

MODEL TURBIN SAVONIUS 1-TINGKAT SEBAGAI PENGGERAK MULA POMPA AIR TANPA BAHAN BAKAR UNTUK PENGAIRAN

Yusuf Dewantoro Herlambang, Suwarti

Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang Fax.(024) 7472396

E-mail : masyusufdh@yahoo.com

Abstrak

Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan desain rotor turbin Savonius tipe-U multi stage memanfaatkan konstruksi setengah silinder sebagai penggerak mula pada pompa irigasi tanpa bahan bakar. Selanjutnya mengoptimasi jumlah tingkatan rotor tersebut, serta mengkaji karakteristik masing-masing rotor angin tersebut. Tahap awal penelitian adalah menyiapkan 3 konstruksi silinder berdiameter 500 mm yang dibuat dari lembaran stainless steel ukuran 2 mm. Ketiga selubung silinder dibelah menjadi 1, 2, 3, dan 4 bagian. Bagian-bagian selubung tersebut diputar dengan pusat sumbu adalah bagian tengah busur selubung sehingga silinder-silinder tersebut membentuk turbin Savonius U. Rotor yang telah dibuat berjumlah 5 buah (rotor 1-tingkat, 2-tingkat, 3-tingkat). Piringan penahan sudu, ini dibuat dari pelat galvalum dengan tebal 3 mm dan piringan penahan sudu ini memiliki diameter 700 mm. Rotor tubin dilengkapi dengan sebuah poros pejal yang dibuat dari besi St 37 berdiameter 50 mm. Tahap selanjutnya adalah uji karakteristik model. Dalam uji ini akan dilakukan optimasi jumlah sudu dan tingkat rotor Savonius U dengan variabel jumlah sudu dan jumlah tingkatan rotor. Uji dilakukan menggunakan blower sebagai sumber kecepatan angin. Parameter yang diukur adalah debit dan head aliran untuk menghitung daya input turbin serta head dan debit aliran yang dihasilkan oleh pompa torak untuk menghitung daya output pompa. Kinerja pompa yang paling baik adalah yang menghasilkan head dan debit keluaran paling tinggi. Hasil akhir pada tahap ini adalah jumlah tingkatan rotor yang optimum, dan jumlah sudu optimum. Hasil penelitian ini adalah spesifikasi turbin diameter 500 mm, tinggi sudu 400 mm, tebal sudu 1,2 mm, massa sudu 1,2 kg dengan diameter poros 50 mm. Daya hidrolis terbesar yang dihasilkan pompa adalah 1,27 watt, terjadi pada kecepatan angin 9,9 m/s dengan debit aliran terbesar adalah sebesar $0,000208 \text{ m}^3/\text{s}$ didapat pada variasi jumlah rotor 2-tingkat. Sedangkan efisiensi sistem yang paling tinggi adalah 1,06% yang diperoleh pada variasi rotor 2-tingkat, pada kecepatan angin 5 m/s.

Kata kunci : Konstruksi setengah silinder, Rotor bertingkat, Savonius U

1. Pendahuluan

Krisis energi yang dikenal secara internasional sebagai “Peak Oil” yang disebabkan oleh kelangkaan bahan bakar minyak, telah mendorong pemerintah untuk mengambil kebijakan di bidang energi antara lain melalui Keppres Nomor 43 tahun 1991 tentang konservasi energi, Keppres Nomor 10 tahun 2005 tentang penghematan energi. Keppres ini mengisyaratkan perlunya segera mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan guna mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

Pertanian adalah salah satu bidang yang memerlukan pengembangan teknologi pengolahan memanfaatkan sumber energi alternative, antara lain adalah pompa irigasi tanpa bahan bakar. Selama ini petani menggunakan pompa sentrifugal untuk keperluan irigasi. berukuran kecil dan

medium. Penggerak yang digunakan adalah motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM). Sekitar 56,8% petani menggunakan pompa berukuran kecil (diameter 50 mm) dan 32,4% petani menggunakan pompa berukuran sedang (diameter 100 mm). Para petani menggunakan sumber air dari aquifer dangkal dan sumber air dari sungai-sungai yang ada untuk mensuplai irigasi saat musim kering. Pompa-pompa tersebut mengairi sekitar 120.000 hektar di Jawa (Prabowo dkk, 2003). Penggunaan BBM pada pompa irigasi menambah biaya operasional untuk pengolahan lahan. Menurut Supriyadi petani dari desa Cangkep Purworejo, 1 hektar sawah memerlukan biaya rata-rata sebesar Rp 150.000/minggu (harga solar Rp 4.300/liter) selama musim kemarau. Demikian juga disampaikan oleh Subagio

ketua kelompok tani Sebaung Makmur Ambarawa Semarang, mereka harus mengeluarkan biaya bahan bakar sebesar 6 juta rupiah untuk mengairi 4,5 hektar sawah (komunikasi langsung, 2008).

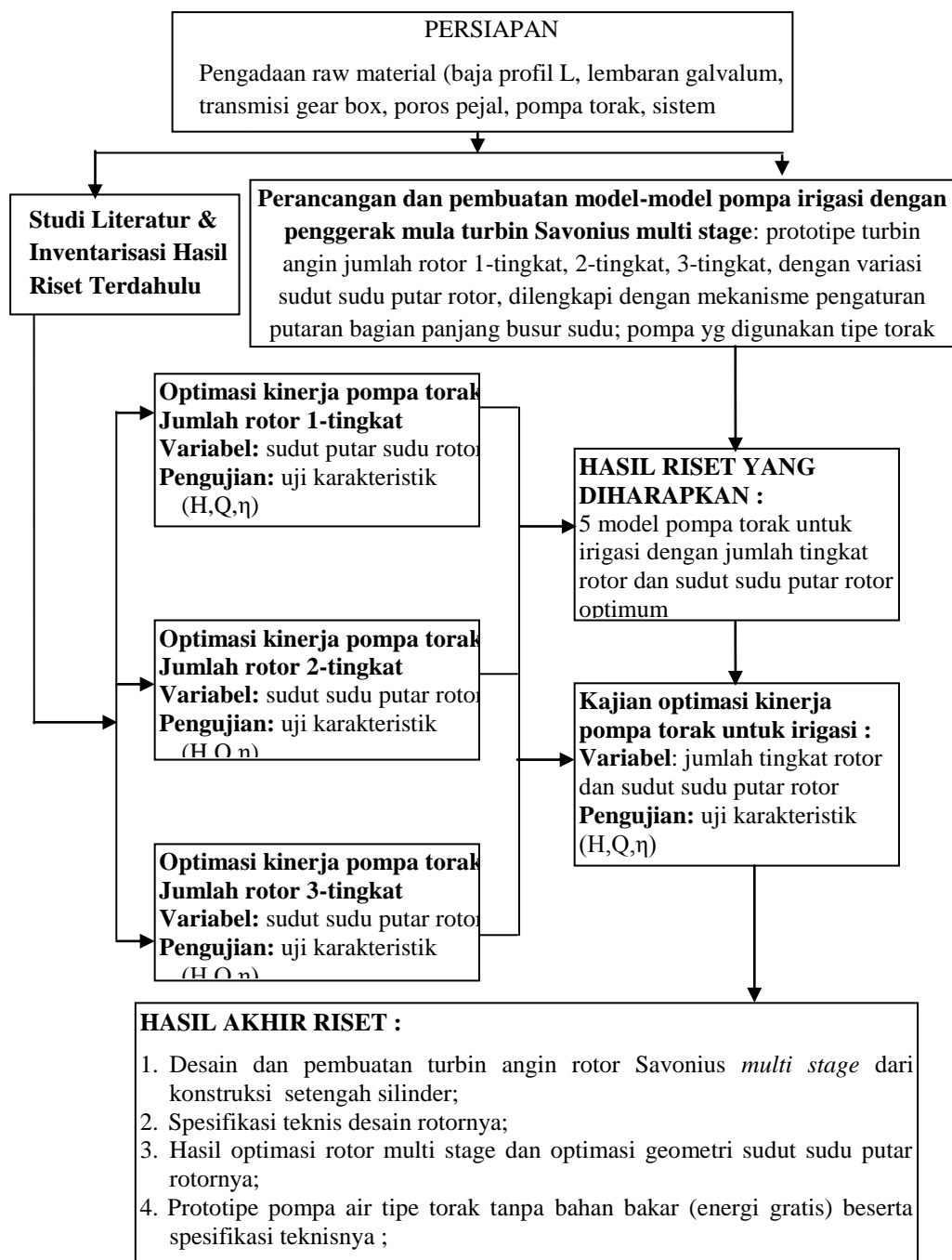
Berdasarkan masalah yang dihadapi para petani, maka perlu dilakukan usaha untuk mengatasi kesulitan para petani. Salah satunya adalah pemanfaatan energi aliran sungai untuk menggerakkan pompa irigasi bagi daerah persawahan yang memanfaatkan air sungai untuk irigasi. Model turbin angin Savonius U merupakan alat yang dapat digunakan untuk menggerakkan pompa memanfaatkan tenaga aliran sungai. Pengembangan desain turbin Savonius U ke arah yang lebih sederhana sangat diperlukan, karena turbin Savonius U yang saat ini biasa digunakan memiliki desain yang rumit. Dalam penelitian ini akan dikaji desain turbin Savonius U yang dibuat dari konstruksi silinder untuk menggerakkan pompa torak yang digunakan sebagai pompa irigasi. Optimasi beberapa parameter perlu dilakukan agar didapatkan desain turbin yang paling baik kinerjanya antara lain jumlah sudu (bagian selubung silinder), jumlah tongkat rotor/rotor bertingkat, dan sudut sudu putar aliran angin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain rotor turbin Savonius tipe-U *multi stage* memanfaatkan

konstruksi setengah silinder sebagai penggerak mula pada pompa irigasi tanpa bahan bakar. Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi literatur rekayasa turbin angin rotor Savonius yang berfungsi sebagai penggerak mula. Merancang dan membuat model-model rotor Savonius dari konstruksi setengah silinder sebagai penggerak mula pada pompa torak untuk irigasi. Mengkaji optimasi rotor Savonius U bertingkat (*multi stage rotor*) terhadap unjuk kerja turbin. Melakukan analisis optimasi desain rotor angin tersebut yang difungsikan sebagai penggerak mula pada pompa torak untuk irigasi tanpa bahan bakar (energi gratis). Melakukan proses manufaktur prototipe pompa torak untuk irigasi.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan studi literatur dan studi hasil riset-riset sebelumnya, studi potensi angin, tahap perancangan alat, tahap pemilihan bahan, tahap pengerjaan, tahap perakitan, dan tahap pengujian alat. Tahapan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir dan tahapan pekerjaan penelitian seperti di bawah ini. Tahapan-tahapan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tahapan kegiatan penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Turbin Savonius U yaitu udara yang mengalir menumbuk sudu dan kecepatan angin dibelokkan dalam rotor menumbuk sudu yang lain, sehingga rotor akan berputar secara optimal. Kemudian angin menumbuk sudu turbin dan turbin tersebut akan menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik yang berupa putaran dari turbin tersebut kemudian dihubungkan dengan poros pompa torak dengan melalui transmisi

roda gigi dengan perbandingan 5:1 terlebih dahulu, sehingga pompa torak tersebut berputar dan menghasilkan daya hidrolis pompa. Air yang telah menumbuk turbin digunakan untuk mengairi sawah para petani yang lokasinya terletak setelah posisi turbin.



Gambar 2. Savonius 1-tingkat

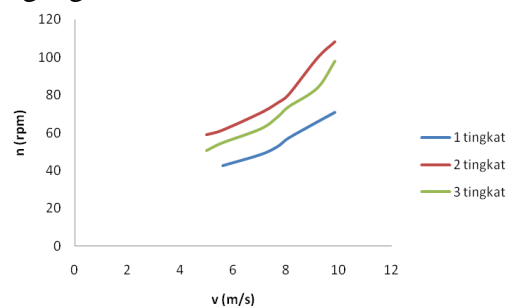
Proses pengujian turbin Savonius U ini dimulai dengan berturut-turut jumlah rotor 1-tingkat, rotor 2-tingkat, dan rotor 3-tingkat. Pengujian menggunakan alat blower yang berfungsi sebagai sumber kecepatan angin. Aliran yang masuk ke bagian dalam rotor akan menumbuk sudu yang lain, sehingga turbin berputar. Putaran turbin ini kemudian digerakkan untuk menggerakkan pompa torak melalui transmisi dengan perbandingan 5:1. Pengukuran dilakukan terhadap kecepatan aliran angin masuk turbin, debit keluaran pompa, head statis pompa dibuat tetap. Data hasil pengukuran diolah untuk mendapatkan debit aliran masukan, daya hidrolis aliran, daya hidrolis keluaran pompa dan efisiensi sistem. Pengambilan data dilakukan pada sudut sudu tetap dan tidak memvariasikan sudut sudu. Pengambilan data pengujian turbin Savonius U ini kemudian dilanjutkan pada rotor 1-tingkat, rotor 2-tingkat, dan rotor 3-tingkat.



Gambar 3. Alat ukur fluida dan pompa torak

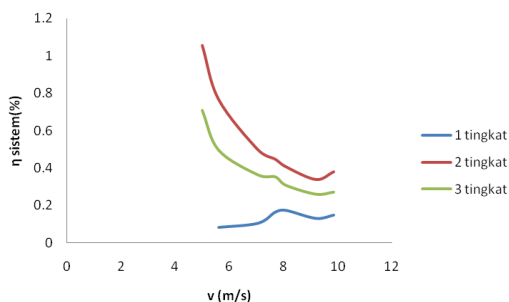
Berdasarkan pada gambar 2 yaitu grafik hubungan antara putaran turbin (rpm) dengan debit actual pompa Q_a (m^3/s) di atas

terlihat bahwa putaran poros turbin mempengaruhi besarnya debit pompa. Semakin besar putaran poros turbin, maka debit actual pompa juga akan semakin meningkat. Terbukti bahwa pada putaran poros turbin sebesar 108,4 rpm menghasilkan debit actual pompa tertinggi yaitu sebesar $0,000208 m^3/s$ pada rotor Savonius 2-tingkat. Sedangkan debit pompa paling rendah sebesar $0,0000122 m^3/s$ dihasilkan pada putaran poros turbin 42,8 rpm terjadi pada rotor Savonius 1-tingkat. Hal ini juga terjadi karena beban pada rotor Savonius 1-tingkat terlalu kecil, sehingga akan mempengaruhi putaran poros turbin yang digunakan untuk pompa untuk mengangkat air.



Gambar 4. Grafik hubungan putaran turbin (rpm) dengan kecepatan angin (m/s)

Berdasarkan pada gambar 4 yaitu grafik hubungan antara kecepatan angin (m/s) dengan putaran turbin (rpm) di atas terlihat bahwa kecepatan angin mempengaruhi nilai putaran poros mekanis turbin. Kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran poros yang berarti bahwa semakin besar kecepatan angin, maka putaran poros turbin juga akan semakin meningkat. Pada kecepatan angin 9,9 m/s menghasilkan putaran poros turbin tertinggi sebesar 108,4 rpm pada rotor Savonius 2-tingkat. Sedangkan putaran poros paling rendah yaitu 42,8 rpm dihasilkan pada kecepatan angin 5 m/s terjadi pada rotor Savonius 1-tingkat. Hal ini terjadi karena luas sapuan rotor pada rotor Savonius 1-tingkat terlalu kecil, sehingga akan mempengaruhi putaran poros turbin.



Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan angin (m/s) dengan efisiensi system (%)

Berdasarkan pada gambar 5 yaitu grafik hubungan antara di atas terlihat bahwa kecepatan angin mempengaruhi efisiensi sistem. Semakin besar kecepatan angin, maka efisiensi system tidak selalu meningkat yang berarti ada titik optimumnya. Terbukti bahwa pada kecepatan angin 5 m/s menghasilkan efisiensi sistem tertinggi sebesar 1,06% pada rotor Savonius 2-tingkat. Sedangkan efisiensi turbin yang dicapai sebesar 99,86%. Hal ini terjadi karena ada kesalahan dalam perancangan rotor Savonius yang memiliki diameter sapuan rotor melebihi diameter blower dan juga dalam perancangan pompa yaitu diameter poros terlalu besar yang mengakibatkan beban turbin untuk memutar pompa terlalu besar. Sedangkan efisiensi sistem paling rendah yaitu 0,08% dihasilkan pada kecepatan angin 5 m/s terjadi pada rotor Savonius 1-tingkat. Hal ini juga terjadi karena beban pada rotor Savonius 1-tingkat terlalu kecil, sehingga akan mempengaruhi putaran poros turbin yang digunakan untuk pompa untuk mengangkat air.

Keunggulan Teknologi

a. Keunggulan Inovatif

- Merupakan pendekatan teknologi menggunakan multistage sudu.
- Jika diterapkan untuk pembangkit tenaga listrik, dapat didesain dengan dimensi yang besar untuk menghasilkan daya sesuai kebutuhan.

b. Keunggulan Komparatif

- Jika diterapkan untuk pembangkit energy akan dapat menerima energi

angin dari segala arah dan meningkatkan aliran udara menumbuk turbin, sehingga akan meningkatkan efisiensi dan daya turbin.

- Material yang murah dan mudah didapatkan di pasaran akan menekan biaya produksi

Prospek Aplikasi

- Penerapan multistage rotor akan meningkatkan efisiensi dan daya turbin angin.
- Dukungan material yang murah dan mudah diperoleh dipasaran, akan menekan biaya investasi pembangunan pembangkit.
- Desain turbin untuk kecepatan angin rendah bisa diaplikasikan di seluruh wilayah Indonesia yang memiliki potensi angin diatas 5 m/s.

3. Kesimpulan

1. Berdasarkan pada hasil pengujian, turbin Savonius U rotor bertingkat sebagai penggerak pompa air untuk pengairan yang dibuat berdasarkan konstruksi silinder yang dibelah menjadi dua memiliki turbin Savonius U rotor bertingkat yang telah dibuat berdasarkan konstruksi setengah silinder dengan diameter 500 mm, tinggi sudu 400 mm, tebal sudu 1,2 mm, massa sudu 1,2 kg dengan diameter poros 50 mm.
2. Effisiensi paling optimum adalah pada variasi 2 tingkat. Dikarenakan pada pengujian 2 tingkat cakupan angin luas, tidak terpengaruh beban berat turbin itu sendiri dan luas sapuan angin tidak terlalu kecil. Sehingga menghasilkan putaran poros yang tinggi, dan effisiensi yang tinggi pula. Hal ini juga dikarenakan pada pengujian turbin angin Savonius tipe U pada 1 tingkat turbinnya terlalu kecil atau luas sapuan turbinnya kecil, sedangkan pada 3 tingkat bebannya terlalu berat sehingga mempengaruhi putaran poros turbin.
3. Effisiensi sistem yang paling kecil yaitu sebesar 0,08% didapat pada variasi rotor

1-tingkat pada kecepatan angin 5,6 m/s, daya hidrolis 0,05 watt, dan debit 0,044 m³/jam.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA POLINES No: 0098/023-04.2/XIII/2010 untuk pelaksanaan Penelitian STRATEGIS NASIONAL Nomor 292/K10/PPK/LK/2010. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Sahid dan Sudjito yang telah banyak membantu menyelesaikan penelitian ini. Semoga karya ini bermanfaat untuk kita semua. Amiin.

DAFTAR PUSTAKA

- Bellis. 2002. *Lester Allan Pelton-Water Turbines and the Beginnings of Hydroelectricity*. Inventors Journal. <http://Inventors.abuot.com/gi/dynamic/offsite.htm>
- Dietzel F. 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta
- Edi Wibowo, Fitroh Amalia, Nadhir Yusmalina, Riza Muhamad N Z. 2007. *Pompa sentrifugal dengan penggerak turbin air tipe Aksial untuk keperluan irigasi*. Polines. Semarang
- Gatot S., Bono. 2005. *Rancang bangun turbin savonius untuk menggerakkan pompa lobe*. Jurnal Eksergi. Vol 1 nomor 2. hal 60-66. ISSN 0216-8685
- Gatot S., Bono, Yusuf DH. 2007. *Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu pengarah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidr*. Jurnal Eksergi. Vol 3 nomor 1 hal 22-28. ISSN 0216-8685.
- Gatot S., Sahid, Yusuf DH. 2007. *Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu outlet untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Jurnal Eksergi Vol 3 nomor 1 hal 9-16. ISSN 0216-8685
- Prabowo A, A Hendriadi, Novi S, Hari G, dan Affifudin. 2003. *Metode Perbaikan Disain Pompa Sentrifugal Diterapkan Untuk Pompa Buatan Lokal*. Temu Ilmiah Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Bogor, 16 Desember 2003
- Sahid, Suwoto G. 2004. *Rancang Bangun Turbin Mikro Aliran Silang untu Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Proseding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Politeknik negeri Semarang, Semarang
- Sahid, Gatot S. 2006. *Peningkatan kinerja melalui optimasi jumlah sudu pada turbin crossflow untuk PLTMh*. Rekayasa mesin vol III nomor 3. hal 133-144. ISSN 1411-6863
- Yusuf DH. 2008. *Unjukkerja Turbin Angin Nibe 3-sudu Menggunakan Pompa Sudu Luncur untuk Pengambilan Air*, Jurnal Eksergi. Vol 4 nomor 2. hal 52-60. ISSN 0216-8685