

RANCANG BANGUN POMPA AIR TENAGA ANGIN UNTUK PENGAIRAN SAWAH MENGUNAKAN *VERTICAL WIND TURBINE* TIPE SAVONIUS

Sugiyanto, B. Tulung Prayoga, & Andhi Akhmad Ismail

Program Studi Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta 55281
Email: sugiyanto.ugm@gmail.com.

Abstrak

Pompa air sangat efektif untuk pengairan sawah terutama untuk daerah yang ketersediaan air tidak tercukupi sepanjang tahun, tetapi penggunaan pompa air juga mempunyai dampak ekonomi terhadap petani karena petani harus mengeluarkan biaya lebih untuk pembelian bahan bakar dan sewa pompa air tersebut. Sehingga diperlukan suatu alat yang dapat menjadi pompa air tanpa harus mengeluarkan biaya dalam penggunaannya. Di sisi lain, sawah sebagai salah satu lahan terbuka, memberikan perpindahan udara yang cukup untuk membantu terjadinya angin. Angin jika dimanfaatkan secara tepat bisa dijadikan sebagai energi alternatif penggerak pompa air. Dari analisa lapangan didapatkan kondisi lahan pertanian terbuka di daerah itu mempunyai laju kecepatan angin yang termasuk kategori rendah, yaitu berkisar 2 – 3 m/detik. Dengan kondisi ini memerlukan perancangan turbin angin yang mampu bekerja pada kondisi kecepatan angin yang rendah. Maka pemilihan turbin angin vertikal (VAWT) menjadi alternative terbaik. Tipe VAWT yang dipakai adalah tipe Savonius banyak tingkat untuk memungkinkan mendapatkan torsi yang tinggi. Pompa air tenaga angin dengan mekanisme pompa tali seal karet dapat digunakan untuk membantu sistem pengairan sawah. Hasil pengujian skala laboratorium dengan bantuan blower sebagai sumber energi angin adalah pada putaran turbin 30.8 rpm dan putaran poros output 55 rpm debit yang dihasilkan 2,6 liter/menit. Pada putaran turbin 39 rpm dan putaran poros output 68 rpm debit yang dihasilkan 3,4 liter/menit. Sedangkan pada putaran turbin 39.5 rpm dan putaran poros output 71,7 rpm debit yang dihasilkan 4,2 liter/menit.

Keywords : “Pompa Air Tenaga Angin”, “Vertical Axis Wind Turbine”, “Rotor Savonius”, “Pengairan Sawah”

1. Pendahuluan

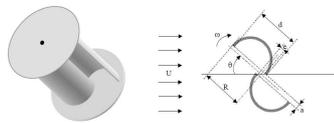
Permasalahan petani dan pertanian di Indonesia antara lain adalah masih banyaknya lahan tidur. Sehingga sebagai solusinya adalah pemanfaatan lahan tidur tersebut untuk pemberdayaan masyarakat serta mendorong gerakan pertanian dan teknologi pertanian yang ramah lingkungan (Anton Apriyanto, 2012). Meskipun demikian solusi tersebut merupakan solusi teoritis yang tidak melihat kondisi lapangan. Sebagai contoh banyaknya lahan tidur bukan dikarenakan petani tidak bersedia menggarap lahan tersebut, namun disebabkan oleh kondisi tidaknya adanya sumber pengairan terutama dimusim kemarau. Sehingga banyak petani yang sengaja membiarkan lahan tersebut terbengkalai. Solusi instannya adalah pembuatan sumber air dan kemudian mengangkat air tersebut dengan pompa air diesel. Permasalahan baru akan

muncul lagi apabila hal ini diterapkan, yaitu biaya produksi yang tinggi dan tentunya pemakaian teknologi yang tidak ramah lingkungan. Solusi yang paling *reliable* adalah pemanfaatan teknologi tepat guna yang memanfaatkan energi terbaharukan yang ada di sekitar lahan persawahan petani.

Energi yang paling memungkinkan adalah energi angin. Disamping itu memang potensi energi angin di Indonesia mencapai 9,29 GW yang belum semua termanfaatkan (ESDM, 2005). Pemanfaatan angin menggunakan turbin untuk memompa air sudah banyak digunakan. Namun pemilihan jenis turbin untuk konsumsi petani dengan kategori sederhana, mudah dibuat, mudah perawatan dan murah harus menjadi prioritas utamanya.

Dari sekian banyak jenis turbin angin, yang memiliki kapasitas daya kecil namun mempunyai keuntungan dalam hal biaya

produksi, instalasi, perawatan dan perbaikan adalah turbin angin jenis VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*) tipe Savonius (A.R. Jha, 2011). Turbin savonius merupakan turbin angin vertikal yang terdiri dari 2 sudu U yang membentuk huruf S. Diantara sudu-sudu tersebut terdapat *overlap* agar angin dapat menerpa sudu dari segala arah. Keunggulan dibanding jenis turbin angin lain adalah mampu beroperasi pada kecepatan angin yang relatif rendah (Sanjay, 2012). Skema bentuk turbin dan arah aliran angin terlihat di gambar 1.



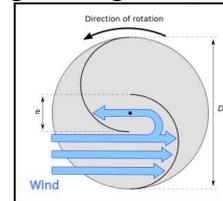
Gambar 1. Skema sudu turbin Savonius (Menet, 2005)

Pengujian untuk mengetahui potensi pemakaian turbin savonius untuk pompa air biaya murah dilakukan oleh *Brace Reserch Institute Canada*, dan disimpulkan bahwa meskipun turbin Savonius tidak seefisien *windmill* bila dibandingkan ukurannya, namun sangat potensial digunakan untuk memompa air irigasi di daerah belum berkembang dikarenakan biaya awal yang murah, material yang sederhana, kontruksi yang sederhana, dan biaya perawatan yang murah (Simonds, M.H. dan Bodek, A, 1964). Prototipe Turbin Savonius yang diberi nama Mark II diujikan pada kondisi kecepatan angin 6 mph mampu untuk mengangkat air sebanyak 4500 Galon per menit (Erik Andrus, 2012). Mark II ini dibuat tiga tingkat dengan sudu-sudunya dari drum oli bekas (Gambar 2).



Gambar 2. Prototipe dari Turbin savonius Mark II yang digunakan untuk irigasi (Erik Andrus, 2012)

Savonius merupakan turbin angin sumbu vertikal (VAWT). Rotor Savonius klasik tidak memungkinkan aliran udara mengalir diantara *blade*, dikarenakan antara *blade* tersebut saling terhubung rapat. Dalam perkembangan penelitian-penelitian selanjutnya konfigurasi dasarnya diubah dengan memberi overlap kecil untuk memungkinkan aliran udara mengalir diantara masing-masing sisi (Sanjay, 2012).



Gambar 3. Konfigurasi dasar Savonius (Sanjay, 2012)

Penelitian turbin Savonius untuk tingkat ganda menunjukkan hasil bahwa konfigurasi rotor konvensional menunjukkan hasil koefisien power yang lebih baik dibandingkan konfigurasi rotor modifikasi lainnya (Hussain, 2011).

Dari hasil pengujian, didapatkan rotor Savonius yang lebih baik lagi. Rotor savonius tersebut, kebanyakan digunakan dalam kapasitas yang terbatas dan efisiensi yang rendah, penggunaan terbaiknya adalah untuk aplikasi pengisian batere untuk telekomunikasi dan penerangan rumah. Secara luas Savonius juga digunakan sebagai motor starter bagi Darrieus karena kelemahan kemampuan Darrieus untuk self-starting pada kondisi kecepatan angin tertentu (A.R., Jha, 2011).

Meskipun mempunyai banyak kelemahan, penelitian-penelitian turbin Savonius terus berkembang dengan memodifikasi rotornya. Memodifikasi rotor Ravonius untuk produksi daya rumah tangga dan menghubungkannya dengan generator dc magnet permanen menggunakan *puley* dilakukan. Modifikasi dibuat dengan membuat *overlap* antara sudu berkisar 7 cm dan diameter sudu 30 cm, sehingga overlap rasio $e/d = 0,233$. Hasilnya menunjukkan, pada kecepatan angin rendah, yaitu 0,67 m/det sudah bisa membangkitkan

tegangan 7 volt dan arus 190,08 mA. Daya maksimal yang bisa dibangkitkan pada penelitian ini adalah sekitar 6,2 kW pada kecepatan hembusan angin 5 m/det. (Vinay, P.V, 2012).

Beberapa penelitian tentang Rotor Savonius hanya menghasilkan keluaran tegangan dan voltase yang kecil, sehingga kurang cocok untuk digunakan. Oleh karena itu, berbagai usaha untuk memanfaatkan kelebihan dari Rotor Savonius yang hemat biaya pembuatan, putaran awal yg ringan, bekerja pada putaran angin yg rendah, murah perawatan dan mudah dalam penggunaan sebagai penggerak pompa air untuk pengairan sawah. Kombinasi Rotor Savonius dengan sistem pompa air dengan roda penggerak akan mampu mengangkat air yang berada dalam sumber air.

Sedangkan metode yang diterapkan di lapangan adalah melibatkan peran serta kelompok tani untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat non teknis, yaitu : pembuatan sumur di persawahan, perakitan peralatan di persawahan, dan pengoperasian dan perawatan setelah alat terpasang di persawahan.

2. Perumusan Masalah

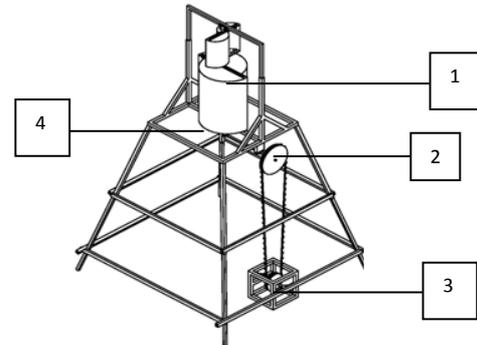
Penggunaan pompa air dengan bahan bakar minyak untuk pengairan sawah dirasa menambah biaya operasional dan juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan karena polusinya. Untuk itu dibutuhkan suatu alat tepat guna yang mampu menggantikan fungsi dari pompa air sebagai alat pengangkat air yang efektif dan efisien sebagai alat bantu pengairan lahan pertanian. Oleh karena itu, dirancanglah alat pengangkat air dengan angin sebagai energi penggerakannya.

3. Metodologi

Metode yang digunakan adalah merancang dan membuat pompa air tenaga angin.

3.1. Perancangan.

Tenaga angin digunakan untuk menggerakkan poros yang dihubungkan oleh mekanisme pompa air. Turbin angin yang digunakan menggunakan turbin angin vertikal yang mampu bekerja pada karakter kecepatan angin yang rendah. (Gambar 4)



Gambar 4. Perancangan pompa air tenaga angin

Keterangan gambar :

1. Turbin angin vertikal tipe Savonius
2. Mekanisme pompa air
3. Reservoir bawah
4. Mekanisme rangka penyangga

3.2. Pembuatan

a. Pembuatan Rotor Savonius

Roto dibuat dari bahan drum yang dibagi dua. Pemilihan drum dengan tujuan mudah pembuatannya dan harga yang murah. Sehingga petani dengan teknologi yang tersedia di masyarakat luas bisa melakukannya. Sistem dibuat bertingkat dengan menggunakan dua jenis drum yang berbeda. Tujuan dibuat bertingkat ini untuk lebih memaksimalkan menerima energi angin dari segala arah.



Gambar 5. Rotor Turbin Savonius yang digunakan

b. Pembuatan sistem transmisi

Roda Gigi Bevel : Roda gigi payung atau roda gigi trapesium digunakan apabila diinginkan antara sumbu input dan sumbu output menyudut 90°.



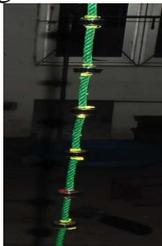
Gambar 6. Sistem transmisi yang digunakan pada pompa air tenaga angin

c. Pembuatan sambungan poros penggerak
Sambungan antara output bevel gear dengan poros penggerak pompa menggunakan sambungan yang fleksibel sehingga poros tidak membebani putaran out put roda gigi.



Gambar 7. Mekanisme sambungan poros penggerak yang digunakan.

d. Pembuatan mekanisme pemompaan
Sistem pemompaan dengan menggunakan mekanisme tali namun tidak memakai sistem sampul. Sistem yang digunakan menggunakan sistem katub dengan seal karet.



Gambar 8. Mekanisme tali dan katub seal karet yang digunakan.

e. Kontruksi sistem pompa tali

Mekanisme kontruksi ini menggunakan puli untuk menggerakkan tali yang terdapat seal karet. Puli atas yang dihubungkan dengan

sistem poros dan puli bawah yang berada di reservoir bawah.



Gambar 9. Puli atas yang terhubung dengan poros turbin

4. Hasil dan Pembahasan

Kontruksi pompa air tenaga angin dengan mekanisme tali bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Kontruksi pompa tali

Pengujian di skala laboratorium dilakukan dengan menggunakan bantuan blower tiga kecepatan untuk mevariasikan kecepatannya. Hasil pengujian disaat air terangkat keatas dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Air yang terangkat saat pengujian

Hasil pengujian dengan tiga kecepatan blower dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian skala Lab.

Putaran Turbin (rpm)	30.8	39	39.5
Putaran Output rpm)	55	68	71.7
Debit air (Liter/menit)	2.6	3.4	4.2

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan pompa dengan mekanisme tali dan digerakkan oleh turbin angin mampu mengangkat air dengan baik. Pompa tipe ini dalam pengklasifikasian termasuk pompa *positive displacement* yang mempunyai karakter debit kecil namun head tinggi. Sehingga saat diaplikasikan di daerah yang berkarakter kecepatan angin rendah mampu untuk mengangkat air dari sumur dengan kedalaman sumur pada umumnya.

Dengan kondisi energi angin saat diaplikasikan dilapangan mampu didapatkan 24 jam penuh maka masalah debit air yang masih kecil dapat diatasi karena pompa akan bekerja terus menerus.

5. Kesimpulan

- 1) Pompa air tenaga angin dengan mekanisme pompa tali seal karet dapat digunakan untuk membantu sistem pengairan sawah.
- 2) Hasil pengujian skala laboratorium dengan bantuan blower sebagai sumber energi angin adalah pada putaran turbin 30.8 rpm dan putaran poros output 55 rpm debit yang dihasilkan 2,6 liter/menit. Pada putaran turbin 39 rpm dan putaran poros output 68 rpm debit yang dihasilkan 3,4 liter/menit. Sedangkan pada putaran turbin 39.5 rpm dan putaran poros output 71,7 rpm debit yang dihasilkan 4,2 liter/menit.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih untuk LPPM-UGM atas dukungan terlaksananya pemanfaatan hasil penelitian dan penerapan teknologi tepat guna ini sesuai surat tugas pelaksanaan kegiatan nomor : LPPM-UGM/2135/PM/2013 TANGGAL 12 Agustus 2013.

6. Daftar Pustaka

- A.R., Jha. 2011. *Wind Turbine Technology*, Boca Rotan Florida, USA : CRC Pres.
- Hussain, H. A. and Goh, Jin Ming. 2011. *Experimental Investigation of S-Rotor*

in Open and Bounded Flows, World Academy of Science, Engineering and Technology no 60, Malaysia.

- Vinay, P.V. 2012. *Modified Savonius Rotor for Domestic Power Production*, J. of Engineering Science and Technology, Vol 4 No. 7.
- Sanjay W. R., Shamin, P., Aditya, K., Pratik, K., Pankaj, D., Sagar, P. 2012. *Design and Development of Micro Savonius Type Vawt*, proceeding of 3th Biennial national Conference on Nascent Technologies, Mumbai, India
- Apriyanto, Anton. 2012. *Konsep Pembangunan Pertanian*, Paparan Renbangtan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Zingman, Aron. 2007. *Optimization of a Savonius Rotor Vertical Axis Wind Turbine for Use in Water Pumping System in Rural Honduras*, Thesis, Massachusetts Institute Technology, USA
- Andrus, Erik. 2012. *The Savonius Rotor: A Durable Lowtech Approach to Wind Power*. Proceeding Project Report and Construction Manual, SARE (Sustainable Agriculture Research and Education), USA..
- Jean-Luc Menet and Andrew Leiper. 2005. *Prévision des performances aérodynamiques d'un nouveau type d'éolienne à axe vertical dérivée du rotor Savonius*, 17^{ème} Congrès Français de Mécanique, Troyes.
- Kementerian ESDM. 2005. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006 – 2025*, Jakarta.
- Simonds, M.H., dan Bodek, A. 1964. *Performance Test of savonius Rotor*. Brace Research Institute, McGill University, Quebec, Canada.