

KAJIAN TEORITIK PENGARUH GEOMETRI DAN TWIST ANGLE TURBIN HYDROKINETIK SAVONIUS TERHADAP KOEFISIEN DAYA

Yudi Kurniawan¹, Dwi Aries Himawanto²
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126
Email : ²dwiarieshimawanto@gmail.com

Abstract

The use of fossil energy sources for electric power generation tends to increase while the availability of fossil energy is very limited. New renewable energy sources promise solutions for human dependence on fossil energy sources. Dependence on fossil energy will have an impact on the high cost of distributing electricity to remote areas. The picohydro power plant using a very simple savonius hydrokinetic turbine is one of the solutions for remote areas. The purpose of this paper is to obtain the optimum design of the blade hydrokinetic savonius with a relatively easy design method. Based on the results of the study, the geometry and design of savonius hydro quatern turbine are able to produce power coefficient (CP) 13.99 with specification of aspect ratio $H / D = 1$; end plate $Do / D = 1,1$; turbine diameter (D) = 82 mm and plate thickness 2 mm, number of blade 3 and twist angle (α) 150.

Keywords : picohydro, hydrokinetic savonius, twist angle

1. Pendahuluan

Penggunaan sumber energi fosil untuk pembangkit energy listrik dari tahun ke tahun terus meningkat. Menurut PT. PLN (Persero) kebutuhan batubara di Indonesia untuk mengoperasikan seluruh pembangkit listrik yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 82 juta ton. Kepala Divisi Batubara PLN mengatakan kebutuhan tersebut meningkat 17,1 % dibanding realisasi penggunaan batubara tahun 2014 yang mencapai 70 juta ton (CNN Indonesia, 2015). Data tersebut menunjukkan ketergantungan akan sumber energi fosil masih sangat tinggi, padahal sumber energi ini merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui, berdampak negatif terhadap lingkungan. Sehingga penggunaannya secara terus-menerus akan mengakibatkan sumber energi ini semakin menipis, hal ini juga membuat harga bahan bakar minyak semakin tinggi. Selain itu sumber energi fosil juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan antara lain, meningkatnya kadar gas CO₂ di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global.

Sumber energi baru terbarukan menjanjikan solusi bagi ketergantungan manusia akan sumber energi fosil. Sumber energi baru terbarukan adalah sumber daya energi yang secara alami tidak akan habis, seperti matahari, angin, air, gelombang laut, panas bumi (*geothermal*) dan sebagainya. Sumber energi air merupakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi ataupun limbah. Pemanfaatan energi air sendiri dapat diperoleh dari air hujan, sungai danau, atau juga dari pemanfaatan air dalam instalasi pompa air pada bangunan-bangunan modern saat ini. Potensi energi air sebagai sumber energi digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air maupun mikrohidro dan pikohidro.

Pikohidro adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya dengan memanfaatkan ketinggian *head* dan jumlah debit air, keluaran daya yang dihasilkan adalah kurang dari 5 KW (Williamson, 2013). Alat yang digunakan untuk mengekstrak energi air yang banyak digunakan adalah turbin air. Tipe turbin

yang sesuai untuk tujuan pembangkit listrik pikohidro atau skala kecil adalah turbin savonius, dikarenakan turbin ini mampu beroperasi pada debit air yang kecil. Berbagai macam tipe dan modifikasi rotor savonius telah diteliti dan dikembangkan baik di laboratorium maupun di lapangan guna meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan turbin savonius.

Salah satu metode untuk mengekstrak energi dari air oleh turbin savonius adalah *Rain Water Harvesting* (RWH). Dimana air hujan ditampung dalam sebuah tangki sebelum kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin dengan memanfaatkan tinggi head. Air hujan yang telah ditampung di dalam tangki kemudian dialirkan oleh pipa langsung menuju rangkaian turbin dan generator yang ada di bawah tangki penampung air tersebut. Daya listrik yang dihasilkan cukup untuk menyalakan lampu LED 0.3 watt (Rosmin dkk, 2015).

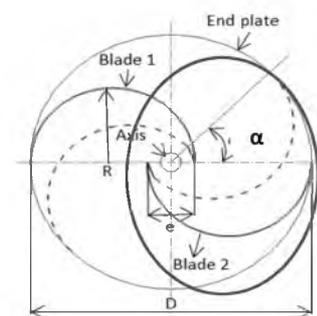
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh N.K. Sarma, dkk, 2014, membuktikan jika turbin *savonius* yang diaplikasikan di air menghasilkan daya lebih besar dibandingkan dengan penggunaan pada media angin. Kemudian banyak penelitian telah dilakukan berkaitan dengan turbin Savonius. Turbin *hidrokinetik savonius* secara geometris sama dengan rotor angin savonius, maka parameter desain atau geometri yang meliputi *end plate*, aspek rasio, rasio *gap*, rasio *overlap*, jumlah sudu, jumlah tahap rotor, dan profil blade menjadi parameter utama yang mempengaruhi kinerja turbin hidrokinetik savonius. (Anuj Kumar dan R.P. Saini, 2016). Untuk meningkatkan kinerja rotor, peneliti mengoptimalkan parameter desain ini secara numerik atau eksperimental *Twisted blades savonius rotor* adalah salah satu hasil dari pengembangan turbin Savonius. *Twisted blades savonius rotor* memberikan puntiran pada sudu-sudunya dengan sudut puntir (*twist angle*) tertentu. Hasil pengujian yang dilakukan pada *twisted blades savonius rotor* dengan sudut puntir $\alpha = 0^\circ$ sampai 25° , menunjukkan unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan rotor Savonius konvensional atau tanpa puntiran ($\alpha = 0^\circ$) dengan parameter efisiensi yang lebih tinggi, *starting characteristics* yang lebih baik,

serta putaran yang lebih halus (Saha dan Rajkumar, 2006).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian pada turbin *Savonius Horizontal Axis Water Turbine* (HAWT) dengan variasi sudut puntir *semicircular blade* pada aliran air dalam pipa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut puntir (*twist angle*) terhadap daya yang dihasilkan, sehingga diketahui sudut puntir paling optimal. Pengujian dilakukan dengan mengamati pengaruh sudut puntir terhadap daya listrik yang dihasilkan, dari data tersebut dapat diperoleh sudut puntir paling optimal untuk menghasilkan daya listrik

2. Metode Penelitian

Makalah ini menyajikan metode untuk mengoptimalkan desain sudut twist pada sudu *hidrokinetik savonius*. Desain turbin menggunakan sudu tipe konvensional (*semicircular*) kemudian diberikan puntiran dengan sudut tertentu (α), hal ini berdasarkan jurnal penelitian Saha dan Rajkumar (2006). Dengan spesifikasi *aspect ratio* $H/D = 1$; *end plate* $Do/D = 1,1$; diameter turbin (D) = 82 mm dan tebal plat 2 mm dan memberikan variasi sudut twist (α) 0° - 25° . Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Jae-hoon Lee, Young-Tae Lee dan Hee-Chang Lim (2016) dengan variasi sudut twist (α) 0° , 45° , 90° , 135° . Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain sudu *hidrokinetik savonius* yang membuat koefisien daya maksimum.

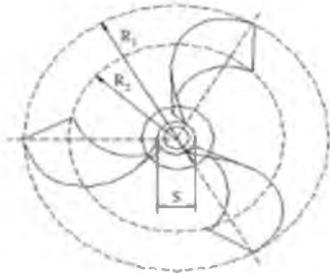


Gambar 1. Sudut twist sudu savonius, Jae-Hoon Lee 2016

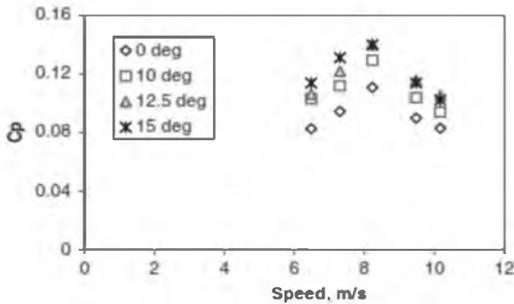
3. Hasil dan Pembahasan

Twist angle adalah parameter yang sangat mempengaruhi koefisien daya (C_p). Dalam bab ini akan membahas tentang

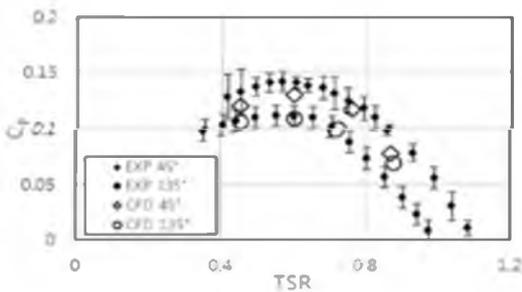
pengaruh sudut twist terhadap sudu savonius dari penelitian yang telah dilakukan oleh U.K. Saha, M. Jaya Rajkumar (2006) dan Jae-hoon Lee, Young-Tae Lee, Hee-Chang Lim (2016).



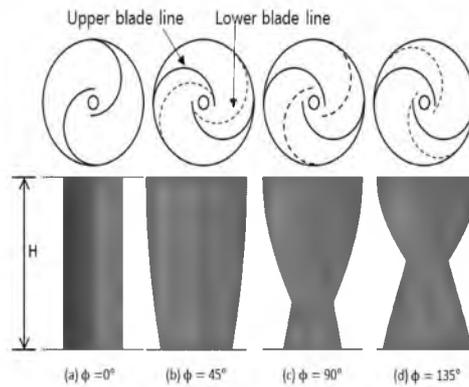
Gambar 2. *Twist angle* sudu savonius, Saha 2006



Gambar 3. Grafik C_p VS kecepatan dengan variasi *twist angle*, Saha 2006



Gambar 4. *twist angle* sudu savonius, Jae-Hoon Lee 2016



Gambar 5. Grafik *twist angle* 0^0 dan 90^0 , Jae-Hoon Lee 2016

Gambar 3 menjelaskan bahwa sudu dengan *twist angle* 15^0 menunjukkan koefisien daya maksimum $C_p = 13,99$ dan $\eta = 23,6$ dibandingkan dengan *twist angle* 0^0 yang menunjukkan $C_p = 11,04$ dan $\eta = 18,67$. Tahap kedua yaitu memahami penelitian yang dilakukan oleh Jae-hoon Lee, Young-Tae Lee dan Hee-Chang Lim (2016) yang akan ditunjukkan gambar 5 dan 6 berikut ini. Gambar 5 dan 6 menjelaskan bahwa sudu dengan *twist angle* 45^0 menunjukkan koefisien daya maksimum $C_p = 13$ dibandingkan dengan *twist angle* 135^0 yang menunjukkan C_p terendah yaitu 12.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *twist angle* turbin savonius berpengaruh terhadap koefisien daya (C_p) turbin savonius dengan spesifikasi *aspect ratio* $H/D = 1$; *end plate* $Do/D = 1,1$; diameter turbin (D) = 82 mm dan tebal plat 2 mm, jumlah sudu 3 dan sudut twist (α) 15^0 . Rancangan desain sudu turbin yang telah dikaji tersebut dapat menaikkan koefisien daya (C_p) turbin hingga 13,99.

Metode penelitian ini (U.K. Saha, M. Jaya Rajkumar, 2006) lebih mendapatkan koefisien daya (C_p) turbin lebih tinggi dikarenakan menggunakan jumlah sudu 3 yang memiliki sifat mudah berputar sehingga bila dikolaborasikan dengan *twist angle* akan meningkatkan performa turbin savonius dibandingkan dengan metode dengan jumlah sudu 2 yang dilakukan oleh

(Jae-hoon Lee, Young-Tae Lee, Hee-Chang Lim, 2016)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen, J., et al. "A novel vertical axis water turbine for power generation from water pipelines." *Energy* 54 (2013) 184-193.
- [2] Diemas Kresna Duta. (2015, 11 Mei). 2015, *PLN Butuh 82 Juta Ton Batubara untuk Pembangkit Listrik*. Diperoleh 31 Agustus 2015, dari <http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150311071443-85-38215/2015-pln-butuh-82-juta-ton-batubara-untuk-pembangkit-listrik/>
- [3] Dixon, S.L., C.A. Hall. 2010. "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery Sixth Edition."
- [4] Gupta, Rajat, Bachu Deb, R. D. Misra. "Performance Analysis of a Helical Savonius Rotor with Shaft at 45°." *Mechanical Engineering Research*; Vol. 3, No. 1; 2013.
- [5] Jeon, Soo Keum, Jun Ik Jeong, Jae-Kyung Pan, Ki-Wahn Ryu. "Effects of end plates with various shapes and sizes on helical Savonius wind turbines." *Renewable Energy* 79 (2015) 167-176.
- [6] Lee, Jae-Hoon, Young-Tae Lee, Hee-Chang Lim. "Effect of twist angle on the performance of Savonius wind turbine." *Renewable Energy* 89 (2016) 231-244.
- [7] Nugraha, Ihfazh Nurdin Eka, Waluyo, Syahrial. "Penerapan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan Generator Sinkron Satu Fasa 100 VA di UPI Bandung." *Jurnal Reka Elkomika* 2337-439X Oktober 2013 *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*.
- [8] Rosmin, Nurzanah. "Experimental study for the single-stage and double-stage two-bladed Savonius micro-sized turbine for rain water harvesting (RWH) system." *Energy Procedia* 68 (2015) 274-281.
- [9] Saha, U.K., M. Jaya Rajkumar. "On the performance analysis of Savonius rotor with twisted blades." *Renewable Energy* 31 (2006) 1776-1788.
- [10] Williamson, S.J., B.H. Stark, J.D. Booker. "Performance of a low-head pico-hydro Turgo turbine." *Applied Energy* 102 (2013) 1114-1126.
- [11] Sarma, N.K., A. Biswas, R.D. Misra. "Experimental and computation evaluation of Savonius hydrokinetic turbin for low velocity condition with comparison to Savonius wind turbine the same input power." *Energy Conversion and Management* 83 (2014) 88-98.
- [12] Anuj Kumar, R.P. Saini. "Performance parameters of Savonius type hydrokinetic turbine – A Review." *Renewable and Sustainable Energy Review* 64 (2016) 289-310.