

## POTENSI ENERGI ANGIN KECEPATAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN MODIFIKASI TURBIN JENIS ICEWIND

### LOW SPEED WIND ENERGY FOR ELECTRICITY CONDUCTED BY ICEWIND TURBINE

Parlin Siagian<sup>1</sup>, Hermansyah Alam<sup>2</sup>, Randi Rian Putra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Faculty of Sains and Technology, Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, Indonesia  
parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id

#### ABSTRACT

*This paper looks for potential energy source from wind speed by modifying the turbine drive with a different model. Modification of the turbine made to produce electrical energy in a small generator. The use of a modified turbine to obtain high rotation at limited wind speeds. Application of an icewind type wind turbine with a diameter of 60 cm can produces rotation on the generator. The method is design the Savonius type icewind wind turbine is made using a metal plate with a diameter of 60 cm and a height of 50 cm. The turbine is connected to a mini permanent magnet generator at varying wind speeds using a wind blower/wind tunnel simulation. The mass of the turbine that is made is adjusted to the large capacity of the generator used so that high rpm speeds can still be obtained and the output voltage that can be used for the load. From the research, the output voltage of the generator is 2 to 28 volts. Voltage is generated from wind speeds of up to 14 m/s and 442 rpm turbine rotation. The use of a modification of the icewind type savonius turbine can be used to rotate the generator and generate electrical energy at various levels of wind speed.*

**Keywords:** savonius, icewind, turbine, generator, wind

#### ABSTRAK

Tulisan ini mencari peluang energy potensial dari angin dengan modifikasi penggerak turbin dengan struktur yang berbeda. Modifikasi turbin yang dibuat untuk menghasilkan energy listrik pada generator kecil. Penggunaan turbin yang dimodifikasi agar memperoleh putaran yang tinggi pada saat kecepatan angin yang terbatas. Dengan menggunakan turbin angin jenis icewind ukuran diameter 60 cm menghasilkan putaran pada generator. Metode yang digunakan dengan elakukan desain turbin angin savonius jenis icewind dibuat menggunakan plat metal dengan diameter 60 cm dan tinggi 50 cm. turbin dihubungkan dengan generator mini permanen magnet pada kecepatan angin yang bervariasi di menggunakan simulasi angin blower/wind tunnel. Massa turbin yang dibuat disesuaikan dengan besar kapasitas generator yang digunakan agar tetap dapat diperoleh kecepatan rpm yang tinggi dan tegangan keluaran yang dapat dipergunakan ke beban. Dari penelitian diperoleh tegangan keluaran generator 2 sampai 28 volt. Tegangan dihasilkan dari kecepatan angin sampai 14 m/s dan putaran turbin 442 rpm. Penggunaan modifikasi turbin savonius jenis icewind dapat dipergunakan memutar generator dan menghasilkan energy listrik pada berbagai tingkat kecepatan angin.

**Kata Kunci:** Savonius, Icewind, Turbin, Generator, Angin

#### PENDAHULUAN

Permintaan akan tenaga listrik dewasa ini semakin berkembang seiring dengan perekonomian sehari-hari. Sejumlah penelitian tentang energi terbarukan telah dilakukan dalam upaya untuk memenuhi peningkatan permintaan listrik dan mengatasi tren peningkatan polusi saat ini (Yang S, 2020). Alat yang digunakan untuk mengubah energi angin menjadi listrik disebut turbin angin. Turbin angin sumbu vertikal (VAWT) dan turbin

angin sumbu horizontal (HAWT) adalah dua jenis turbin angin yang berbeda. Karena kinerja VAWT tidak bergantung pada arah angin relatif dan dapat diletakkan di poros tanah (Yang B, 2011), yang menurunkan biaya perawatan, VAWT sering digunakan untuk pembangkit listrik skala kecil. Turbin angin Savonius dan Darrieus adalah yang paling terkenal dari beberapa jenis VAWT.

Meskipun rotor Darrieus lebih efisien, mereka membutuhkan kecepatan angin awal yang lebih cepat. Rotor

Savonius lebih baik dalam memulai daripada rotor Darrieus dan dapat berfungsi di daerah dengan kecepatan angin rendah. Savonius juga menawarkan keuntungan berupa kebisingan yang rendah, pemasangan yang sederhana, dan desain yang lugas (Dewan et al., 2021)(Al-Faruk A, 2016).

Telah ditemukan bahwa turbin Savonius memiliki efisiensi konversi energi yang rendah dan bilah balik menghasilkan banyak torsi negatif (Al-Gburi KAH, Alnaimi FBI, Al-quraishi BA, Sann Tan Ee, 2021) Oleh karena itu, telah lama ada minat di berbagai disiplin ilmu tentang cara meningkatkan kinerja turbin Savonius. Karakteristik berikut (Zhiqiang, 2016) adalah fokus utama dari penelitian sebelumnya pada efisiensi energi angin single Savonius rotor:

- (1) Meningkatkan parameter struktural dasar turbin angin;
- (2) Meningkatkan sifat geometris bilah turbin angin; (3) Memasang alat bantu untuk mengubah karakteristik medan aliran angin yang masuk; dan (4) Periksa aliran tidak stabil turbin angin dan tingkatkan sifat medan alirannya.
- (3) Dari parameter struktur dasar, para peneliti dari seluruh dunia telah memeriksa dan meningkatkan kinerja aerodinamis rotor Savonius. Melalui eksperimen, Mahmoud et al.(Mahmoud NH, El-Haroun AA, Wahba E, 2012) sampai pada kesimpulan bahwa turbin Savonius dua bilah bekerja lebih baik daripada turbin Savonius tiga bilah dan empat bilah. Dengan mengubah jumlah bilah turbin Savonius standar, rasio tumpang tindih, dan penambahan membalik, Thiyagaraj et al. (Thiyagaraj J, Rahamathullah I, Anbuezhayan G, Barathiraja R, 2021) meningkatkan koefisien daya turbin hidrokinetik Savonius.

Sumber energi terbarukan yang bersih dan dapat diakses ini adalah angin. Turbin angin menggunakan energi angin untuk menghasilkan tenaga setiap hari di

seluruh dunia. Produksi energi angin sangat penting untuk cara berkelanjutan di mana kita menggerakkan planet kita. Setelah Cina, Amerika Serikat, dan Jerman, India menghasilkan energi angin terbanyak keempat. Pada 2017, ada 32 GW instalasi angin di India. Analisis terbaru Institut Nasional Energi Angin menunjukkan bahwa energi angin memiliki potensi 302 GW.

Ada dua jenis turbin angin yang berbeda: dua turbin angin dengan sumbu vertikal dan horizontal. VAWT mudah dibuat dan dipasang, dan dapat beroperasi dalam berbagai kondisi angin, termasuk berbagai kecepatan dan arah angin. Savonius, seorang fisikawan Finlandia, menciptakan turbin angin Savonius, yang beroperasi berdasarkan prinsip gaya hambat. Pada penampang, mereka memiliki tampilan berbentuk S (Saad et al., 2018)(Harsanto, T., Prananto, H.D., Budi, E., & Nasbey, 2015)(Kumar Rakesh, Raahemifar Kaamran, 2018)(Ali, 2013)

Salah satunya adalah turbin angin sumbu horizontal (HAWT), dan yang lainnya adalah turbin angin sumbu vertikal (VAWT). VAWT mudah dibuat dan dipasang, dan dapat beroperasi dalam berbagai kondisi angin, termasuk berbagai kecepatan dan arah angin. Turbin angin Savonius dikembangkan oleh Savonius dan beroperasi berdasarkan prinsip drag force (M. Sunil Kumar VVSH Prasad C. Labesh Kumar, 2017)(Dhote, 2015) (Hnin Yu Yu Kyaw, Ei Cho Cho Theik, 2019)

Proses desain turbin angin Savonius sulit dilakukan. Saat mendesain turbin angin Savonius, banyak publikasi penelitian diperhitungkan. Rasio aspek, efek jumlah sudu, dan tip speed ratio (TSR) hanyalah beberapa variabel yang dapat menentukan seberapa baik kinerja turbin angin [8-10]. Ini juga memberikan pemahaman kasar tentang perbedaan kinerja antara turbin angin Savonius dengan dua bilah dan yang memiliki tiga bilah atau lebih karena gaya drag yang dihasilkan. Bahan yang berbeda, seperti Glass Reinforced Plastic Fiber (GRPF),

membantu meningkatkan kinerja turbin angin. Performa turbin angin Savonius meningkat sebagai hasil dari pembuatan turbin yang lebih ringan (B. D. A. and S. B. Barve, 2016)(N. V. and D. S. Barve, 2021)(Abdelsalam et al., 2021)

## METODE

Menentukan apakah angin memiliki kapasitas untuk menghasilkan energi listrik adalah pengukuran kecepatan angin. Selain itu, kemampuan untuk menghitung kecepatan angin memudahkan untuk mendapatkan profil manfaat angin untuk berbagai penggunaan. Ada banyak metode untuk mengukur kecepatan angin, salah satunya adalah penggunaan drone tanpa awak di daerah dengan topografi yang kompleks. Anemometer ultrasonik biasa dipasang ke kendaraan udara tak berawak. Ketidakpastian dalam metode memperoleh angin menyesuaikan data dari anemometer stasioner di berbagai ketinggian dan menunjukkan kesamaan data yang sangat baik, terutama dalam kecepatan angin rata-rata (0,12 m/s) dan arah rata-rata (2,4).(Ingenhorst et al., 2021) Metode pengukuran ini lebih akurat karena dapat bekerja pada data ketinggian yang berbeda dan arah yang tidak pasti.

Bagaimana angin diukur?

Beberapa alat pengukur angin, seperti anemometer, memanfaatkan fakta bahwa angin memiliki massa dan dapat memindahkan benda dengan menggunakan fakta ini. Dengan demikian, kecepatan baling-baling dapat digunakan untuk menghitung kecepatan angin. Secara bergantian, beberapa alat ukur menentukan kecepatan angin berdasarkan kecepatan atau pantulan gelombang (suara, cahaya).

Rata-rata kecepatan untuk setiap jam dihitung dengan interval 6 hingga 10 menit. Keempat pengukuran per detik ini, atau interval 10 menit ini, dijumlahkan. Kecepatan maksimum dan minimum dihitung dari 12 pengamatan yang dilakukan setiap 3 detik.

Menurut pedoman WMO, anemometer harus ditempatkan sepuluh meter di atas tanah pada area yang rata (idealnya memotong rumput). Tidak boleh ada penghalang besar (pohon, bangunan) yang akan membatasi aliran udara. Obstruksi yang lebih besar harus setidaknya empat kali lebih jauh dari meter karena tingginya. Dengan bertambahnya ketinggian di atas tanah, kecepatan dan arah angin bervariasi. Akibatnya, sensor angin biasanya dipasang di tiang-tiang meteorologi di berbagai ketinggian (2, 10, 80, dll.). Alat ukur apa yang digunakan?

## Materi Penelitian

Penelitian ini terkait dengan adanya permasalahan tentang analisis adanya aliran udara pada tempat dengan kecepatan rendah. Aliran udara yang rendah digunakan untuk menguji putaran turbin yang diteliti. Alat ukur digunakan untuk mencatat data yang diperoleh dan dilakukan analisa. Kecepatan angin tersebut secara teori memberikan potensi untuk dilakukannya perancangan pembangkit listrik tenaga angin. Untuk menentukan kapasitas turbin dan generator pembangkit tenaga angin perlu adanya analisis tentang kecepatan angin. Hal ini menimbulkan keinginan untuk membuat suatu analisis tentang potensi kecepatan angin di wilayah yang menjadi lokasi penelitian yang diuji.

## Prosedur Penelitian:

Adapun Prosedur penelitian yang akan dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan titik ukur kecepatan angin ditempat penelitian dengan kecepatan di bawah 5 m/s. Di titik ukur yang telah ditentukan berdasarkan arah angin di pasang tiang yang tinggi untuk mendapatkan angin yang lebih besar.
2. Melakukan pengambilan sampel dengan tempat yang berpindah-pindah.
3. Pengukuran ini dilakukan secara berulang-ulang dengan time yang terskala untuk mendapatkan data akurat tentang kecepatan angin di arah angin yang

- berbeda/ hasil yang tertera di dalam alat akan dilakukan pencatatan secara komprehensif.
4. Hasil kecepatan angin akan dilakukan analisis untuk menentukan turbin yang digunakan Mendesain turbin
  5. embuat turbin jenis rotor Savonius
  6. Melakukan ujicoba turbin di titik yang pernah diukur di lokasi penelitian
  7. Melakukan analisis data hasil ujicoba turbin

### **Parameter Yang Diamati**

Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Arah angin
2. Kecepatan angin
3. Kecepatan putar turbin oleh angin di lokasi penelitian
4. Daya yang dihasilkan generator listrik yang diputar turbin.

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi Penelitian : Medan dan Kabupaten Deli Serdang.

Waktu Penelitian : 3 (tiga) bulan

### **Jenis dan Ruang Lingkup Penelitian**

Jenis Penelitian: Eksperimen (percobaan), data

Lingkup Penelitian: Desain turbin mini jenis rotor Savonius dan diujicoba di lokasi dengan angin kecepatan rendah. Listrik yang dihasilkan diukur sebagai converter energi menjadi listrik.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pemasangan alat pengukur kecepatan angin kemudian mencatat data kecepatan angin di alat pengukur kecepatan angin berdasarkan eksperimen (percobaan) di lapangan sesuai dengan tahapan percobaan yang dilakukan. Merancang turbin untuk diujicoba sesuai dengan kecepatan angin yang telah diukur.

### **Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah diameter rotor Turbin jenis Savonius sesuai

dengan kecepatan angin, dengan sampel penelitian kecepatan angin di lokasi penelitian, tinggi turbin, diameter blade, kapasitas dynamo penghasil listrik dan waktu pengukuran.

### **Metode Analisis Data**

Adapun metode analisis dilakukan dengan melakukan kegiatan atau aktivitas melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Tahap I: Melakukan Survey ke lapangan, yaitu melihat kondisi kecepatan angin di lokasi penelitian di Medan dan Deli Serdang dan melihat kondisi alam serta mengambil data-data yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini.
2. Tahap II: Melakukan pemasangan alat pada titik ukur yang telah ditetapkan sesuai dengan arah angin di lokasi penelitian.
3. Tahap III: Melakukan pencatatan-pencatatan data kecepatan angin di lokasi penelitian untuk melihat variable data kecepatan angin yang di rekam dalam alat pengukur kecepatan angin yang telah di pasang pada wilayah penelitian sesuai dengan titik ukur yang telah di ditetapkan dan mengulangi pengukuran untuk beberapa titik lainnya.
4. Tahap IV: Melakukan Pengelompokan data-data kecepatan angin yang telah di catat di di kumpulkan secara komprehensif sesuai dengan skala waktu yang telah di ditetapkan dalam proses pengukuran di lokasi penelitian. Dalam tahap ini perhitungan yang dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari keadaan di lapangan.
5. Tahap V: Melakukan analisis data sesuai dengan pengelompokan data kecepatan angin yang telah tersusun secara terstruktur dengan akurat dan benar sesuai dengan data yang di peroleh di lapangan.
6. Tahap VI: Merancang turbin dan membuat turbin yang ukurannya disesuaikan dengan data angin yang diperoleh.

7. Tahap VII: merangkai turbin dengan generator mini
8. Tahap VIII: melakukan ujicoba turbin dan generator di lokasi penelitian dan mencatat daya yang dihasilkan turbin dan generator.
9. Tahap IX: melakukan analisis potensi listrik yang dihasilkan turbin.
10. Tahap X: Menyusun dan mengumpulkan data hasil analisis daya listrik yang dihasilkan turbin yang telah dilakukan. Selanjutnya data yang telah terkumpul dan tersusun akan di deskripsikan dalam laporan lengkap penelitian.
11. Tahap XI: Melaksanakan Pengabdian Masyarakat implementasi hasil penelitian
12. Tahap XII: Penulisan Laporan Kegiatan Penelitian.

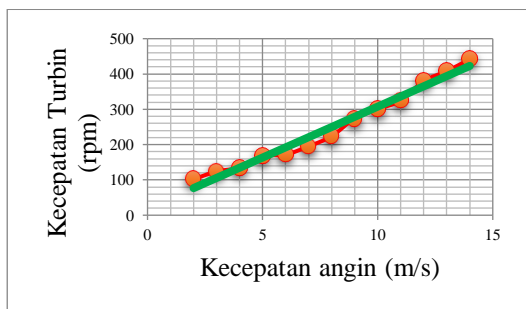
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah selesai perakitan turbin dilakukan percobaan dengan memberikan angin dengan kecepatan bervariasi. Alat yang digunakan sebagai sumber angin adalah blower dan mengukur kecepatan angin dengan anemometer.

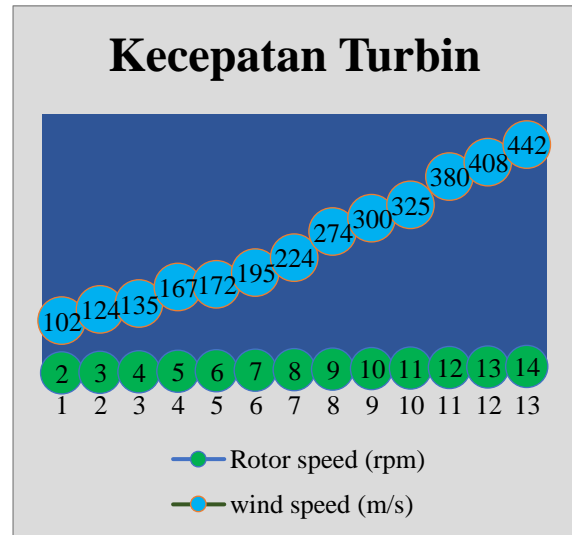
Dengan membuat simulasi angin dan mengukur tegangan keluaran generator mini diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Putaran Turbin**

Rotor speed (rpm)	wind speed (m/s)	Rotor speed (rpm)	wind speed (m/s)
2	102	10	300
3	124	11	325
4	135	12	380
5	167	13	408
6	172	14	442
7	195		
8	224		
9	274		

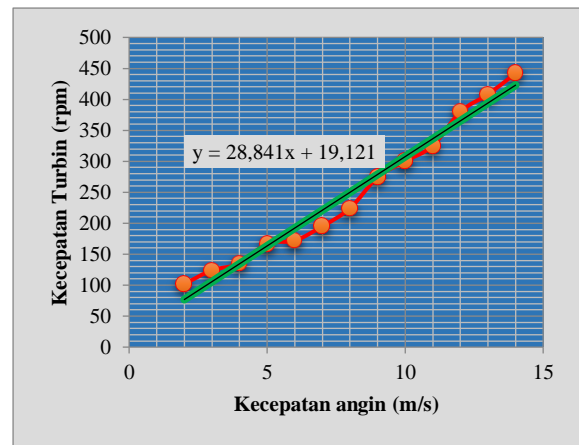


**Gambar 1. Grafik kecepatan angin dan turbin**



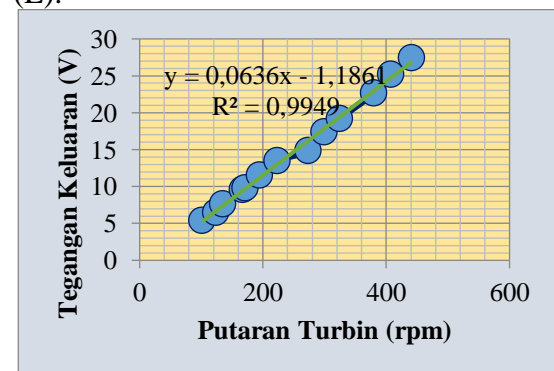
**Gambar 2. Grafik kecepatan turbin**

Jika kita lihat trend dari kecepatan angin adalah linier terhadap putaran turbin.



**Gambar 3. Grafik Interpolasi Kecepatan Turbin**

Turbin berputar dengan kecepatan rendah dan dapat menghasilkan putaran turbin. Jika dihubungkan dengan generator mini akan dapat membangkitkan ggl listrik (E).



**Gambar 4. Grafik Tegangan Generator Dan Interpolasinya**

Ggl listrik yang dihasilkan generator pada putaran turbin yang bervariasi. Hasil dan pembahasan memaparkan hasil penelitian ataupun analisis yang diperoleh. Berbagai fakta serta fenomena yang dianggap penting dapat dijabarkan lebih lanjut pada bagian ini. Setelah itu, dilanjutkan dengan pembahasan secara mendalam dengan menyebutkan temuan atau keponiran gagasan beserta signifikansinya.

## SIMPULAN

Turbin jenis icewind dapat berputar pada angin kecepatan rendah mulai dari 2 m/s. Listrik dapat dibangkitkan dengan menggunakan generator mini. Diperlukan jenis generator yang memiliki teknologi konversi listrik yang lebih baik agar dapat menghasilkan daya listrik output yang lebih baik. Untuk mendapatkan tegangan keluaran generator yang sesuai maka diperlukan gear yang dapat merubah kecepatan dari kecepatan rotor ke kecepatan poros generator

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsalam, A. M., Kotb, M. A., Yousef, K., & Sakr, I. M. (2021). Performance study on a modified hybrid wind turbine with twisted Savonius blades. *Energy Conversion and Management*, 241(March), 114317. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114317>
- Al-Faruk A, S. A. (2016). Geometrical optimization of a swirling Savonius wind turbine using an open jet wind tunnel. *Alexandria Eng J*, 55, 2055–2064.
- Al-Gburi KAH, Alnaimi FBI, Al-quraishi BA, Sann Tan Ee, M. M. (2021). A comparative study review: The performance of Savonius-type rotors. *Mater Today: Proc*, 57, 343–9.
- Ali, M. H. (2013). Experimental Comparison Study for Savonius Wind Turbine of Two & Three Blades At Low Wind Speed. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3(5), 2978–2986.
- Barve, B. D. A. and S. B. (2016). A Review on Hybrid solar/wind/ hydro power generation system. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 2(4), 188.
- Barve, N. V. and D. S. (2021). Design, Modelling and Comparative Analysis of a Horizontal Axis Wind Turbine Volume. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 8(8), 808–815.
- Dewan, A., Gautam, A., & Goyal, R. (2021). Materials Today : Proceedings Savonius wind turbines : A review of recent advances in design and performance enhancements. *Materials Today: Proceedings*, 47, 2976–2983. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.205>
- Dhote, A. (2015). *Design, Analysis And Fabrication of Savonius Vertical Axis Wind Turbine*. 2048–2054.
- Harsanto, T., Prananto, H.D., Budi, E., & Nasbey, H. (2015). Design and Construction of Vertical Axis Wind Turbine Triple-Stage Savonius Type as the Alternative Wind Power Plant. *New, Renewable Energy and Energy Conservation Conference and Exhibition*.
- Hnin Yu Yu Kyaw, Ei Cho Cho Theik, K. Z. N. (2019). Design and Fabrication of H-Darrieus VAWT. *International Journal of Trends in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 3(4), 1570.
- Ingenhorst, C., Jacobs, G., Stößel, L., Schelenz, R., & Juretzki, B. (2021). *Method for airborne measurement of the spatial wind speed distribution above complex terrain*. 427–440.
- Kumar Rakesh, Raahemifar Kaamran, F. A. S. (2018). A critical review of vertical axis wind turbines for urban applications. *Renew Sustain Energy Rev*, 89:, 281–91.

- M. Sunil Kumar VVSH Prasad C. Labesh Kumar. (2017). Savonius Wind Turbine Design and Validation-An Manufacturing Approach,. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 8(9), 18–25.
- Mahmoud NH, El-Haroun AA, Wahba E, N. M. (2012). An experimental study on improvement of Savonius rotor performance. *Alex Eng J*, 51((1):), 19–25.
- Saad, N. H., El-Sattar, A. A., & Metally, M. E. (2018). Artificial neural controller for torque ripple control and maximum power extraction for wind system driven by switched reluctance generator. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 2255–2264. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2017.03.005>
- Thiyagaraj J, Rahamathullah I, Anbuhezhiyan G, Barathiraja R, P. A. (2021). Influence of blade numbers, overlap ratio and modified blades on performance characteristics of the savonius hydro-kinetic turbine. *Mater Today: Proc*, 46, 4047–53.
- Yang B, L. C. (2011). Fluid dynamic performance of a vertical axis turbine for tidal currents. *Renew Energy*, 36, 3355–66.
- Yang S, P. S. (2020). The effects of renewable energy financial incentive policy and democratic governance on renewable energy aid effectiveness. *Energy Policy*, 145:, 111682.
- Zhiqiang, L. (2016). Flow Control of Aerodynamic Performance improvement of Savonius Wind Rotor via a Arc-Straight Shaped Curtain. *Harbin Inst Technol*.