

INST: Instrumentasi dan Elektronika

ID	NAMA PESERTA	INSTITUSI	JUDUL MAKALAH
INST-01	Haryo Dwi Prananto	UNJ	RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN PERBEDAAN JUMLAH SUDU
INST-06	Christin Stefphanie	Universitas Negeri Jakarta	PENGEMBANGAN DESAIN TEROWONGAN ANGIN SEDERHANA
INST-16	Amanda Larasati	UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA	Pengenalan Citra Batik Menggunakan Metode Cellular Automata

INST-01: RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN PERBEDAAN JUMLAH SUDU

Haryo Dwi Prananto^{*)}, Esmar Budi, Hadi Nasbey

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta
Jalan Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

^{*)} Email: haryo_kalistus@yahoo.com

Abstrak

Telah dirancang bangun turbin angin vertical tipe Hybrid Savonius-Darrieus dengan perbedaan jumlah sudu. Turbin angin savonius yang dibuat bertipe *single step*, sedangkan darrieus yang digunakan adalah tipe H-Rotor. Desain turbin dibuat 2 jenis dengan perbedaan jumlah sudu antara turbin savonius dengan darrieus. Desain pertama jumlah sudu turbin savonius lebih banyak (3 sudu) dibanding jumlah sudu darrieus (2 sudu). Sebaliknya, pada desain kedua jumlah sudu turbin darrieus lebih banyak (3 sudu) dibanding jumlah sudu turbin savonius (2 sudu). Kedua desain diuji dengan kecepatan angin yang berbeda. Kemudian diambil data RPM (*Rotation Per Minute*), tegangan, dan kuat arus pada setiap kecepatan angin. Kemudian dihitung daya keluarannya. Hasil yang didapat RPM dan daya keluaran pada desain kedua lebih besar dibandingkan dengan desain pertama di setiap kecepatan angin.

Keywords: Hybrid VAWT, Savonius, H-Rotor, Number of Blade, RPM, Daya Keluaran

1. Pendahuluan

Berdasarkan stastistik EBTKE tahun 2012 dari wilayah Indonesia mempunyai potensi tenaga angin yang banyak berada di tingkat skala menengah pada klasifikasi potensi anginnya. Hal ini dilihat dari 51 wilayah Indonesia dimana 36 wilayahnya termasuk dalam kasifikasi skala menengah [1]. Klasifikasi ini berdasarkan perbandingan kecepatan rata-rata angin pada elevasi 24 m diatas permukaan laut (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2012).

Potensi angin inilah yang dapat dimanfaatkan Indonesia sebagai sumber energi terbarukan yang murah dan juga ramah lingkungan. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin dapat diubah menjadi sumber listrik. Sedangkan turbin angin yang cocok untuk dipakai adalah turbin angin yang menggunakan sumbu vertikal. Hal ini karena turbin angin sumbu vertikal dapat digerakkan oleh angin berkecepatan rendah sekalipun.

Dalam perkembangannya, turbin angin vertikal yang terbaru adalah tipe hybrid. Tipe hybrid pada turbin angin sumbu vertikal adalah gabungan dari rotor savonius dan rotor darrieus dalam satu sumbu vertikal. Kelebihan tipe turbin ini adalah mempunyai 2 gaya dalam perputarannya, yaitu gaya hambat (pada savonius) dan gaya angkat (darrieus). Dimana gaya hambat berfungsi dalam self starting turbin, sedangkan gaya angkat airfoil berfungsi untuk mempercepat putaran turbin.

Salah satu perkembangan turbin angin hybrid dapat ditemukan pada jurnal Jahangir Alam [2] dan jurnal S.M. Rassoulinejad-Mousavi [3]. Pada jurnal milik Alam, turbin angina vertikal tipe hybrid diteliti dimana terdiri dari savonius double stage dan 4 sudu H-Rotor. Sedangkan jurnal milik Rassoulinejad melakukan uji eksperimen dengan pengaruh susunan sudu pada turbin angina vertical tipe hybrid.

Berdasarkan jurnal-jurnal acuan tersebut, maka dikembangkanlah penelitian tersebut dengan memilih variasi perbedaan jumlah sudu pada setiap rotor (savonius & darrieus) dalam satu sumbu turbin angin tipe hybrid. Hal ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu pada setiap sudu rotor di turbin angina vertical tipe hybrid terhadap RPM (*Rotation Per Minute*) turbin tersebut.

2. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode riset dan pengembangan. Dimana penelitian mengembangkan turbin angin sumbu vertikal tipe hybrid yang telah dikembangkan sebelumnya dengan merancang bangun turbin tersebut dengan variasi jumlah sudu pada setiap rotornya. Pengujian turbin dilakukan skala lab, dimana sumber angin berasal dari *wind tunnel*.

Desain turbin dibuat 2 jenis dengan perbedaan jumlah sudu antara turbin savonius dengan darrieus.

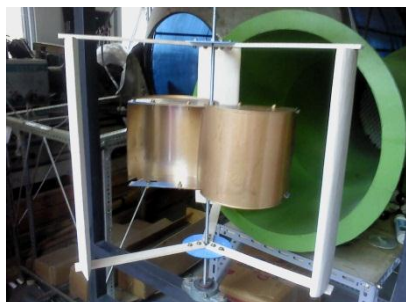
Desain pertama (**gambar 1**) jumlah sudu turbin savonius lebih banyak (3 sudu) dibanding jumlah sudu darrieus (2 sudu). Sebaliknya, pada desain kedua (**gambar 2**) jumlah sudu turbin darrieus lebih banyak (3 sudu) dibanding jumlah sudu turbin savonius (2 sudu).

Pada turbin darrieus, sudunya adalah berupa airfoil. Dimana tipe airfoil yang digunakan adalah NACA 0021, dimana panjang chord 11 cm, diameter 4 cm, dan tingginya 45 cm. Sedangkan rotor savonius 2 sudu mempunyai dimensi diameter 35 cm, tinggi 19 cm, dan jarak celah sudu 3 cm. Untuk savonius 3 sudu dimensinya 35 cm, jarak celah sudu 3 cm, dan posisi setiap sudu dengan sudu yang lain berjarak 120 derajat satu sama lain. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanik Fisika FMIPA UNJ.

Kemudian setiap desain diuji dengan menggunakan *blower* dengan variasi kecepatan angin 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, dan 7 m/s. Data yang diambil dalam pengujian adalah RPM dan daya keluaran dari setiap desain, dimana RPM diambil menggunakan *tachometer*, daya keluaran dihitung dari tegangan dan kuat arus yang dihasilkan motor DC. Dimana system puli yang menghubungkan putaran turbin dengan motor DC.



Gambar 1. Desain pertama turbin angin vertikal tipe hybrid

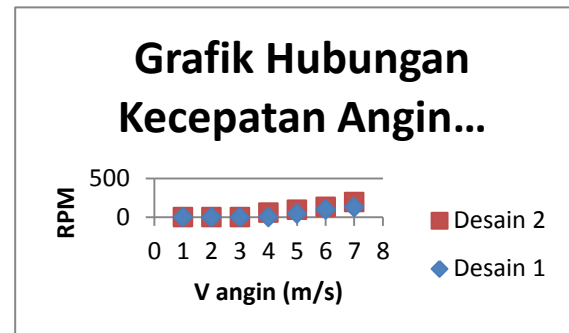


Gambar 2. Desain kedua turbin angin vertikal tipe hybrid

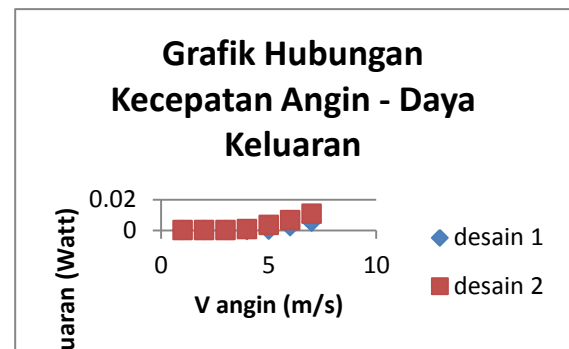
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian, data RPM dan daya keluaran pada setiap kecepatan angin di setiap desain turbin didapat. Dimana data menunjukkan

bahwa ada pengaruh jumlah perbedaan sudu terhadap RPM dan daya keluaran. Berikut grafik hasil pengujian kecepatan angin dengan RPM dan kecepatan angin dengan daya keluaran dari setiap desain:



Gambar 3. Grafik hubungan kecepatan angin terhadap RPM pada setiap desain



Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan angin dengan daya keluaran pada setiap desain

Pada gambar 3 menunjukkan grafik hubungan kecepatan angin dengan RPM. Pada desain 1 (jumlah sudu savonius > jumlah sudu darrieus), turbin mulai berputar pada kecepatan angin diatas 4 m/s. Sedangkan untuk desain 2, turbin mulai berputar pada kecepatan angin diatas 3 m/s.

Dilihat dari mulai berputarnya turbin, pada desain 1 lebih dahulu berputarnya turbinnya dibanding desain 2. Hal tersebut dipengaruhi oleh posisi dan jumlah sudu darrieus. Pada desain pertama, posisi darrieus yang melintang vertikal tepat di kiri dan kanan turbin (letak airfoil satu dengan yang lainnya 180°, dimana mengunci perputaran turbin dan kecepatan angin belum dapat menembus kuncian tersebut. Namun pada kecepatan 5 m/s turbin sudah dapat berputar dimana sudah dapat mengatasi kuncian sudu airfoil.

Desain kedua yang memiliki jumlah sudu darrieus 3 buah, tidak mengunci perputaran turbin. Hal tersebut jumlah sudu darrieus yang lebih banyak dan posisi airfoil satu dengan airfoil lainnya 120°.

Jika dibandingkan, terlihat bahwa desain kedua memiliki RPM yang lebih besar dibandingkan

dengan desain. Hal ini dikarenakan pada desain kedua, jumlah airfoil / sudu darrieus lebih banyak dibandingkan dengan desain pertama, yaitu sebaliknya. Sudu airfoil mempunyai kelebihan dalam hal gaya angkat, dimana fungsi dari gaya angkat tersebut adalah memberikan gaya turbin untuk berputar lebih cepat. Bahkan gaya angkat dari airfoil memungkinkan membuat kecepatan turbin melebihi kecepatan sumber angin yang diberikan.

Sedangkan pada desain pertama, sudu savonius yang lebih banyak dibandingkan sudu darrieus. Sesuai dengan fungsinya, sudu savonius bergerak dengan memanfaatkan gaya hambat. Gaya hambat berperan dalam melakukan putaran awal (self-starting) pada turbin, namun memiliki batasan dalam memutar turbin. Dimana tidak bisa juga membuat kecepatan turbin melebihi kecepatan sumber angin.

Dari grafik juga kita dapat melihat hubungan kecepatan angin dengan RPM turbin, dimana semakin besar kecepatan sumber angin yang diberikan pada turbin, semakin besar pula RPM turbin.

Sedangkan pada gambar 4, pada desain 2 daya keluarannya selalu lebih besar dibandingkan desain 1. Seperti dijelaskan pada gambar 3, hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh gaya angkat dan gaya hambat. Selain itu juga karena RPM dan daya keluaran turbin berbanding lurus satu sama lainnya. Jika RPM-nya semakin besar, maka daya keluaran yang dihasilkan semakin besar pula.

Dari kedua grafik diatas, dapat dilihat hubungan kecepatan angin dengan RPM dan daya keluaran. Hubungannya adalah berbanding lurus, dimana semakin besar sumber angin, maka makin besar pula RPM dan daya keluaran turbin.

4. Kesimpulan

Telah dirancang bangun turbin angin vertikal tipe hybrid savonius-darrieus dengan perbedaan jumlah sudu. Dimana pada desain kedua yaitu jumlah sudu darrieus lebih banyak dibandingkan jumlah sudu savonius memiliki RPM dan daya keluaran yang lebih tinggi dibandingkan desain pertama yang sudu savoniusnya lebih banyak dibandingkan sudu darrieus.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Laboratorium Energi Baru Terbarukan dan Laboratorium Mekanik Jurusan Fisika Universitas

Negeri Jakarta yang telah membantu pembuatan alat serta kepada Dr. Esmar Budi, M.Si dan Hadi Nasbey, M.Si atas semua bimbingan dan diskusi selama penelitian.

Daftar Acuan

Buku

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2012. *Statistik EBTKE 2012*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Jurnal

- [2] Alam, Jahangir. 2010. A low Cut-In Speed Marine Current Turbine. *Journal of Ocean Technologi*, Vol 5, No.4.
- [3] Rassoulinejad-Mousavi, M.S. Jamil, M. and Layeghi, M. 2013. Experimental Study of a Combined Three Bucket H-Rotor with Savonius Wind Turbine. *World Applied Sciences Journal* 28 (2): 205-211.
- [4] Mahendra, Bayu. 2013. Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Savonius Tipe L. *Jurnal Mahasiswa Mesin FT-UB*, Volume II, No. 78.24.VII.360

Skripsi

- [5] Fatmawati, Iis. 2012. Studi Karakteristik Turbin Angin Tipe Horizontal Tiga Sudu Berdiameter 1,6 Meter di FMIPA UNJ. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta : Jakarta.
- [6] Harsanto, Tedy. 2013. Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Triple-Stage Savonius Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta : Jakarta.
- [7] Lustia Dewi, Marizka. 2010. Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotor Savonius L Untuk Optimasi Kinerja Turbin. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Sebelas Maret : Surakarta.
- [8] Suharmanto, Puji. 2012. Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Daya Output Pada HAWT (*Horizontal Axis Wind Turbine*) Diameter 1,6 Meter di FMIPA UNJ. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta : Jakarta.