizontal Axis Water Turbine* (HAWT) yaitu posisi sumbu putar turbin adalah horizontal dan *Vertical Axis Water Turbine* (VAWT) yaitu posisi sumbu putar turbin adalah vertikal.

Turbin savonius konvensional memiliki konsep yang baik untuk ukuran system energi angin terbaru mini. Alasan untuk mengubah angin dengan menggunakan air sebagai fluida kerja untuk meningkatkan kinerja yang bekerja pada bilah kincir turbin savonius karena meningkatnya kepadatan cairan [7]. Turbin savonius yang terdiri dari 3 bilah memberikan pedoman yang tepat untuk analisis kinerja turbin savonius di kedalaman air menengah hingga dangkal [8].

Turbin Heliks Gorlov merupakan buah karya dari Prof. Alexander M Gorlov. Sebuah turbin yang memodifikasi turbin Darrieus dengan blade berbentuk helik. Kelemahan dari turbin Darrieus di dapatkan solusinya oleh turbin Gorlov ini. Gorlov mengemukakan bahwa pemanfaatan energi aliran sungai untuk pembangkitan energi listrik adalah salah satu usaha untuk mempercepat peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan. Pengembangan yang terus menerus, yang efisien, cenderung murah dan ramah lingkungan. Jenis turbin Gorlov dengan ukuran 6 inchi yang mempunyai dua sudu dapat menghasilkan daya hingga 10 Watt pada kecepatan air 3 knot (1,543 m/s). Turbin ini mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,5-2 knot. Pada aliran *low head* dimanfaatkan

turbin heliks bersudu tiga yang dapat juga didayagunakan pada arus pasang surut[9].

Turbin yang berbentuk skrup dapat menangkap energi kinetik pada air yang mengalir. Dengan sudu turbin berbentuk skrup membuat turbin mendapat sudut serang yang bagus pada arus yang datang, ini menjadikan suatu putaran torsi yang tetap pada turbin dan mengurangi getaran yang ada. Dalam kaitanya harus diberikan geometri airfoil pada blade turbin, agar turbin seperti skrup ini mempunyai satu arah dalam berputar tidak terikat pada aliran arah fluida. Ini mempertimbangkan aplikasi percepatan arus yang sangat rendah dan mempunyai efisiensi yang maksimum sampai 35% [10]. Komponen utama dari pembangkit listrik tenaga aliran air sungai kombinasi turbin savonius dan turbin heliks diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen dari kombinasi turbin savonius dan turbin heliks

Debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin air, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Menurut persamaan kontinuitas debit air yang mengalir dalam pipa bertekanan dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q = V \cdot A \tag{1}$$

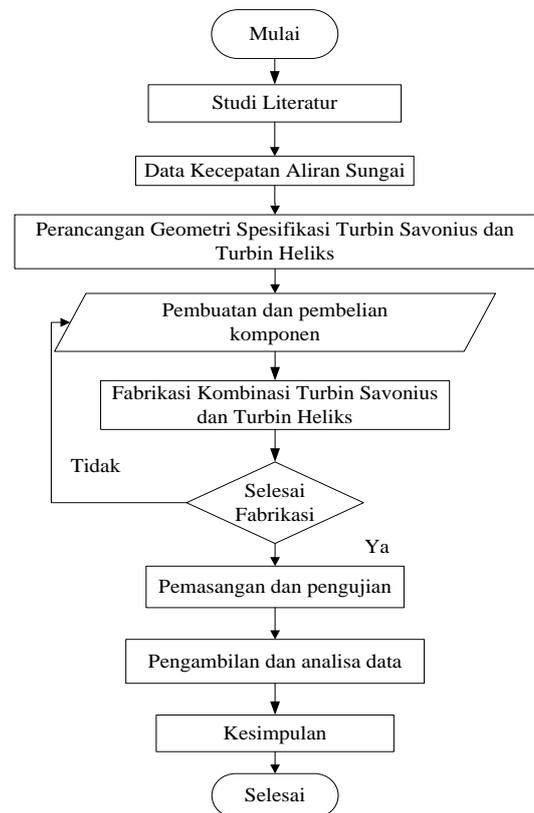
Dengan:

$$Q = \text{Debit air} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$V = \text{Kecepatan aliran air} \quad (\text{m/s})$$

$$A = \text{Luas penampang pipa} \quad (\text{m}^2)$$

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Leseng Kabupaten Bengkalis. Untuk tahap awal penelitian ini, peneliti melaksanakan *survey literature* dan pengumpulan data. Tahapan ini meliputi identifikasi geologi, iklim dan potensi arus aliran air sungai. Pada tahap selanjutnya yaitu tahap desain kombinasi turbin savonius dan turbin heliks. Tahap ini peneliti akan merancang kombinasi turbin savonius dan turbin heliks dan merealisasikan bentuk perancangan yang telah dibuat sebelumnya ke dalam bentuk nyata atau bentuk sebenarnya. Realisasi alat dilakukan setelah pengujian di laboratorium selesai dilakukan. *Flowchat* yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini. Spesifikasi alat penghasil listrik dari kombinasi turbin savonius dan turbin heliks yang digunakan memiliki spesifikasi seperti terdapat dalam pembahasan. Parameter yang diukur adalah kecepatan aliran arus air sungai, kecepatan putaran poros turbin, tegangan keluaran generator listrik permanen, dan daya listrik.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

III. HASIL DAN ANALISA

Penelitian ini menghasilkan rancang bangun pembangkit listrik tenaga aliran sungai. Gambar 3 memperlihatkan spesifikasi kombinasi turbin savonius dan heliks.



Gambar 3. Hasil rancangan turbin savonius dan heliks

Pembangkit listrik ini terdiri dari turbin savonius dan turbin heliks. Turbin savonius terdiri dari tiga sudu-sudu. Sudu-sudu ini dibuat dari bahan fiber dengan ukuran 25 cm x 15 cm dan 50 cm. Sudu-sudu dipasang beda sudut 120°. Turbin heliks juga terbuat dari bahan fiber. Turbin heliks dipasang secara melingkar terhadap turbin savonius. Turbin heliks memiliki dimensi sekitar 35 cm x 15 x 60 cm. Kombinasi kedua turbin ini dihubungkan dengan generator magnet permanen melalui besi shaft.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini seperti tegangan keluaran generator magnet permanen dan kecepatan aliran sungai. Kecepatan aliran sungai diperoleh menggunakan meter arus *flowwatch*. Tegangan keluaran generator magnet permanen diperoleh menggunakan volt meter.

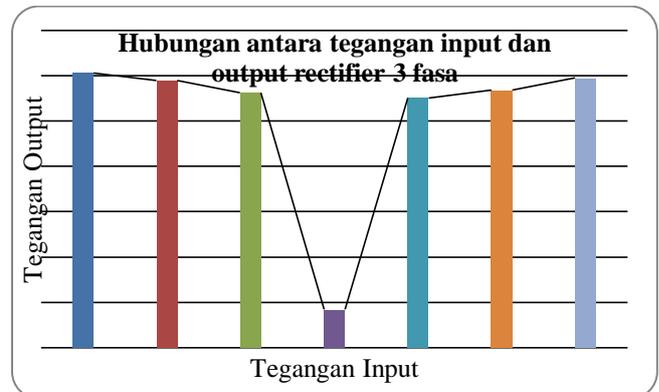
Tabel 1. Hasil pengujian pembangkit listrik savonius-heliks

No.	Kecepatan air sungai (m/s)	Tegangan keluaran pembangkit (VAC)	Keterangan
1	1,16	4,56	Air pasang
2	1,15	4,38	Air pasang
3	0,94	4,25	Air pasang
4	0,21	0,73	Air tenang
5	0,83	4,16	Air surut
6	1,04	4,22	Air surut
7	1,15	4,51	Air surut

Tabel 1 menjelaskan hubungan antara kecepatan air sungai dengan tegangan keluaran *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG). Secara umum kecepatan air sungai selalu bervariasi. Hal ini disebabkan oleh kondisi pasang surut air sungai. Pada saat air tenang maka turbin kombinasi savonius dan heliks hanya berputar perlahan dan menghasilkan

tegangan sebesar 0,73 VAC tiga fasa. Tegangan keluaran PMSG pada saat kondisi air sungai pasang dan kondisi surut dapat menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 4,35 VAC tiga fasa.

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik alira sungai kombinasi turbin savonius dan heliks disearahkan menggunakan rangkaian penyearah tiga fasa gelombang penuh. Gambar 4 memperlihatkan hubungan tegangan masukan dan tegangan keluaran penyearah gelombang penuh tiga fasa. Tegangan keluaran rectifier berbanding lurus dengan tegangan input. Tegangan keluaran rectifier menjadi 1,3 kali lebih besar dari tegangan masukan *rectifier* tiga fasa.



Gambar 4. Hubungan antara tegangan masukan dan tegangan keluaran *rectifier* tiga fasa

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun yang dilaksanakan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi turbin savonius dan turbin heliks yang diaplikasikan pada daerah aliran sungai kecepatan rendah. Pembangkit listrik tenaga aliran sungai pada penelitian ini menghasilkan energi listrik. Kecepatan air 1,16 m/s telah dapat menghasilkan tegangan pada generator magnet permanen sebesar 4,56 volt AC. Selanjutnya tegangan keluaran PMSG disearahkan menggunakan *rectifier* tiga fasa gelombang penuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dosen pemula anggaran 2017. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bengkalis atas bantuan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iwan K," Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Helikal Gorlov Untuk Twist Anggle 60° dan 120° ", Jurnal Ilmiah Sains Terapan Teknobiologi, vol. 1, hal. 7-13, 2014
- [2] Sathit P, Chaiwat K, and Yodchai T, "Experinmental Investigation of Helical Tidal Turbin Characteristics with Different Twists", Science Direct Energy Procedia, vol. 79, pp 409-414, 2015
- [3] Zanette J, Imbault, and Tourabi A, "A Design Methodology for Cross Water Turbines", Science Direct Renewable Energy, vol. 35, pp. 997-1009, 2010
- [4] Anuj K, and Saini RP, "Numerical Investigation and Novel Designing of Multi-Stage Savonius Rotor for Harnessing Hydro Power", IEEE India International Conference, vol. 12, E3-C3, pp 1-6
- [5] Philip M, et al, "Numerical Investigation of the Influence of blade Helicity on the Performance Characteristics of Vertical Axis Tidal Turbines", ScienceDirect Renewable Energy, vol. 81. pp 926-935, 2015
- [6] Golecha Kailash, T. I. Eldho, and S. V. Prabhu, "Performance Study of Modified Savonius Water Turbine with Two Deflector Plates", International Journal of Rotating Machinery, 2012
- [7] Wahyudi B, Soeparman S, and Hoeijmakers, "Optimization Design of Savonius Diffuser Blade with Moving Deflector for Hydrokinetic Cross Flow Turbine Rotor", Science Direct Energy Procedia, vol. 68, pp 244-253, 2015
- [8] Tutar M, Veci I, "Performance Analysis of a Horizontal Axis 3-Bladed Savonius Type Wave Turbin in an Experinmental Wave Flume (EWF)", Science Direct Energy Procedia, vol. 86, pp 8-25, 2016
- [9] Purnama AC, Hantoro R, dan Nugroho G, "Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius Dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran", Jurnal Teknik Pomits, vol. 2, hal. B-279-B282
- [10] Novrinaldi, Hartanto A, dan Hanifah U, "Rancang Bangun Turbin Heliks Aliran Datar Tipe L C500", Prosiding SNaPP2011 Sains, Teknologi, dan Kesehatan, hal. 527-534, 2011