

UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH JUMLAH FIN POSISI VERTIKAL PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS BENTUK U TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI

Satryo Adi Arianto

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : satryoarianto@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : indrasiregar@unesa.ac.id

Abstrak

Kebutuhan energi makin tahun akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, kondisi pertumbuhan ekonomi, dan kebutuhan konsumsi energi itu sendiri. Sedangkan hal tersebut berbanding terbalik dengan energi fosil ternyata tidak dapat mengimbangi pertumbuhan industri maupun tingkat sosial ekonomi di masyarakat. Dengan kondisi seperti ini maka perlu pengembangan sumber energi alternatif ramah lingkungan, salah satunya energi angin. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai yang panjang. Angin yang berhembus di daerah pesisir pantai cukup tinggi, akan tetapi untuk daerah selain pesisir pantai memiliki kecepatan angin yang relatif rendah. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan turbin angin tipe vertikal. Jenis Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan membuat model turbin angin tipe vertikal jenis savonius bentuk u dengan memvariasikan jumlah fin. Variasi jumlah fin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1,2, dan 3. Pengujian ini dilakukan pada kondisi angin skala kecil, menggunakan wind tunnel yang telah disediakan. Penelitian ini dilakukan di Gedung A8 lantai 4, Universitas Negeri Surabaya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin. Uji eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah fin pada kinerja turbin angin terhadap daya dan efisiensi. Hasil Penelitian ini diperoleh pada variasi jumlah fin pada turbin angin savonius bentuk u menunjukkan daya maksimal yang diperoleh pada kecepatan 6 m/s dengan beban 2250 gram sebesar 1,55 watt dan efisiensi maksimal turbin angin sebesar 14,2% dengan menggunakan variasi jumlah fin 3.

Kata kunci : Savonius, vertikal, jumlah fin, daya, efisiensi, turbin angin

Abstract

Energy needs will continue to increase along with the population growth rate, economic growth and energy consumption patterns themselves. While this is inversely proportional to fossil energy it cannot match the growth of industry or the socioeconomic level in society. With these conditions it is necessary to develop environmentally friendly alternative energy sources, one of which is wind energy. Indonesia is an archipelago that has a long coastline. The wind that blows in the coastal areas is quite high, but for areas other than the coast have relatively low wind speeds. This can be overcome by using a vertical type wind turbine. This vertical type wind turbine is not suitable for the direction of the wind to produce maximum power. This type of research is an experimental study by making a vertical type wind turbine type savonius type U shape by varying the amount of fin. Variations in the amount of fin used in this study are 1,2, and 3. This test was carried out in small-scale wind conditions, using the wind tunnel that has been provided. This research was conducted in Building A8 4th floor, Surabaya State University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering. The results of this study were obtained on the variation of the number of fins in the Savonius wind turbine u shape share the maximum power obtained at a speed of 6 m / s with a load of 2250 grams of 1.55 watts and the maximum efficiency of a wind turbine of 14.2% using variations in the number of fins 3.

Keywords: Savonius, vertical, fin amount, power, efficiency, wind turbine

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi makin tahun akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, kondisi pertumbuhan ekonomi, dan kebutuhan konsumsi energi itu sendiri. Sedangkan hal tersebut berbanding terbalik dengan energi fosil ternyata tidak dapat mengimbangi pertumbuhan industri maupun tingkat sosial ekonomi di masyarakat. Energi fosil itu sendiri merupakan sumber utama yang kita kenal dalam memenuhi kebutuhan akan energi masyarakat, terutama sebagai sumber energi dari pembangkit listrik.

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 seiring dengan kebutuhan energi yang selalu meningkat sesuai dengan bertambahnya kebutuhan energi listrik. Seiring dengan berjalannya waktu bahan bakar yang berasal dari fosil ini akan semakin langka dikarenakan bahan bakar fosil ini juga merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk prosesnya. Sedangkan di dunia saat ini masih banyak sumber energi lain yang dapat dimanfaatkan tanpa melakukan adanya eksploitasi contohnya seperti angin, air, matahari dll. Dengan kondisi seperti ini maka diperlukan pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan salah satunya adalah energi angin.

Energi angin merupakan sumber energi yang telah lama dimanfaatkan oleh beberapa negara di dunia seperti halnya di negara Belanda. Di Belanda selama beberapa ribu tahun energi angin telah digunakan untuk mengkonversikan energi kinetik menjadi energi mekanik seperti kincir angin. Kincir angin digunakan untuk pendistribusian air atau pemompaan air sehingga menunjukkan bahwa energi angin merupakan salah satu energi yang besar diperoleh dari alam.

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki garis pantai yang panjang dan dilewati garis khatulistiwa. Angin di sekitar kawasan Indonesia tergolong masih relatif rendah, karena arah angin yang sering berubah-ubah dan tidak selalu kontinyu dengan arah hembusannya, sehingga akan sulit energi listrik yang di hasilkan dalam jumlah skala besar. Hal tersebut dapat di atasi dengan menggunakan turbin angin jenis Savonius atau Darriues.

Secara umum, mayoritas energi angin di Indonesia masih tergolong cukup rendah. Penyebabnya yaitu arah berhembusnya angin Indonesia yang selalu berubah-ubah dan kecepatan angin Indonesia yang terbilang rendah yaitu antara 3 m/s hingga 5 m/s sehingga akan sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam jumlah skala besar. Hal ini disebabkan oleh letak geografis Indonesia sebagai negara tropis (Indra Herlamba S, 2016), pada kondisi ini produksi energi dari turbin angin *horizontal axis* terganggu karena rotor pada turbin harus selalu berhadapan dengan datangnya arah angin. Akan tetapi hal tersebut tidak berpengaruh pada turbin angin jenis *vertikal axis*, turbin jenis ini bergerak tidak tergantung dari arah angin dan dapat bekerja pada kecepatan angin lebih kecil dari 3 m/s.

Pada masa awal perkembangannya, energi angin lebih banyak dimanfaatkan sebagai pengganti tenaga manusia dalam bidang manufaktur dan pertanian, maka kini dengan adanya pengembangan teknologi dan material yang baru, manusia mampu membuat turbin angin untuk membangkitkan energi listrik yang bersih dan lebih baik, baik untuk sumber panas, penerangan atau tenaga pembangkit untuk alat – alat rumah tangga.

Turbin angin secara umum dibagi menjadi dua sumbu yaitu diantaranya *horizontal axis* dan *vertical axis* (I Made Arsana, 2019) Dari kedua konstruksi tersebut, turbin angin sumbu *vertical axis* lebih efisien di bandingkan dengan turbin angin sumbu *horizontal axis*, karena konstruksi ini dapat menyerap potensi angin dari segala arah, bekerja pada kecepatan rendah, konstruksi sederhana dan tidak memerlukan tempat pemasangan yang begitu luas serta menghasilkan momen yang begitu besar. Konstruksi model ini sangat cocok dengan karakteristik angin di Indonesia yang selalu berubah-ubah secara tidak teratur dengan kecepatan angin yang terbilang relatif rendah. Hal inilah dapat dijadikan penelitian dalam mempertimbangkan memilih turbin angin jenis *vertical axis* sebagai keuntungan dari turbin angin pada kondisi tersebut. Selain itu tingkat kebisingan suara yang dihasilkan oleh turbin angin sumbu *vertical axis* lebih kecil dari pada *noise* yang dihasilkan oleh turbin angin jenis *horizontal axis*.

Pada penelitian terdahulu yg dilakukan oleh Fariz Rafi Fuadhani dengan judul “ Uji Eksperimental Pengaruh Penambahan Sekat Sudu terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran *Vortex* dengan Sudu Berpenampang Setengah Silinder “ menyatakan bahwa daya turbin tertinggi terjadi pada sudu tanpa sekat apabila dibandingkan dengan sudu satu sekat, dan dua sekat pada kapasitas 8,8991 L/s sebesar 20,31 watt dengan beban 25.000 gram, dan efisiensi juga terjadi pada sudu tanpa sekat namun pada kapasitas 5,6472 L/s sebesar 48,01% dengan beban 15.000 gram.

Penelitian yang dilakukan oleh Ola Dwi Sandra Hasan, dkk dengan judul “ Studi Eksperimental *Vertical Axis Wind Turbine* Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah *Fin* pada Sudu “ menyatakan bahwa VAWT Savonius dengan penambahan sebanyak 7 *fin* mempercepat kemampuan self start turbin paling besar, dan *Coefficient of Power* (C_p) dari turbin Savonius yang tertinggi dihasilkan oleh pengujian 1 *fin* dengan nilai C_p 0,11 atau 11% dan variasi yang menghasilkan C_p terendah adalah variasi 4 *fin* dengan nilai C_p sebesar 0,03 atau 3 %.

Penelitian tentang turbin angin *savonius* di lakukan oleh Mahmoud (2012) mengenai “*An experimental study on improvement of Savonius rotor performance*”. Hasil penelitian tersebut menyatakan penggunaan 2 buah *blade* pada turbin angin *savonius* lebih efisien daripada 3 dan 4 *blade*.

Dari latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang study eksperimen turbin angin savonius dengan variasi *fin* pada bilah turbin bentuk U guna mengetahui efisiensi dan daya yang akan didapatkan.

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui daya terbesar yang dihasilkan oleh model turbin angin savonius bentuk u dengan penambahan jumlah *fin*.
- Untuk mengetahui efisiensi terbaik yang dihasilkan oleh model turbin angin savonius bentuk u dengan penambahan jumlah *fin*.
- Untuk mengetahui pengaruh jumlah *fin* pada turbin angin vertikal jenis savonius bentuk u terhadap daya dan efisiensi

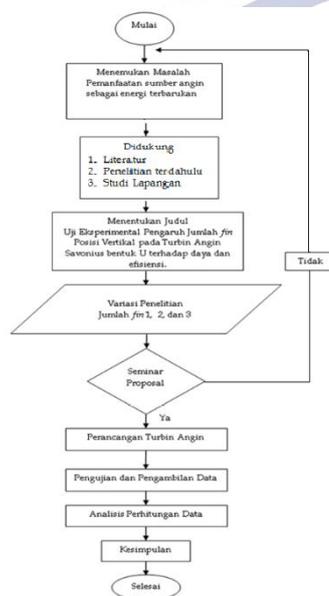
Manfaat Penelitian

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

- Mendapatkan desain turbin angin sumbu vertikal jenis savonius bentuk u dengan jumlah variasi *fin* yang optimal.
- Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai turbin angin sumbu vertikal.
- Untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang teknologi tepat guna.
- Untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil.
- Menambah referensi jurnal penelitian tentang turbin angin jenis savonius.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variable yang menyebabkan atau mempengaruhi factor – factor yang di observasi. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah fin 1,2, dan 3.



Gambar 2. Variasi jumlah fin

Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor–faktor yang di observasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh dari variabel bebas.

Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dapat dikendalikan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak di pengaruhi oleh faktor – faktor lain yang tidak termasuk dalam penelitian variabel kontrol dalam penelitian ini adalah model turbin angin, beban turbin angin mulai dari 200 gram, 250 gram sampai dengan berhenti. Dan kecepatan angin mulai dari 3 m/s, 4 m/s, sampai dengan 6 m/s.

Instrumen Dan Alat Penelitian

Instrument Penelitian



Gambar 3. Rangkaian Terowongan Penelitian

Spesifikasi Turbin Angin :

- Savonius Tipe-U.
- Satu Tingkat
- Dua *Blade*
- Diameter Turbin 300 mm
- Tinggi Turbin 300 mm
- Variasi Jumlah Fin 1,2 dan 3
- Bahan *Blade* Utama PPC
- Bahan *Blade* Pengganggu PPC



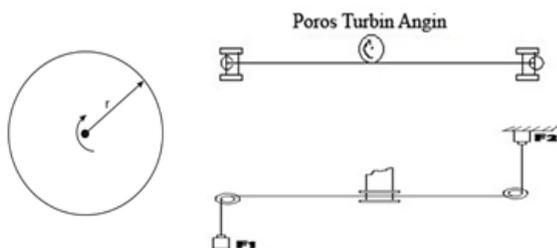
Gambar 4. Model Turbin Angin dalam Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data merupakan suatu proses yang penting dalam mencapai tujuan penelitian dimana parameter yang diukur adalah daya yang dihasilkan dan bagaimana efisiensinya. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik eksperimen, yaitu mengukur dan menguji obyek yang diteliti dan mencatat data-data yang di perlukan peneliti. Data-data yang diperlukan tersebut dicatat pada tiap jumlah fin, kecepatan angin (m/s), beban poros dan pegas (gram) sehingga akan diperoleh putaran poros turbin (RPM) yang selanjutnya akan diolah dengan dasar perhitungan rumus yang ada dan akhirnya akan diperoleh data besarnya daya dan efisiensi.

Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif, sehingga analisis data dilakukan dengan cara mengolah data yang diperoleh dari eksperimen dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan grafik dan selanjutnya hasil penelitian dari data-data tersebut dituangkan menjadi kalimat yang mudah untuk 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 sangat berpengaruh terhadap daya yang akan di hasilkan oleh turbin angin sebab angin

mengandung energi berupa daya angin. Hal ini dapat kita lihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Daya Angin (Pw) vs Kecepatan Angin (V)

Kecepatan Angin (m/s)	Daya Angin (Pw)
3	1,4
4	3,2
5	6,3
6	10,9

Dimana data menunjukkan bahwa daya angin yang dihasilkan pada kecepatan angin 6 m/s lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan angin dibawahnya. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin 6 m/s pada penelitian ini mampu menghasilkan daya dan efisiensi terbaik. Berikut adalah hasil pengambilan data terbaik pada kecepatan angin 6 m/s terjadi pada variasi jumlah fin 3.

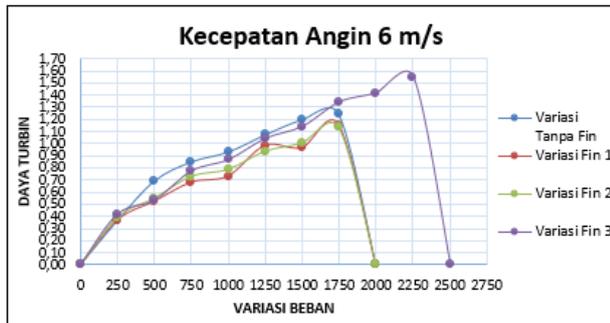
Tabel 2. Data Penelitian Terbaik pada Kecepatan Angin 6 m/s.

Kecepatan 6 m/s				
Variasi beban	Tanpa Fin	Fin 1	Fin 2	Fin 3
0	0,00	0,00	0,00	0,00
250	0,36	0,37	0,39	0,42
500	0,69	0,52	0,55	0,53
750	0,85	0,68	0,73	0,77
1000	0,93	0,73	0,79	0,87
1250	1,07	0,98	0,94	1,04
1500	1,20	0,97	1,01	1,14
1750	1,25	1,15	1,13	1,34
2000	0,00	0,00	0,00	1,42
2250				1,55
2500				0,00

Tabel 3. Daya Turbin Angin (PT) pada Kecepatan Angin 6 m/s.

Variasi Jumlah fin	Kecepatan Angin (m/s)	Beban Poros (gram)	Beban Pegas (gram)	Putaran Turbin (rpm)
3	6	0	0	455,5
3	6	250	60	426,8
3	6	500	230	383,6
3	6	750	325	354,7
3	6	1000	510	344,8
3	6	1250	580	303,3
3	6	1500	655	263,4
3	6	1750	710	252,1
3	6	2000	800	230,7
3	6	2250	845	215,3
3	6	2500	1020	0

Hasil Perhitungan Daya Turbin Angin vs Beban akan disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik, sebagai berikut:

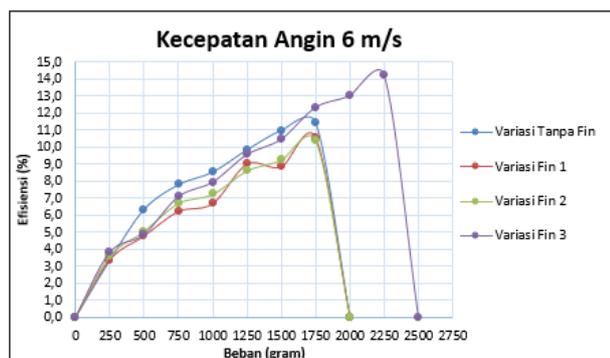


Gambar 6. Daya Turbin Angin (PT) vs Beban pada kecepatan 6 m/s

Hasil Perhitungan Efisiensi Turbin (%) vs Beban akan disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik, sebagai berikut:

Tabel 4. Efisiensi Turbin Angin (%) pada Kecepatan Angin 6 m/s.

Kecepatan 6 m/s				
Variasi beban	Tanpa <i>Fin</i>	<i>Fin</i> 1	<i>Fin</i> 2	<i>Fin</i> 3
0	0,0	0,0	0,0	0,0
250	3,3	3,4	3,6	3,8
500	6,3	4,8	5,0	4,9
750	7,8	6,2	6,7	7,1
1000	8,5	6,7	7,2	7,9
1250	9,8	9,0	8,6	9,5
1500	11,0	8,8	9,2	10,5
1750	11,4	10,6	10,4	12,3
2000	0,0	0,0	0,0	13,0
2250				14,2
2500				0



Gambar 7. Efisiensi Turbin Angin (%) vs Beban pada Kecepatan Angin 6 m/s.

Daya Turbin Angin

Kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Hal ini dapat kita lihat pada tabel 1 dimana data menunjukkan bahwa daya angin yang dihasilkan pada kecepatan angin 6 m/s lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan angin dibawahnya. Dan dari tabel 3 diatas maka dapat kita ketahui bahwa daya terbesar yang dapat dihasilkan pada penelitian

Tabel 5. Daya Maksimal Tiap Variasi Jumlah *Fin* pada Kecepatan Angin 6 m/s

Kecepatan angin (m/s)	Variasi Jumlah <i>Fin</i>	Daya Maksimal (Watt)	Beban (Gram)
6	Tanpa <i>Fin</i>	1,25	1750
6	<i>Fin</i> 1	1,15	1750
6	<i>Fin</i> 2	1,13	1750
6	<i>Fin</i> 3	1,55	2250

Dari Tabel 5. diatas maka dapat diketahui bahwa daya terbesar yang dapat dihasilkan pada penelitian Turbin Angin Savonius Bentuk U dengan Penambahan jumlah *fin* adalah sebesar 1,55 Watt yang terjadi pada jumlah fin 3 dengan beban 2250 gram.

Efisiensi Turbin Angin

Efisiensi daya turbin atau (C_p) merupakan perbandingan antara daya turbin angin (P_t) dengan daya angin (P_w) yang diekstrak oleh turbin angin. Sama halnya dengan daya, efisiensi daya yang di hasilkan turbin angin juga di pengaruhi oleh besarnya daya angin yang berhembus.

Berikut adalah table perbandingan efisiensi terbaik yang di hasilkan oleh turbin angin pada kecepatan angin 6 m/s dengan berbagai variasi jumlah fin.

Tabel 6. Efisiensi Terbaik Tiap Variasi Jumlah *Fin* pada Kecepatan angin 6 m/s.

Kecepatan Angin (m/s)	Variasi Jumlah <i>Fin</i>	Efisiensi Terbaik (%)	Beban (Gram)
6	0	11,4	1750
6	1	10,6	1750
6	2	10,4	1750
6	3	14,2	2250

Dari tabel 6. di atas maka dapat di ketahui bahwa efisiensi terbaik yang dapat di hasilkan pada penelitian Turbin Angin Savonius Satu Tingkat dengan Variasi Jumlah *Fin* adalah sebesar 14,2% yang terjadi pada jumlah 3 *fin* dengan beban 2250 gram. Karena efisiensi mengikuti dari hasil daya turbin yang di peroleh, jika hasil dari daya turbin besar maka efisiensi dari turbin juga tinggi tetapi jika daya dari turbin kecil maka efisiensi dari turbin juga kecil. Dapat kita lihat pada pembahasan tentang daya turbin angin sebelumnya, dari

semua variasi jumlah fin yang paling besar memperoleh daya turbin adalah jumlah 3 *fin*, oleh karena itu efisiensi yang di dapat di variasi jumlah 3 *fin* juga tinggi di bandingkan variasi jumlah *fin* yang lainnya.

Pengaruh Jumlah Fin

Penambahan fin merupakan upaya pendistribusian arah angin agar tersebar secara merata. Pada penambahan fin dengan variasi jumlah 3 *fin* pada penelitian ini memiliki pengaruh yang terbaik jika di bandingkan dengan yang lainnya yaitu, 1 *fin* dan 2 *fin*. Jika jumlah fin terlalu sedikit maka akan proses distribusi aliran angin akan tidak merata maka akan berdampak pada penurunan kecepatan turbin angin yang datang dan menjadikan gaya dorong untuk dapat memutar turbin angin dengan maksimal.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Setelah di lakukan penelitian terhadap model turbin angin *savonius* satu tingkat dengan penambahan blade pengganggu pada kecepatan angina 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

- Daya tertinggi turbin angin *savonius* bentuk u pada kecepatan 6 m/s didapatkan daya terbesar yaitu 1,55 watt dengan beban 2250 gram pada jumlah 3 *fin*.
- Efisiensi (η) terbaik turbin angin *savonius* bentuk u ada kecepatan 6 m/s didapatkan efisiensi terbaik yaitu 14,2 % dengan beban 2250 gram pada jumlah 3 *fin*.
- Penambahan fin dengan variasi jumlah *fin* 3 pada penelitian ini memiliki pengaruh yang terbaik jika di bandingkan dengan yang lainnya yaitu: *fin* 1 dan *fin* 2. Jika jumlah fin terlalu sedikit maka akan proses distribusi aliran angin akan tidak merata maka akan berdampak pada penurunan kecepatan turbin angin yang datang dan menjadikan gaya dorong untuk dapat memutar turbin angin dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

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.

Arsana, I Made., dan Wulandari, Cicik Sri. 2019. "Alat Industri Kimia" . Surabaya : PT. Kuantum Buku Sejahtera. ISBN : 9786237398202.

Fuadhani, Fariz Rafi. 2017. " Uji Eksperimental Pengaruh Penambahan Sekat Sudu terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Dengan

Sudu Berpenampang Setengah Silinder " . Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Hasan, Ola Dwi Sandra, Ridho Hantoro., dan Gunawan Nugroho." *Studi Eksperimental Vertical Axis Wind Turbine Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah Fin Pada Sudu "*. *Jurnal Teknik Pomits* Vol.2 No. 2, (2013) ISSN 2337-3539.

Siregar, Indra Herlamba., and Aris Ansori. 2016. "Performance of Combined Vertical Axis Wind Turbine blade between airfoil NACA 0018 with Curve Blade with and without Guide Vane". *International Journal of Scientific & Engineering Research (IJSER)*. Vol. 7: pp 863-867.

Mahmoud, N.H. 2012. *An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance*. Mesir: Engineering-Alexandria University.

Pribadi, Muti Anggon. 2019. " Pengaruh Rasio Luas Blade Utama dengan Blade Pengganggu Terhadap Kinerja Turbin angin Savonius ". Surabaya : Universitas Negeri Surabaya

UNESA. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

