

Rancang Bangun Sistem Penggerak Pompa Air Menggunakan Kincir Angin untuk Pengairan Rumput di Lahan Pasir

Rivan Muhfidin¹, Dandung Rudy Hartana¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : rivanm@itny.ac.id

ABSTRAK

Lahan pesisir pantai kini semakin banyak digunakan untuk pertanian. Namun, ketersediaan air yang terbatas menjadi kendala yang dihadapi oleh petani. Sumber energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang tersedia secara melimpah di daerah pesisir pantai. Pemanfaatan sumber energi angin menggunakan kincir angin yang dihubungkan dengan pompa air adalah solusi untuk mengangkat air pada lahan tersebut. Kincir angin vertikal tipe savonius dipilih karena mampu beroperasi pada angin dengan kecepatan rendah. Turbin angin berfungsi mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik dalam bentuk rotasi menjadi gerak translasi untuk menggerakkan pompa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kecepatan angin 1,5 m/s dan putaran kincir angin mencapai 30 rpm menghasilkan debit 30 liter/menit. Sedangkan pada kecepatan angin 4 m/s dan putaran kincir angin mencapai 75 rpm menghasilkan debit 75 liter/menit.

Kata kunci: kincir angin vertikal, pompa, pengairan lahan

ABSTRACT

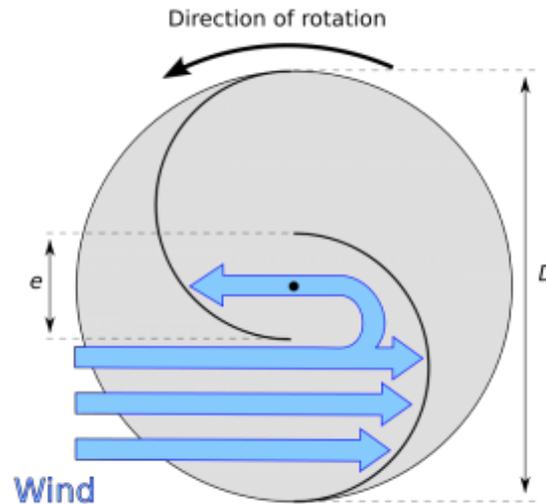
Recently, coastal areas start to use as farming areas. The limitation of water availability in that area becomes a problem faced by the farmer. The wind is one of the renewable energy resources available in abundance in coastal areas. Wind energy usage by wind turbines connected with the water pump becomes a solution to the water in that area. Vertical axis wind turbine savonius type was chosen because of its ability to operate under low wind speed. Wind turbines work to convert the wind's kinetic energy into mechanical energy in rotational form into translational motion to drive the pump. The result shows that wind speed 1,5 m/s and rotational speed 30 rpm, resulting in water flow rate 30 liters/minutes. Meanwhile, wind speed 4 m/s and rotational speed 75 rpm, resulting in water flow rate 75 liters/minutes.

Keyword : vertical axis wind turbine, pump, irrigation

1. PENDAHULUAN

Sumber energi angin merupakan salah satu sumber energi yang masih belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Potensi sumber energi angin di Indonesia mencapai 9,29 GW masih belum bisa dimanfaatkan secara signifikan [1]. Kecepatan angin rata-rata di Indonesia secara umum rata-rata mencapai 3 – 7 m/s. Kecepatan tersebut masih tergolong kecepatan angin rendah. Pemanfaatan sumber energi tersebut dapat menggunakan kincir angin. Pada umumnya, kincir angin sumbu horizontal lebih banyak digunakan. Namun, kincir angin sumbu horizontal memiliki beberapa masalah. Menurut penelitian Herman F. Veldkamp [2], daya pada kincir angin sumbu horizontal akan menurun 50% akibat serangga yang menempel pada sudu-sudu kincir angin. Perubahan dari siang ke malam membuat serangga tersebut keluar dari tempat asalnya sehingga menabrak kincir angin.

Kincir angin dengan sumbu vertikal menjadi salah satu opsi untuk menggantikan kincir angin sumbu horizontal. Kincir angin sumbu vertikal tidak terlalu peka terhadap arah angin dan turbulensi dibanding kincir angin sumbu horizontal. Dengan demikian, kincir angin sumbu vertikal bisa dipasang pada ketinggian yang rendah, bahkan bisa dekat dengan tanah. Pembangunan konstruksi kincir angin sumbu vertikal menjadi lebih mudah serta perawatan lebih terjaga. Kincir angin sumbu vertikal terdiri dari tiga jenis, yaitu tipe Savonius, tipe Darrieus, dan tipe Giromill [3]. Kincir angin sumbu vertikal dengan tipe savonius menjadi pilihan yang cukup menjanjikan karena jenis ini dapat beroperasi pada kecepatan angin yang relatif rendah [4]. Kincir angin savonius biasanya memiliki dua sampai tiga sudu bahkan lebih. Desain dasar kincir angin savonius memungkinkan kincir berputar relatif lambat namun tetap menghasilkan torsi yang relatif tinggi sebagai hasil dari putaran tersebut. Konfigurasi dasar dari kincir angin savonius ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi dasar kincir angin vertikal tipe savonius [4]

Indonesia sebagai negara kepulauan tentu memiliki banyak lahan pasir pantai. Lahan pasir pantai merupakan lahan marginal. Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia membuat kebutuhan tempat tinggal meningkat. Hal tersebut membuat banyak lahan pertanian dialihfungsikan menjadi area perumahan. Dari permasalahan tersebut, area lahan marginal di pasir pantai menjadi salah satu solusi untuk menjadi area bercocok tanam. Namun kendala yang terjadi yaitu ketersediaan air yang kurang memadai. Pada akhirnya petani menggunakan pompa air diesel untuk mengangkat air. Muncul permasalahan baru, yakni penerapan teknologi yang tidak ramah lingkungan dan membutuhkan biaya yang tinggi. Sebagai jalan keluarnya adalah pemanfaatan teknologi tepat guna dengan energi terbarukan.

Energi angin adalah energi yang paling memungkinkan untuk digunakan. Sumber energi angin digunakan untuk menggerakkan kincir angin yang terhubung dengan pompa air. Kincir angin vertikal tipe savonius dipilih karena mampu beroperasi pada angin dengan kecepatan rendah. Pengujian penggunaan kincir angin savonius untuk pompa air telah dilakukan oleh Simond dan Bodek [5]. Penggunaan kincir angin savonius tidak terlalu efisien jika dibandingkan dengan kincir angin yang lain. Namun, savonius sangat potensial untuk digunakan karena konstruksi dan materialnya mudah didapatkan dan biaya perawatan yang murah. Kincir angin savonius yang diuji dengan kecepatan angin 6 mph mampu mengangkat air sebanyak 4500 galon per menit [6]. Prototipe kincir angin tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Kincir angin dengan nama Mark II yang dibuat oleh Erik memiliki tiga tingkat dengan masing-masing dua sudu. Sudu-sudu kincir angin tersebut dibuat dengan drum oli bekas.



Gambar 2. Prototipe Kincir Angin Savonius Mark II [6]

Pengairan pada lahan pasir tergantung pada sumber mata air. Sumber-sumber mata air tersebut berasal dari sumur bor dalam. Ketersediaan air pada sumber tersebut tidak jadi masalah ketika musim penghujan, tetapi menjadi masalah ketika musim kemarau. Untuk menyalurkan air dari sumber, biasanya menggunakan mesin

pompa diesel. Hal itu menyebabkan membengkaknya biaya operasional dan penerapan teknologi yang tidak ramah lingkungan. Solusi yang memungkinkan dengan menerapkan teknologi terbarukan adalah kincir angin vertikal savonius dengan sistem penggerak pompa air. Kincir angin vertikal savonius dihubungkan dengan pompa torak akan mampu mengangkat air yang berada di sumur bor.

Memperhatikan semua permasalahan dan solusi yang dimungkinkan tersebut, maka tujuan dalam penelitian ini adalah mengembangkan rancang bangun sistem penggerak pompa air menggunakan kincir angin vertikal savonius untuk pengairan rumput di lahan pasir.

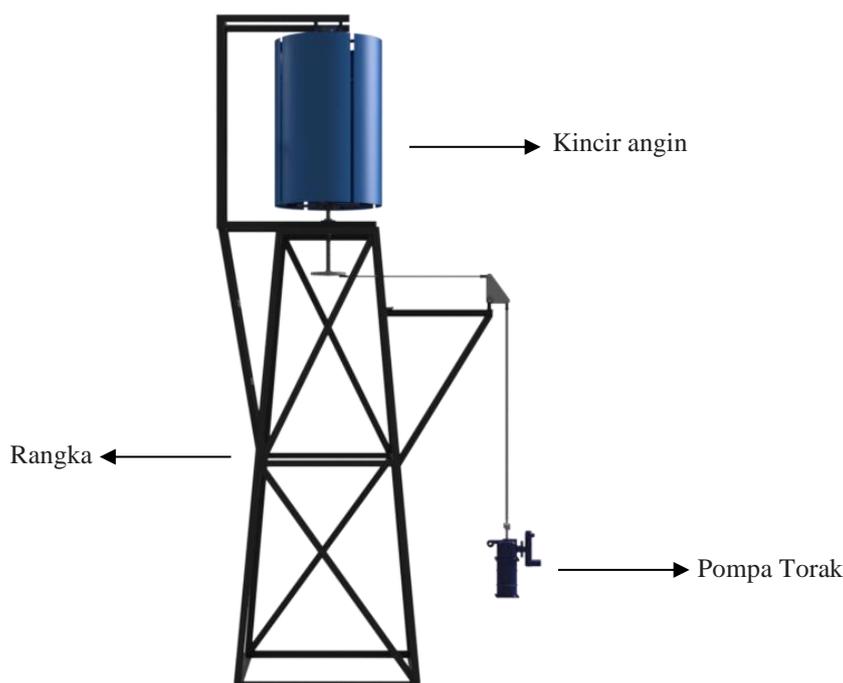
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini pada prinsipnya mengembangkan rancang bangun kincir angin sumbu vertikal savonius sebagai sistem penggerak pompa air untuk pengairan di lahan pasir.

2.1. Pemodelan/Perancangan Alat

Pemodelan atau perancangan alat berfungsi untuk memudahkan dan mengefektifkan kerja. Pemodelan kincir angin vertikal savonius sebagai penggerak pompa air untuk mengaliri lahan pasir dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam pemodelan juga diperlukan perhitungan dalam rancang bangun alat tersebut. Terdapat 3 komponen utama dalam perancangan alat, yakni kincir angin vertikal, rangka, dan pompa torak. Kincir angin vertikal adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik untuk menggerakkan pompa torak. Perancangan sudu pada kincir angin, baik radius maupun lebar penampang, sangat mempengaruhi aliran udara yang melewati sudu kincir angin [7].

Rangka utama sebagai rangka dari semua komponen dengan ketinggian 4 m. Pompa torak adalah pompa air manual yang digunakan untuk memompa air



Gambar 3. Model Sistem Penggerak Pompa Air Menggunakan Kincir Angin

2.2. Pembuatan Alat

Langkah selanjutnya adalah merealisasikan alat berdasarkan pemodelan yang sudah dilakukan. Pembuatan alat dilakukan dengan proses pemesinan, seperti pengerjaan potong, pengerjaan bubut, bor, dan pengelasan. Komponen-komponen tersebut kemudian dirakit menjadi satu rangkaian. Bagian rangka dilapisi dengan cat anti karat agar tidak mudah karat akibat kadar garam tinggi yang terbawa angin. Bagian bawah rangka dibaut ke pondasi beton seperti pada Gambar 4. Pemasangan alat dilakukan di lahan pasir yang berada di Dusun Patihan, Desa Gadingsari, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul. Air yang keluar dari pompa dimanfaatkan petani untuk mengairi rumput yang berada di lokasi tersebut.



Gambar 4. Pemasangan kincir angin dan seluruh komponen di lahan pasir

2.3. Pengukuran data

Pengukuran data kecepatan angin diperlukan untuk kebutuhan analisa. Pengambilan data dilakukan langsung di Dusun Patihan, Desa Gadingsari, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer, sedangkan kecepatan putar dari kincir angin diukur menggunakan tachometer. Pengukuran komponen pompa torak diukur menggunakan jangka sorong, seperti diameter silinder dan panjang langkah.

2.4. Analisa

Analisa data adalah proses untuk menghitung dan mengatur data secara sistematis yang didapatkan dari wawancara, pengambilan data dari lapangan dan sumber lainnya sehingga mudah dipahami dan bisa diinformasikan kepada orang lain [8].

Pengambilan data kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir angin telah dapat digunakan untuk mengukur debit air yang bisa didapatkan. Volume air yang dihasilkan oleh pompa torak dalam satu kali usaha dapat dihitung dengan persamaan (1)

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \quad (1)$$

Dimana V adalah volume air yang dihasilkan pompa torak dalam satuan m^3 , D adalah diameter silinder pompa torak dalam satuan m dan L adalah panjang langkah pompa torak dalam satuan m.

Adapun debit air yang dihasilkan pompa torak ketika beroperasi dengan kincir angin dapat dihitung dengan persamaan (2)

$$Q = V \times n \quad (2)$$

Dimana Q adalah debit air (m^3 /menit), V adalah volume air dalam sekali usaha (m^3), dan n adalah kecepatan dari kincir angin (rpm).

3. HASIL DAN ANALISIS

Sebuah pompa torak memiliki diameter silinder 92,34 mm dan panjang langkah 150,5 mm. Dengan menggunakan persamaan (1), maka volume air yang dihasilkan dalam satu kali usaha sebesar 1,007 liter atau 0,001 m³. Adapun potensi debit air yang bisa dihasilkan berdasarkan persamaan (2) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Debit Air yang dihasilkan

Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan putaran kincir (rpm)	Volume (liter)	Debit air (liter/menit)
1,5	30	1	30
2	35	1	35
2,5	45	1	45
3	55	1	55
3,5	64	1	64
4	75	1	75

Kecepatan angin tidak dapat diprediksi, namun dengan lokasi di sekitar pesisir akan membuat kincir tetap berputar sehingga bisa tetap mengangkat air. Pada angin kecepatan rendah, potensi debit air yang dihasilkan sekitar 30 liter/menit. Semakin tinggi kecepatan angin, debit air yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Dengan kecepatan angin 4 m/s berpotensi mendapatkan debit air 75 liter/menit.

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan sistem penggerak pompa air menggunakan kincir angin savonius yang mampu mengangkat air dengan baik. Dengan kondisi lapangan yang tersedia angin hampir 24 penuh, maka kincir angin berpotensi untuk bekerja terus menerus. Meskipun dengan kecepatan rendah dan debit air rendah, namun air tetap bisa didapatkan sehingga petani tidak perlu lagi menggunakan pompa diesel untuk mengangkat air dari sumur bor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa pompa air dengan sistem kincir angin dapat digunakan untuk membantu sistem pengairan pada lahan pasir. Pada kecepatan angin yang cukup rendah 1,5 m/s debit air yang dihasilkan 30 liter/menit. Sedangkan pada kecepatan 4 m/s, debit air yang dihasilkan 75 liter/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006 – 2025*. Jakarta. 2006
- [2] Corten, G., Veldkamp, H. Insects can halve wind-turbine power. *Nature*. 2001; 412: 41-42
- [3] Farhan A. Khammas, et al. Overview of Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) is one of the Wind Energy Application. *Applied Mechanics and Materials*. 2015; 739: 388-392
- [4] Sanjay W. Rukhande, et al. *Design and Development of Micro Savonius Type VAWT*. Proceeding of the Third Biennial National Conference on Nascent Technologies (NCNTE-2012). Mumbai. 2012: 81-84
- [5] Simonds, M.H., Bodek, A. *Performance Test of Savonius Rotor*. Canada: McGill University. 1964.
- [6] Erik Andrus. *The Savonius Rotor: A Durable Lowtech Approach to Wind Power*. Proceeding of Project Report Construction Manual, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). USA. 2012
- [7] Delfika Canra, Emin Haris, Meri Rahmi. Analisa Aliran Angin Pada Sudu Turbin Angin Savonius Tipe-U Berbasis Software. *Jurnal Teknologi Terapan*. 2018; 4: 92-101
- [8] Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 2013