UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEDALAMAN SUDU MAIN BLADE DENGAN DIFFUSER BLADE TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI TURBIN ANGIN SAVONIUS

Ahmad Dwi Cahya Oktavian
S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : ahmadoktavian@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : indrasiregar@unesa.ac.id

Abstrak

.
Kebutuhan akan energi semakin tahun akan terus bertambah sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, kondisi dinamika ekonomi, dan konsumsi energi itu sendiri. Berbanding terbalik dengan energi fosil yang ternyata tidak dapat mengimbangi peningkatan industri maupun kelas sosial ekonomi di masyarakat. Dengan kondisi ini maka perlu adanya ppenggunaan sumber energi alternatif ramah lingkungan , salah satunya sumber energi angin. Indonesia adalah salah satu negara kepulauan yang memiliki hamparan pantai yang luas. Angin yang terdapat di pesisir pantai cukup tinggi, akan tetapi untuk daerah selain pesisir pantai memiliki angin dengan kecepatan yang rata-rata rendah. Turbin angin tipe vertikal dapat menjadi solusi terhadap rendahnya kecepatan angin. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengujian model turbin angin savonius tipe vertikal dengan memvariasikan kedalaman sudu main blade. Variasi kedalaman sudu main blade yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 35 mm, 40 mm dan 45 mm. Pengujian ini disesuaikan pada kondisi angin dengan kecepatan rendahl, menggunakan terowongan angin (wind tunnel) yang telah disediakan. Pengujian ini dilaksankan di Gedung A8 lantai 4, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Pengujian ini digunakan untuk membuktikan pengaruh kedalaman sudu main blade pada turbin angin vertikal savonius terhadap daya dan efisiensi. Pada pengujian ini didapatkan pada turbin angin savonius menunjukkan daya maksimal diperoleh pada kecepatan 6 m/s dengan beban 2000 gram sebesar 1,44 watt serta efisiensi maksimal turbin angin sebesar 12,09% dengan menggunakan variasi kedalaman sudu 45 mm.

Kata kunci : Savonius, vertikal, kedalaman balde utama, daya, efisiensi, turbin angin

Abstract

The need for energy will continue to increase every year in line with the increasing population, dynamic economic conditions, and energy consumption itself. In contrast to fossil energy, which turns out to be unable to keep up with the increase in industry and socio-economic class in society. With this condition, it is necessary to use environmentally friendly alternative energy sources, one of which is wind energy. Indonesia is an archipelagic country that has a wide stretch of coast. The winds found on the coast are quite high, but areas other than the coast have winds with a low average speed. Vertical type wind turbines can be a solution to low wind speeds. Therefore, in this study, a vertical type Savonius wind turbine model was tested by varying the depth of the main blade. Variations in the depth of the main blade used in this study are 35 mm, 40 mm and 45 mm. This test is adjusted to wind conditions with low speed, using the wind tunnel that has been provided. This test was carried out in A8 Building 4th floor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Surabaya. This test is used to prove the effect of the main blade depth on the Savonius vertical wind turbine on power and efficiency. In this test, the Savonius wind turbine showed that the maximum power was obtained at a speed of 6 m/s with a load of 2000 grams of 1.44 watts and the maximum efficiency of the wind turbine was 12.09% using a variation of the blade depth of 45 mm.
Keywords: *Savonius, vertical, main blade depth, power, efficiency, wind turbine*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi makin tahun akan terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk, kondisi pertumbuhan ekonomi, dan kebutuhan konsumsi energi itu sendiri. Seiring dengan itu kebutuhan akan pemenuhan Sumber energi listrik secara Nasional juga semakin besar. Sumber energi listrik di dunia saat ini sangat bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam. Hal ini dapat dikatakan bahwa di dunia masih membutuhkan lebih banyak lagi bahan bakar fosil. Berjalannya waktu bahan bakar yang berasal dari fosil ini akan semakin langka dikarenakan bahan bakar fosil ini juga merupakan energi yang tidak dapat di perbarui dan membutuhkan waktu yang cukup lama, untuk proses produksinya membutuhkan waktu jutaan tahun. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu studi yang sangat mendalam mengenai penggunaan energi alternatif yang dapat terbarukan untuk menjawab tantangan ini. Selain dapat terbarukan, juga dibutuhkan sumber energi alternative yang ramah akan lingkungan.

Angin adalah aliran udara dalam jumlah besar yang terjadi akibat pergerakan bumi mengitari porosnya dan juga akibat perbedaan tekanan udara. Energi angin di Indonesia sangat besar, dikarenakan Indonesia merupakan negara kepulauan. Pembangkit Listrik Tenaga Angin merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi angin sebagai sumber energinya untuk menghasilkan energy listrik. Pembangkit ini menggunakan sistem konversi energi angin menjadi listrik menggunakan turbin angin maupun kincir angin.

urbin angin savonius meruPakan salah satu jenis turbin yang memiliki rancangan yang sderhana dan pratis serta tdak terpngaruh arah angina. Turbin angina savonius mengubah en.ergi angina menjadi energi mkanis menjdi gaya drong (drag f.orce), sebgian su.dut mengambil energi angina disebut donwind sedangkan sudu yang melawan angina disebut up wind. Energi angina yang memutar turbin angin diteruskan untuk memutar rotor genertor dibagian bawah turBin angina (Blakwel. 1997).

Menurut penelitian dari *The British Wind Energy Association* (2005) yang berjudul *"Wind Turbine Technology"* Sebagian besar turbin angin mulai menghasilkan listrik di kecepatan angin sekitar 3 – 4 m/s atau 8 mil/jam. Turbin angin menghasilkan kekuatan/daya maksimum di kecepatan angin sekitar 15 m/s atau 30 mph dan turbin angin akan mematikan daya untuk mencegah kerusakan karena badai pada kecepatan angin 25 m/s atau lebih dari 50 mph.

Mohamad Hasaan A. M dalam penelitiannya pada tahun 2011 berjudul "Designn Optimasation of Savonius and Wels Turbines", menghasilkan bahwa ada beBerapa Metoda untuk memperbaiki peforma dari Turbin angina savonius. Pertama adalah menggunakan pelat deflecting di depann suduu Turbin. Ini dapat menambah Effisiensi sbesar 20%. Metodaa keedua menggunakan Multi stepss atau Sudu bertngkat. SUdu ini memiliki gerakan awal yang baik, tetapi mengalami penrunan effisiensi sbesar 30%. Ketiga menggunakan sudu sudu pengarah dimana effisiensi pada 3 suduu lebih Kecil dari yang 2 sudu. ini menambah torsi pada Tip Rtio Speed dari 0 hingga 0,3 tapi mengurangi torsi apabila TSR lebih dari 0,3. Sehingga sudu ini trgantung sekalii dengan kecepatan angina. Metode yang ke empat adalah penggunaa suduu Miring, effisiensi menghasilkan peningkatan 27,0%. Kelima, Suduu Turbin menggunakan terowongan box pengarah untuk deflector angin sehingga mencegah Suduu ber balik (returning blade). Effisiensi mningkat 50,0% pada 3 suduu. Yang ke enam yaitu modifikasi suduu dengan memberikan nilai pArameter Geometrikal Hal ini menyebabkan naiknya effisiensi sebesar 60%.

Penelitian tentang turbin angin savonius dilakukan oleh Delffika Canra dan Suliono (2018) dengan judul "Pngaruh Busur Suduu Turbin Angin Savonius Tipe-U Menggunakan Perangkat Lunak" mengatakan dari hasil simulasinya, radius dan lebar penampang terbukti memiliki dlam pEningkatan daya turbin berturut-turut 7,78 % dan 19,76 %. Variasi sudu yang memiliki daya terbesar yaitu vAriasi suduu R80 dan LP130 dengan kecepatann angina 4,8 m/s.

Bagus Wahyudi et al (2015) mengenai "Optimisation designn of Savonius difuser blade with moving deflector for hydrokinetic cross flow turbine rotor". Perbandingan kinerja modifikasi design basic savonius diffuser blade, modifikasi savonius diffuser blade with tangential deflector, modifikasi savonius diffuser blade with radial deflector. Menyatakan bahwa hasil koefisien tertinggi di dapatkan oleh savonius diffuser blade with tangential deflector.

Dari keadaan dan penelitian terdahulu, maka perlu mElakukan penelitian eksperimen turbin angina sAvonius dengan variasi kedalaman sudu main blade dengan difuser blade guna mengetahui efisiensi dan daya yang didapatkan.

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh kedalaman sudu main blade dengan Diffuser Blade terhadap daya pada model turbin angin savonius.
- Untuk mengetahui pengaruh kedalaman sudu main blade dengan Diffuser Blade terhadap efisiensi turbin angin pada model turbin angina sAvonius.

Manfaat Penelitian

Peneliti ini di harapkan mampu untuk memberi manfaat diantaranya sebagai berikut:

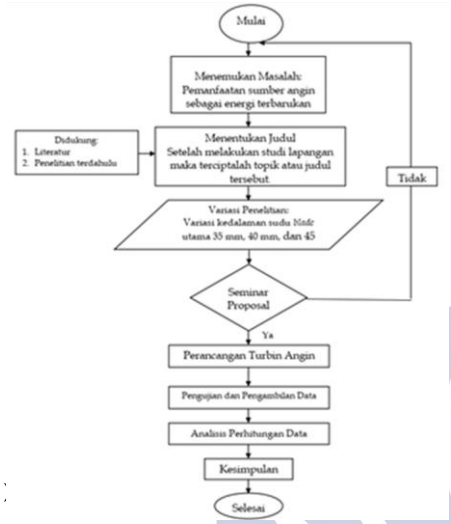
- Untuk mengetahui pengaruh kedalaman sudu main blade dengan Diffuser Blade terhadap daya pada turbin angin Savonius.
- Untuk mengetahui pengaruh kedalaman sudu main blade dengan Diffuser Blade terhadap Efisiensi pada turbin angin Savonius.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

METODE

Rancangan Penelitian

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



- **Variabel bebas**

Variabel bebas adalah variabel atau faktor yang digunakan untuk mendapatkan pengaruh yaitu faktor–faktor yang diobservasi. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi kedalaman sudu utama dengan variasi sebesar 35 Mm, 40 Mm, dan 45 Mm.

Gambar 2. Variasi jumlah kedalaman sudu main blade

- **Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu effisiensi dan daya turbin.

- **Variabel Kontrol**

Variabl kntrol mErupakan vriabel yang ditentukan shingga pEngaruh vriabel bebass trhadap variabell trikat tidak dipengaruhi hal-hal yaNg tidakk termasuuk dalam penelitian. Variabell kontroll dalam eksperimen ini adalah jenis turbin angin, beban pada poros turbin angin dari 250 Gram, 500 Gram, 750 Gram sampai dengan berhenti. Dan kecepatan angin 3 m/s,4 m/s, 5 m/s, 6 M/s.

Instrumen Dan Alat Penelitian

- **Instrument Penelitian**

Gambar 3. Rangkaian Terowongan

PenelitianSpesifikasi Turbin Angin :

- Savonius Tipe-S.
- Satu Blade utama, satu diffuser blade
- ∅ = 300 mm
- Tinggi Turbin 300 mm
- Variasi Jumlah Kedalaman Sudu Main Blade 35 Mm, 40 Mm dan 45 Mm
- Bahan Blade Utama dan Diffuser Blade PVC

Gambar 4. Turbin Angin dengan variasi kedalaman main blade dalam Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

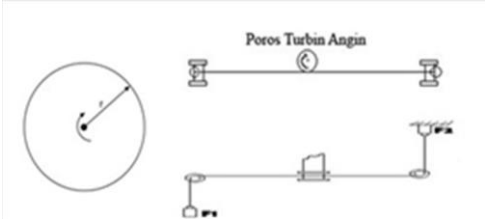
Pada penilitian ini data di ambil melalu pengujian eksperimen (menguji langsung obyek turbin angin) dimana data yang di ambil atau di ukur digunakan untuk mengetahui nilai daya dan effisiensi dari turbin angin. Data-data yang diperlukan pada penelitian ini dicatat pada tiap jumlah kedalaman sudu main blade, kecepatan angin (m/s), bebanporos dan pegas (gram) sehingga akan diperoleh putaran poros turbin (RPM). Data tersebut kemudian diolah dengan dasar perhitungan rumus yang ada dan akhirnya akan diperoleh data besarnya daya dan efisiensi daya turbin.

Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif, sehingga analisis data dilakukan dengan cara mengolahh data yang diperoleh dari eksperimen dimana hasilnyaberupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan grafik dan selanjutnya hasil penelitian dari data-data tersebut dituangkan menjadi kalimat yang mudah untuk

UNESA Universitas Negeri Surabaya

dipahami.Perhitungan untuk torsi dengan skema pengereman tali terhadap poros dengan berat beban.



Gambar 5. Skema Pengereman Tali untuk Torsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

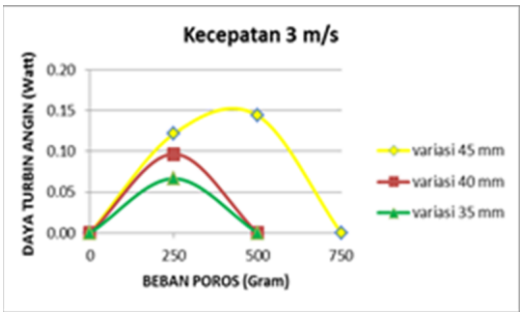
Daya Angin

Kecepatan angin memiliki pengaruh terhadap daya angin dimana secara teoritis (rumus daya angin) kecepatan angin linier dengan besarnya daya angin yang artinya jika kecepatan angin semakin besar maka daya angin juga akan semakin besar. Hal ini dapat kita lihat pada grafik hasil dari eksperimen di bawah ini :

Gambar 6. Grafik Daya Angin (Pw) vs Kecepatan Angin

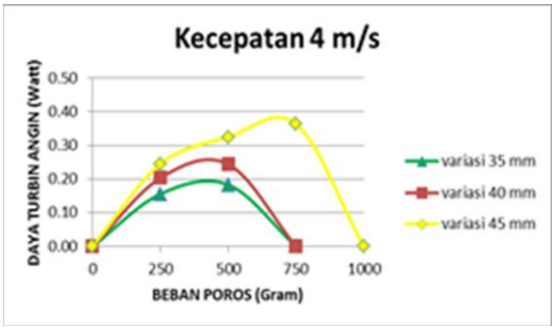
Grafik di atas menunjukkan bahwa daya angin yang dihasilkan pada kecepatan angin 6 m/s memiliki nilai lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan angin lainnya. Ini sesuai dengan rumus teoritis daya angin, yang menunjukan semakin besar kecepatan angin maka daya angin semakin besar juga. Besarnya daya angin akan berpengaruh kepada besarnya effisiensi turbin dan besarnya putaran turbin.

Daya Turbin



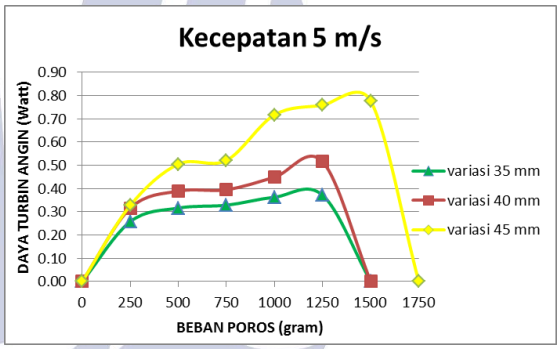
Gambar 7. Grafik Data Penelitian, Perhitungan daya turbin pada kecepatan 3 m/s

Pada gambar 7. Ditunjukan daya turbin pada setiap variasi pada kecepatan 3 m/s dimana variasi 45 mm memiliki daya turbin tertinggi sebesar 0,14 Watt.



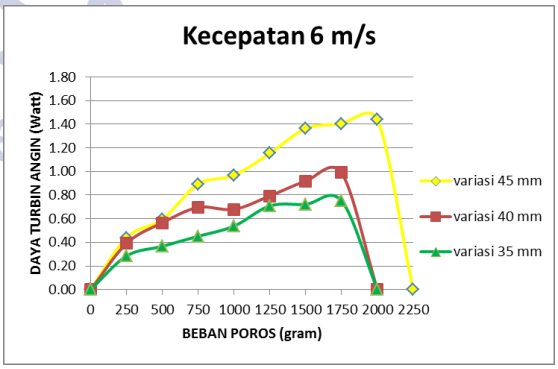
Gambar 8. Grafik Data Penelitian, Perhitungan daya turbin pada kecepatan 4 m/s

Pada gambar 8. Ditunjukan daya turbin pada setiap variasi pada kecepatan 4 m/s dimana variasi 45 mm memiliki daya turbin tertinggi sebesar 0,36 Watt.



Gambar 9. Grafik Data Penelitian, Perhitungan daya turbin pada kecepatan 5 m/s

Pada gambar 9. Ditunjukan daya turbin pada setiap variasi pada kecepatan 5 m/s dimana variasi 45 mm memiliki daya turbin tertinggi sebesar 0,78 Watt.



Gambar 10. Grafik Data Penelitian, Perhitungan daya turbin pada kecepatan 6 m/s

Pada gambar 10. Ditunjukan daya turbin pada setiap variasi pada kecepatan 5 m/s dimana variasi 45 mm memiliki daya turbin tertinggi sebesar 1,44 Watt.

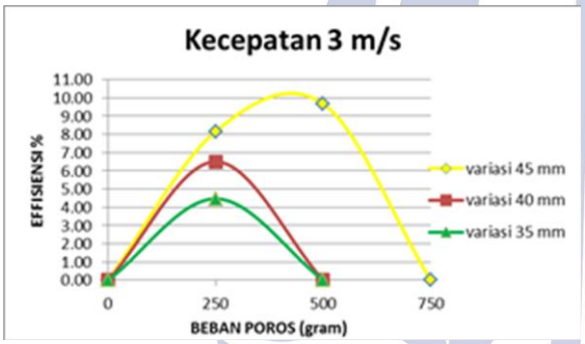
Daya Turbin

Variasi kedalaman sudu main blade berpengaruh terhadap daya yang di hasilkan oleh turbin angin. Hal ini dapat di lihat pada gambar grafik daya turbin. di

mana data di dalam grafik menunjukan bahwa di semua kecepatan yang digunakan, variasi kedalaman sudu main blade 45 mm memiliki daya turbin yang lebih tinggi dari variasi kedalaman sudu trubin lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Delffika Canra dan Suliono (2018) dengan judul "Pengaruh Busur Sudu Turbin Angin Savonius Tipe-U Menggunakan Perangkat Lunak" yang menyimpulkan bahwa ada pengaruh geometri dalam peningkatan daya turbin. Dimana dalam data simulasinya menunjukan lebar penampang dan radius terbesar dengan kecepatan terbesar memiliki daya turbin terbesar.

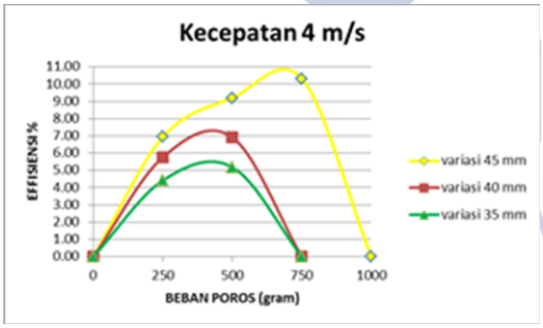
Effisiensi Turbin Angin

Perhitungan effisiensi Turbin Angin disetiap beban akan disajikan dalam bentuk Grafik, sebagai berikut:



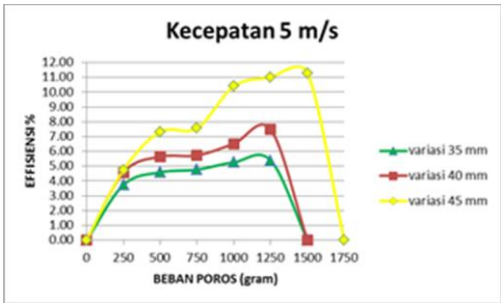
Gambar 11. Grafik Data Penelitian, Perhitungan Effisiensi turbin pada kecepatan 3 m/s

Pada gambar 11. Ditunjukan Effisiensi turbin pada setiap variasi pada kecepatan 3 m/s dimana variasi 45 mm memiliki effisiensi turbin tertinggi sebesar 9,68%.



Gambar 12. Grafik Data Penelitian, Perhitungan Effisiensi turbin pada kecepatan 4m/s

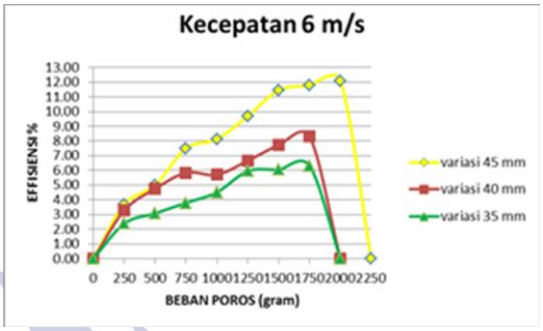
Pada gambar 12. Ditunjukan Effisiensi turbin pada setiap variasi pada kecepatan 4 m/s dimana variasi 45 mm memiliki effisiensi turbin tertinggi sebesar 9,68%



Gambar 13. Grafik Data Penelitian, Perhitungan Effisiensi turbin pada kecepatan 5 m/s

Pada gambar 13. Ditunjukan Effisiensi turbin pada setiap variasi pada kecepatan 5 m/s dimana variasi 45 mm memiliki effisiensi turbin tertinggi sebesar 11,28%

.



Gambar 14. Grafik Data Penelitian, Perhitungan Effisiensi turbin pada kecepatan 6 m/s

Pada gambar 14. Ditunjukan Effisiensi turbin pada setiap variasi pada kecepatan 5 m/s dimana variasi 45 mm memiliki effisiensi turbin tertinggi sebesar 11,28%

Efisiensi turbin

Efisiensi turbin atau (Cp) adalah perbandingan antara daya turbin angin (Pt) dengan daya angin (Pw) yang dihasilka oleh turbin angin. Sama halnya dengan daya, effisiensi yang di hasilkan juga terpengaruh oleh besarnya daya angin yang berhembus. Jika dipahami secara teori yang digunakan dalam Tinjauan Pustaka yaitu,

$$Cp = \frac{\text{Pt}}{\text{Pw}} \times 100\%$$

Maka semakin besar daya turbin (Pt) mengakibatkan Effisiensi (Cp) juga semakin besar. Dan hal itu juga terbukti dalam eksperimen yang hasilnya ditunjukan oleh grafik dimana dari seluruh gambar grafik menunjukan variasi kedalaman sudu 45 mm memiliki effisiensi terbesar dengan 12,09 %.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan pada penelitian terhadap model turbin angin savonius bentuk s menggunakan diffuser blade dengan pengaruh kedalaman sudu main blade pada kecepatan angin 3 m/s,- 6 m/s maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

- Variasi kedalaman sudu main blade dengan diffuser blade memiliki pengaruh terhadap besarnya daya turbin yang dihasilkan. Dimana hasil eksperimen menunjukan semakin kecil kedalaman sudu main blade daya yang dihasilkan juga semakin kecil. Hasil eksperimen juga menunjukan Daya tertinggi turbin angin savonius bentuk s menggunakan diffuser blade ada pada kedalaman sudu main blade 45 mm dengan daya terbesar yaitu 1,44 watt serta dalam pembebanan poros 2000 gram pada kecepatan 6 m/s

- Variasi kedalaman sudu main blade dengan diffuser blade memiliki pengaruh terhadap besarnya Efisiensi (***η***) yang dihasilkan. Dimana effisiensi terbaik turbin angin savonius bentuk s menggunakan diffuser blade pada kedalaman sudu main blade 45 mm. menhasilkan efisiensi terbaik yaitu 12,09 % dengan beban 2000 gram pada kedalaman sudu main blade 45 mm pada kecepatan 6 m/s

Saran

Adapun saran yang mungkin dapat menjadi pertimbangan pada penelitian berikutnya pada turbin angin tipe vertikal diantaranya:

1. Untuk penelitian selanjutnya di harapkan:
- Menggunakan variasi kedalaman sudu main blad, memperbesar celah antara main blade dan tandem blade serta menggunakan kecepatan antara 3-8 m/s ..
- Menggunakan turbin angin dengan variasi kedaman sudu main blade jenis vertikal untuk di uji pada turbin skala yang lebih besar di tempat terbuka dengan penggerak angin alami.

2. Pada rangkaian pengujian
- Pemberian tempat untuk alat ukur tachometer dan anemometer agar posisi pengambilan data memiliki posisi yang tepat dan tidak berubah-ubah saat melakukan pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Faruk dan A. Sharifian**.** 2015. "*Influence of Blade Overlap and Blade Angle on the Aerodynamic Coefficients in Vertical Axis Swirling type Savonius Wind Turbine*"

Alphen Steel 2017. "*Optimization and integration of hybrid renewable energy hydrogen fuel cell energy systems – A critical review*"

Arsad, Agus Muhamad., dan Hartono, Firman. 2009. "Pembuatan Kode Desain dan Analisi Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H". *Jurnal Teknologi Dirgantara.* Vol. 7: pp 93-100.

Akwa, J.V., Vielmo, H.A., and Prety, A.P. 2012. "A *Review on The Performance of Savonius Wind Turbines". Renewable and Sustainable Energy Riviews*. Vol. 16: pp 3054-3064.

Arifin sanusi. 2017. "*Performance Analysis of a Combined Blade Savonius Wind Turbines"*.

Ajao, K.R., and M.R., Mahamood. 2009. "*Wind Energy Conversion System: The Past, The Present And The Prospect*". *Journal of American Science*. Vol. 5: pp 17-22.

Budi Sugiharto **,** Sudjito Soeparman, Denny Widhiyanuriyawan, dan Slamet Wahyudi**.** 2017**. "**Simulasi Kincir Angin *Savonius* dengan Variasi Pengarah"**.**

B. Wahyudi, S. Soeparman, S. Wahyudi, dan W. Denny. 2013.*"Studi* Simulasi Arus dan Tekanan Distribusi Pola di dalam dan sekitar dari *Tandem* Bilah Rotor dari *Savonius (TBS) hydrokinetic* Model Turbin*"*

DEM. 2010. *Indonesian Energy Outlook* (IEO). Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.

DEM. 2014. *Indonesian Energy Outlook* (IEO). Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Dewan Energi Nasional. 2016. *Indonesian Energy Outlook* (IEO). Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Hau, Erich. 2013. *Wind Turbine: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*. Three Edition. Berlin: Springer.

Halil, Muhammad**.** 2018 "Pengujian Kinerja Turbin Angin Savonius Sumbu Vertikal Overlap Dengan Deflektor Lengkung Ganda". Majalah Teknik Simes.

Mahmoud. N.H, A.A. El-Haroun, E. Wahba, M.H. Nasef. 2012. "*An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance".* Mesir: *Engineering-Alexandria University.*

M.A Kamoji, S.B. Kedare a, S.V. Prabhu. 2008. "*Experimental Investigation On Single Stage Modified Savonius Rotor"*. *Applied Energy*

Mathew, Sathyajith. 2006. "*Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics".* Berlin: Springer.

Moch. Muchlis dan Adhi Darma Permana. 2012. "Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 sampai 2020".

Nevers, Noel de. 1991. *"Fluid Mechanics for Chemical Engineers 2nd Edition".* Utah: Mc Graw-Hill, Inc.

N Rosidin. **2007.** "Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol" Bandung: ITB.

Rathod. Parth, Kapil hatik, ketul shah, het desai, jay shah. 2016. "*A Review on Combined Vertical Axis Wind Turbine*". *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology (IJIRSET).* Vol. 5: pp 5748-5754.

Renewable Energy Policy Network for The 21st Century (REN21). 2015. *Renewables Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat.

Siregar, Indra. H, Nur Kholis, dan Aris Anshori. 2012. "Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal *Darrieus Tipe-H* Dua Tingkat dengan Bilah *Profile Modified Naca 0018* dengan dan Tanpa *Wind Deflector"*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder,2014. academia.edu.

Soelaiman. 2006. "Pengaruh bentuk Sudut terhadap kinerja turbin angin Savonius". Majalah Ilmiah STTR, Cepu.

Tim. 2014. "*Pedoman Penulisan Skripsi"*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Y **Daryanto**. 2007. "*Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu"* - Balai PPT AGG, Yogyakarta.