https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera

Jurnal Ilmiah jurutera

ISSN 2356-5438

DESIGN AND FABRICATION OF A SINGLE-STAGE U-TYPE SAVONIUS WIND TURBINE USING LOW WIND SPEEDS AND WATER HYACINTH COMPOSITE MATERIAL

Suheri suheri[1], Syamsul Bahri Widodo[2*], Zainal Arif[3], Iskandar Yacob[4], Muhammad Syafii[5]

[1,2,3,4,5)] *Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Aceh, 24416*

[5)] *MahasiswaProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Aceh, 24416*

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Dikirim 29 Mei 2024
Direvisi 30 Mei 2024
Diterima 10 Juni 2024
Dipublikasi 30 Juni 2024

Keyword's:
Drying system efficiency, Cost-effectiveness, Temperature control, Heat source optimization, Voltage and airflow variations.

DOI:
https://10.55377/jurutera.v11i01.10215

A B S T R A K

This research created an innovative single-stage U-type Savonius wind turbine with water hyacinth composite material, intended for low wind speeds. With the steps of wind speed measurement, turbine rotation monitoring, and power measurement, interesting results such as a wind speed of 4.52 m/s producing a power of 5.17 volts were revealed. The significance lies in the potential of the water hyacinth composite turbine in utilizing low wind speeds to generate electricity. The conclusion notes the achievements in the manufacturing process of Savonius turbine blades and suggests that these findings provide an important basis for the development of composite-based wind turbines as an environmentally friendly renewable energy source.

© 2024 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Energi listrik saat ini sangat di butuhkan oleh masyarakat modern. setiap kalangan manusia membutuhkan energi listrik dalam kehidupannya sehari-hari, mau itu untuk penerangan atau alat-alat elektronik. Dari tahun ke tahun kebutuhan listrik semakin meningkat dikarenakan perkembangan teknologi industri yang sangat pesat. Akibat pesatnya perkembangan industri pada bidang elektronik maka permintaan konsumsi listrik semakin meningkat, sedangkan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar batu bara, gas bumi dan minyak bumi adalah sumber daya alam yang tidak bisa di perbaharui. Dan juga menimbulkan dampak buruk dari sisa pembakaran tersebut, dan juga menghasilkan polusi udara yang tidak sehat bagi manusia itu sendiri dan juga alam sekitar.

Oleh karena itu pemerintah juga mengkampanyekan tentang energi baru terbarukan untuk mengatasi konsumsi listrik dari bahan bakar batu bara, gas bumi dan minyak bumi. Bertujuan agar tidak membuat polusi udara dan juga sebagai alternatif energi di masa depan. Kebutuhan energi dari tahun ke-tahun semakin meningkat seiring berkembangnya teknologi dan indsutri seperti yang kita lihat sekarang ini. Setiap sektor industri membutuhkan energi listrik untuk proses produksi pada industri tersebut. Pada tahun 1998, konsumsi energi listrik membutuhkan sebesar 12.7 TW, sedangkan ditahun 2050, kebutuhan konsumsi listrik diperkirakan akan meningkat sebanyak 46.3 hingga 58.7 TW[1].

Turbin angin dalam membangkitkan energi listrik yaitu dengan memanfaatkan kecepatan dari energi angin untuk memutar turbin kemudian putaran turbin ini digunakan untuk memutar rotor turbin yang terhubung dengan rotor generator yang akan diproses untuk diubah menjadi energi listrik [2].

Terdapat 2 jenis turbin angin yaitu turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal. Turbin angin sumbu horizontal adalah model umum turbin angin yang sering dijumpai dengan desain menyerupai kincir air dan harus diarahkan kearah angin bertiup. Sedangkan turbin angin sumbu vertikal dalam menangkap energi angin tidak perlu diarahkan ke arah angin bertiup sehingga lebih efektif, serta tidak memerlukan kecepatan angin yang tinggi karena mendapat suplai gabungan angin dari

Alamat e-mail: suheri@unsam.ac.id (email correspondent)
© 2024 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

berbagai arah mata angin sehingga bisa ditempatkan didaerah yang lebih rendah maupun lokasi yang dekat dengan pemukiman penduduk. Salah satu kontruksi sederhana dari turbin angin sumbu vertikal yaitu turbin angin jenis savonius yang ditemukan pertama kali oleh sarjana *Finlandia* bernama *Sigurd J. Savonius (*1922)[3].

Turbin angin tipe Savonius adalah salah satu turbin angin poros vertikal (VAWT) dengan konstruksi sederhana yang memiliki rotor utama berputar secara vertikal. Kelebihannya adalah dapat memanfaatkan angin dari segala arah, mampu bekerja dengan kecepatan rendah, serta ia tidak membutuhkan menara yang terlalu tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja turbin berdasarkan rotasi dan output generator beban[4].

Komposit adalah material yang dibentuk dari campuran dua atau lebih material baku dengan tujuan untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik dan lebih bernilai. Dengan kata lain, komposit adalah material baru yang diharapkan memiliki kualitas baik dari material-material baku. Material fiberglass merupakan suatu jenis bahan komposit serat yang memiliki keunggulan kuat namun tetap ringan walaupun tidak sekaku dan seringan carbon fiber, fiberglass memiliki sifat ulet, dan relative murah harganya[5].

Turbin Angin Savonius Turbin angin dengan konstruksi sederhana yang ditemukan oleh sarjana *Finlandia bernama Sigurd J. Savonius (1922)*. Turbin yang termasuk dalam kategori TASV (Turbin Angin Sumbu Vertikal) ini memiliki rotor dengan bentuk dasar setengah silinder. Konsep turbin angin savonius cukup sederhana prinsip kerjanya berdasarkan *differential drag windmill*[6].

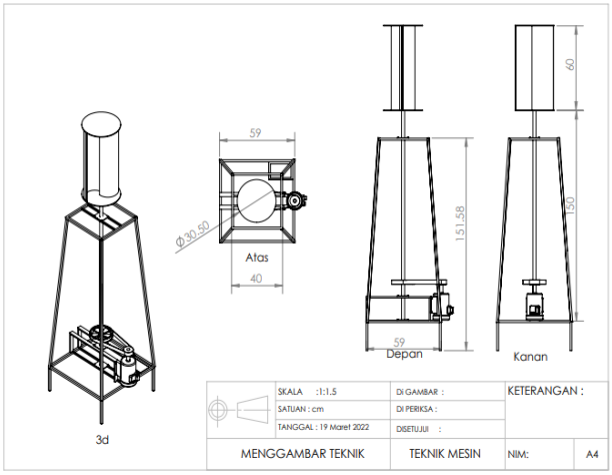
Rotor Savonius tipe ini pertama kali dikenalkan tahun 2006 oleh suatu perusahaan bernama *"Helix Wind*". Rotor ini memiliki desain yang tidak biasa, yaitu berbentuk *helix*. Namun bentuk *helix* disini memiliki keuntungan antara lain memiliki getaran yang halus karena variasi torsinya relatif merata untuk setiap bucket, dan juga memiliki torsi yang baik. Tetapi rotor tipe ini memiliki geometri yang relatif rumit, sehingga sulit dalam pembuatan[7].

Dari penelitian di atas belum ada yang meneliti dan menjelaskan tentang pembuatan turbin angin savonius berbahan komposit eceng gondok maka penulis tertarik ingin membuat turbin savonius berbahan komposit eceng gondok, dan menganalisa daya listrik yang di hasilkan turbin savonius di kecepatanangin rendah.

METODE PENELITIAN

Desain Turbin Savonius

Pengembangan alat dilakukan dengan Penggambaran manual. Langkah awal melibatkan pemahaman mendalam terhadap dimensi keseluruhan alat, memastikan bahwa hasil desain mengoptimalkan performa. Setelah dimensi yang diperlukan dipahami, proses selanjutnya melibatkan perancangan secara mendetail dari alat tersebut.



Langkah-langkah pengujian Turbin Savonius

Gambar 1. Gambaran Turbin Sovonius

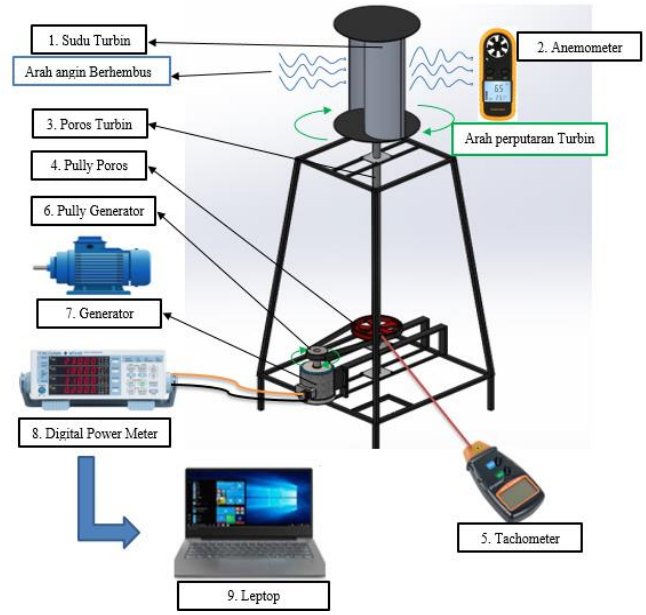
Berikut ini langkah-langkah saat melakukan pengujian turbin Savonius Sebagai Berikut :

- Memposisikan anometer di depan kincir untuk mengukur kecepatan angin.
- Kemudian kincir berputar sesuai kecepatan angin yang telah di baca oleh anemometer.
- Kemudian generator bergerak sesuai kecepatan sudu turbin.
- Kemudian kecepatan/rpm turbin dapat di ukur oleh tachometer.
- Kemudian daya dapat di ketahui melalui digtal power meter.
- Kemudian data yang telah di ketahui dari digital power meter di rekam di laptop.

Secara tertulis diatas adalah tata cara melakukan pengujian ini dan di bawah ini Skematik Penampakan pengujian alat.

Skematik Pengujian Turbin Savonius

Penggambaran alat dilakukan dengan menggunakan software Solidworks. Ada beberapa langkah dalam proses pengujian alat seperti pada Gambar 2. Dibawah ini.



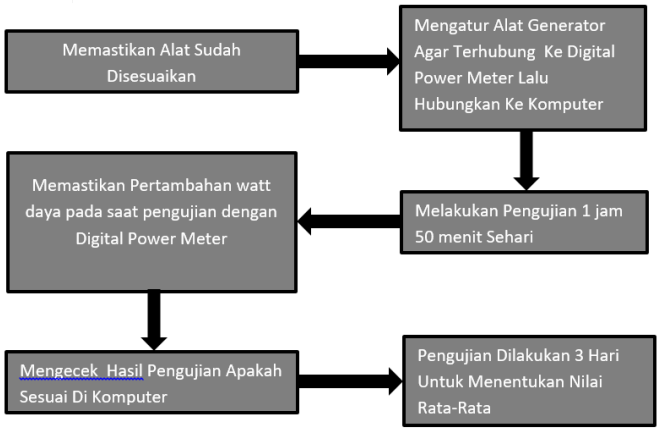
Gambar 2. Gambaran Pengujian Turbin Sovonius.

Langkah-Langkah kerja

1. Memposisikan anometer di depan kincir untuk mengukur kecepatan angin.
2. Kemudian kincir berputar sesuai kecepatan angin yang telah di baca oleh anemometer.
3. Kemudian generator bergerak sesuai kecepatan sudu turbin.
4. Kemudian kecepatan/rpm turbin dapat di ukur oleh tachometer.
5. Kemudian daya dapat di ketahui melalui digtal power meter.
6. Kemudian data yang telah di ketahui dari digital power meter di rekam di laptop.

Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian alat pengering dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3. Prosedur Pengujian.

Spesifikasi Komponen Yang Digunakan

a. Generator
Generator menghasilkan sekitar 100 hingga 500 watt, ideal untuk penggunaan di lokasi terpencil, pelengkap daya di rumah, atau sebagai solusi bertenaga angin yang portable.

b. Digital Power Meter
Digital Power Meter adalah alat pengukur dan pemantau konsumsi energi listrik dengan layar digital, akurasi tinggi, dan kemampuan konektivitas untuk integrasi sistem manajemen energi.

c. Tachometer
Tachometer adalah alat pengukur putaran per menit dengan tampilan digital atau analog, kemampuan pengukuran dalam berbagai mode, dan rentang pengukuran RPM yang dapat diukur.

d. Anemometer
Anemometer adalah alat pengukur kecepatan dan arah angin yang biasanya memiliki sensor-sensor untuk kecepatan angin, suhu, dan kadang-kadang juga kelembaban udara, dengan tampilan digital atau analog.

© 2024 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

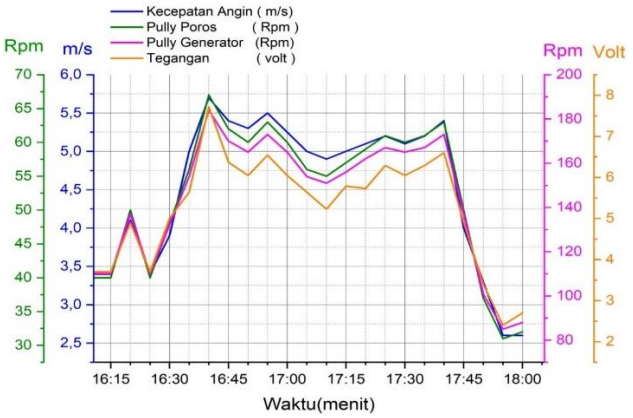
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan beberapa tahapan yang tentunya mempunyai fungsi untuk mendapatkan hasil yang optimal

LAMA PENGUJIAN : 1 JAM 50 MENIT
LAMA PENELITIAN : 3 HARI
WAKTU PENGUJIAN : SORE HARI

KETERANGAN :
KECEPATAN ANGIN (m/s)
KECEPATAN PULLY POROS (Rpm)
KECEPATAN PULLY GENERATOR (Rpm)
TEGANGAN (Volt)

- Hasil Pengujian Hari Ke 1



Gambar 4. Grafik pengujian Turbin Angin Hari Pertama

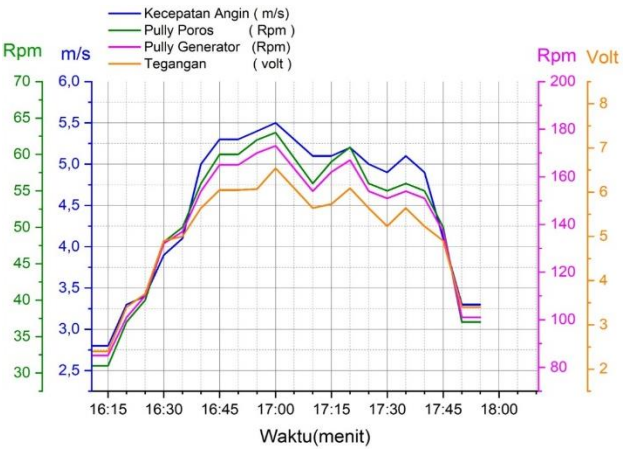
Dalam pengujian pada hari pertama, dilakukan pada rentang waktu antara pukul 16:15 hingga pukul 18:00. Fokus dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi kinerja alat yang baru selesai dibuat, yang dirancang untuk menghasilkan pembangkit listrik alternatif yang ramah lingkungan. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menganalisis tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin Savonius tipe-U berbahan komposit eceng gondok dengan menggunakan kecepatan angin rendah.

Pada hari pertama pengujian, peneliti berhasil memperoleh data tegangan yang dihasilkan pada rentang waktu tersebut. Tercatat pada pukul 16:40, saat kecepatan angin mencapai 5,7 m/s, alat ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 7,72 volt.

Grafik pengujian tersebut juga mencatat bahwa kecepatan angin tertinggi terjadi pada rentang waktu yang sama, yakni dari pukul 16:15 hingga pukul 18:00. Dari data ini, diperoleh pemahaman bahwa saat kecepatan angin mencapai puncaknya pada pukul 16:40, alat yang diuji mampu menghasilkan tegangan listrik yang signifikan.

Lebih jauh, hasil pengujian ini telah direpresentasikan dalam bentuk grafik yang tercantum pada Gambar 4, yang memberikan visualisasi yang lebih jelas dan komprehensif terkait performa alat pada rentang waktu tertentu.

- Hasil Pengujian Hari Ke 2



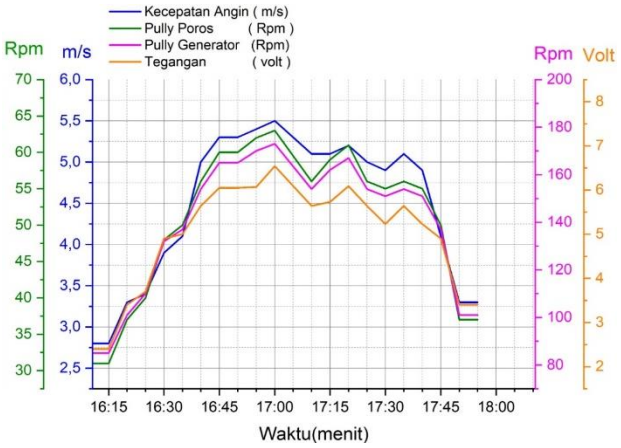
Gambar 5. Grafik pengujian Turbin Angin Hari Kedua

Pada hari kedua uji coba, dilakukan antara jam 16:15 dan 18:00, peneliti menguji perangkat baru yang bertujuan menjadi pembangkit listrik ramah lingkungan. Fokusnya adalah menganalisis tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin Savonius tipe-U dengan satu tingkat, terbuat dari bahan komposit eceng gondok, menggunakan kecepatan angin rendah.

© 2024 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

Hasil pengujian tersebut dicatat dalam Gambar 5 yang memaparkan bahwa pada hari kedua, kecepatan angin tertinggi tercatat saat berlangsung antara pukul 16:15 hingga 18:00, mencapai 5,4 m/s pada pukul 16:35, menghasilkan tegangan sebesar 6,47 volt.

- Hasil Pengujian Hari Ke 3



Gambar 6. Grafik pengujian Turbin Angin Hari Ketiga

Pada hari ketiga pengujian, dilaksanakan mulai dari jam 16:15 hingga jam 18:00. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja alat yang baru selesai dibuat, yang dirancang untuk menghasilkan listrik alternatif secara ramah lingkungan. Fokus pengujian pada hari ketiga adalah pada analisis tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin Savonius dengan tipe-U satu tingkat, yang terbuat dari bahan komposit eceng gondok, dengan memanfaatkan kecepatan angin rendah.

Dalam Gambar pengujian pada hari ketiga, terlihat bahwa kecepatan angin mencapai titik tertinggi antara jam 16:15 hingga 18:00, mencapai puncak pada kecepatan angin 5,5 m/s pada pukul 16:40. Pada waktu tersebut, alat menghasilkan tegangan sebesar 6,54 volt.

Hasil Rata-Rata Pengujian Hari-1 Sampai Hari-3

Hasil rata-rata dari keseluruhan pengujian di dapatkan hasil sebagai berikut yang dimana keceptan angin yang tertinggi di dapatkan pada proses pengujan ketiga dan dimana tegangan tertinggi juga di dapatkan pada proses pengujian kedua.

NO	Jumlah Pengujian	Waktu (menit)	Kecepatan Angin (m/s)	Pully Poros (Rpm)	Pully Generator (Rpm)	Tegangan (volt)
1	Pengujian pertama	16:00-18:00	4,52	52,30	143,56	5,17
2	Pengujian Kedua	16:00-18:00	4,29	49,17	134,91	4,73
3	Pengujian Ketiga	16:00-18:00	4,32	49,56	135,95	4,80

Gambar 7. Tabel Hasil Rata-Rata Keseluruhan Pengujian

KESIMPULAN

Pembuatan sudut turbin Souvenius dimulai dengan pengambilan eceng gondok yang kemudian dikeringkan hingga berubah menjadi serbuk halus. Langkah berikutnya adalah pengolahan serbuk eceng gondok ini, di mana serbuk tersebut dihaluskan, dicampur dengan resin dan katalis, lalu dicetak menjadi sudut turbin dalam sebuah cetakan khusus. Proses cetakan ini menghasilkan sudut-sudut turbin yang kemudian disatukan menjadi satu bagian utuh. Performa turbin angin Souvenius dengan dua sudutnya dapat bervariasi tergantung pada kecepatan angin. Pada kecepatan angin tinggi sekitar 5,7 m/s, turbin ini dapat mencapai putaran poros 67 rpm dengan tegangan output sekitar 7,72 volt di generatornya. Namun, pada kecepatan angin rendah sekitar 2,8 m/s, turbin masih mampu menghasilkan putaran poros sekitar 31 rpm dengan tegangan output sekitar 2,4 volt di generatornya. Dengan demikian, turbin Souvenius menawarkan alternatif sumber energi yang bisa dimanfaatkan pada berbagai tingkat kecepatan angin, walaupun performanya bervariasi tergantung pada kondisi angin yang ada.

© 2024 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini diapresiasi dengan tulus kepada seluruh anggota akademisi dari Universitas Samudra atas kontribusi berharga mereka, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dukungan, arahan, dan wawasan yang diberikan oleh dosen-dosen kami telah menjadi pondasi yang kuat dalam keseluruhan proses ini. Diskusi ilmiah, masukan dari rekana sejawat, serta kemudahan akses ke sumber daya perpustakaan telah memberikan dampak yang signifikan pada hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Mulyani and D. Hartono, "Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik di Indonesia 1," Feb. 2018.

[2] Yusuf Ismail Nakhoda and Choirul Saleh, "Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Pesisir Pantai," Malang, Mar. 2017.

[3] Hafifur Rohman, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin," Jember, 2019.

[4] Marizka Lustia Dewi, "Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotorsavonius L Untuk Optimasi Kinerja Turbin," Surakarta, Jul. 2010.

[5] Prantasi Harmi Tjahjanti, "Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer," Aug. 2018.

[6] R. Sumiati, "Pengujian Turbin Angin Savonius Tipe U Tiga Sudu Di Lokasi Pantai Air Tawar Padang," Padang, Jun. 2012. [Online]. Available: www.reuk.co.uk/Savonius-Wind-Turbines.htm

[7] Khairil Anwar, "Kinerja Turbin Angin Savonius Dengan Modifikasi Bentuk Geometri Sudu Tipe Bach," Gowa, 2020.

[8] Firman Aryanto, I Made Mara, And Made Nuarsa, "Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Suduterhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal," Ntb, Jan. 2013.

[9] A. Septy Wauran, "Pemodelan Penggunaaan Energi Turbin Angin Untuk Daerah Manado," Manado, Oct. 2013. [Online]. Available: http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo

[10] Domunikus Dwi Widaryanto, "Kincir Angin Model American Multi-Blade," Yogyakarta, 2015.

[11] T. A. F. Soelaiman, N. P. Tandian, and D. N. Rosidin, "Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, SNTTM-VI," Bandung, 2007.

[12] Indra Wijaya, "Analysis Of Aerodynamics Force In E Building Physics Engineering Its With Various Speed And Wind Directions," Surabaya, Jul. 2018.

[13] Muhammad Falah Dias Sunandi, "Numerical Study Of Savonius Wind Turbine With Variation Of The Number Of Blade And Wind Velocity," Surabaya, 2016.

[14] Robby, M. R. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Pikohidro Turbin Crossflow 450w Untuk Penerangan Jalan Dan Penerangan Budidaya Lele (Design And Construction Of 450w Crossflow Turbine Picohydro Power Plant For Street Lighting And Catfish Cultivation Lighting) (Doctoral Dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).

[15] Rizky Ramadhan Mk, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Pt Ajinomoto Kota Mojokerto," Nov. 2011.

[16] Agus Nurdiyanto, "Rancang Bangunprototype Pembangkit Listrik Tenaga Anginmenggunakan Turbin Angin Savonius," Surabaya, 2020.

[17] Agustina, S. E. 2004. Biomass Potential as Renewable Energy Resources in Agriculture. Proceedings of International Seminar on Advanced Agricultural Engineering and Farm Work Operation. Bogor, 25-26 August 2004.

[18] Suryana, D., & Junaidi, A. (2018). Pengaruh komposisi komposit serat-serat eceng gondok dan pasir silika terhadap uji impact dan uji tarik untuk point panjat dinding. AUSTENIT, 10(2), 56-60.

•TAR

© 2024 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra