

MANUFAKTUR DAN PERANCANGAN INSTALASI KELISTRIKAN TRAINER KIT TURBIN MODEL SAVONIUS SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

¹Aditya Nugraha,¹Muhammad Akmal Alauddin Zein,¹Cristian Firdaus Simamora

¹Politeknik Negeri Subang

e-mail: aditya@polsub.ac.id

Abstract

The utilization of wind energy is considered clean and has the potential to reduce environmental pollution levels. In its use, wind energy can be converted into kinetic energy or electrical energy. The breakthrough in the new Savonius model trainer kit is expected to enhance students' laboratory practices, providing valuable insights and knowledge in the field of energy conversion. This research discusses the use of wind energy through a Savonius model trainer kit which is expected to be a source of learning at the Subang State Polytechnic. The manufacturing process includes making the upper frame, lower frame, turbine, turbine mount, blower base, meter panel base and anemometer holder using cutting, drilling and welding methods. The tool performance test shows the results in two tests that display voltage, current and shaft rotation at different wind speeds. The simulation results show variations in wind flow speed and pressure at the top, middle and bottom of the Savonius turbine.

Keywords: Savonius Model Turbine trainer kit, Manufacturing Process, Electrical Installation, Design and Turbine.

Abstrak

Energi angin tidak hanya dianggap bersih, tetapi juga memiliki potensi untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Dalam pemanfaatannya Energi angin dapat diubah menjadi energi kinetik atau energi listrik. Dengan hadirnya inovasi terbaru pada alat trainer kit model Savonius, diharapkan akan memberikan bantuan yang lebih baik untuk mahasiswa dalam proses praktikum, sehingga dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan mereka dalam mata kuliah konversi energi. Penelitian ini membahas pemanfaatan energi angin melalui alat trainer kit model Savonius yang diharapkan dapat menjadi sumber pembelajaran di Politeknik Negeri Subang. Proses manufaktur meliputi pembuatan rangka atas, rangka bawah, turbin, dudukan turbin, alas blower, alas panel meter, dan dudukan anemometer dengan metode pemotongan, pengeboran, dan pengelasan. Uji kinerja alat menunjukkan hasil pada dua pengujian yang menampilkan tegangan, arus, dan putaran poros pada kecepatan angin yang berbeda. Hasil simulasi menunjukkan variasi kecepatan aliran angin dan tekanan pada bagian atas, tengah, dan bawah turbin Savonius.

Kata kunci: Trainer kit Turbin Model Savonius, Proses Manufaktur, Instalasi Kelistrikan, Perancangan, dan Turbin.

Diterima: 13 Desember 2023

Disetujui: 22 Desember 2023

Dipublikasi: 31 Desember 2023

Pendahuluan

Dalam era modern yang dipenuhi dengan tantangan perubahan iklim global, muncul kesadaran yang semakin meningkat tentang perlunya beralih ke sumber energi terbarukan. Masyarakat global secara kolektif mulai mengakui dampak negatif dari ketergantungan pada bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan stabilitas iklim (Waruwu, B. M. 2023). Sebagai respons terhadap hal ini, turbin angin menjadi representasi nyata dari transformasi menuju keberlanjutan, mengambil peran sentral dalam peta jalan energi terbarukan (Lehtola, T., & Zahedi, A. 2019).

Turbin angin tidak hanya menjadi simbol inovasi teknologi, tetapi juga pendorong utama dalam menyediakan sumber daya energi yang bersih dan terbarukan (Sadorsky, P. 2021). Dengan memanfaatkan energi kinetik angin, turbin angin menyajikan alternatif yang ramah lingkungan, membantu mengurangi jejak karbon dan mengarahkan arah industri energi menuju masa depan yang lebih berkelanjutan. Kesadaran ini tidak hanya menciptakan momentum untuk adopsi teknologi terbaru, tetapi juga mempercepat transformasi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Androniceanu, A., & Sabie, O. M. 2022)..

Turbin angin merupakan perangkat pembangkit listrik yang menggunakan sumber dari energi kinetik dari angin untuk menghasilkan tenaga listrik. Sebagai elemen utama dalam pembangkit listrik tenaga angin, turbin angin memiliki fungsi sebagai mesin yang merubah energi angin menjadi Listrik (Padmika, M., Wibawa, I. S., & Trisnawati, N. L. P. 2017). Turbin angin merupakan inovasi teknologi yang secara substansial berkontribusi pada pemenuhan kebutuhan energi listrik. Teknologi ini efektif karena mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam berupa energi angin, yang secara melimpah dan berkelanjutan tersedia di lingkungan. (Hermanses, J. F., Rumbayan, M., & Sugiarso, B. A. 2020). Prinsip kerja turbin angin Menurut Bachtiar, A., & Hayattul, W. (2018). adalah Gerakan blade yang disebabkan oleh angin dialirkan ke rotor generator, menghasilkan energi listrik. Komponen kunci dalam sistem pembangkit listrik turbin angin ini adalah generator. Jumlah energi yang dapat dipindahkan ke rotor bergantung pada luas area, massa jenis udara, dan kecepatan angin.

Komponen-komponen utama dari turbin angin sangatlah vital. Poros rotor bertanggung jawab untuk mentransfer daya dari rotor ke generator, sedangkan suhu memiliki peran penting dalam mengoptimalkan daya angkat dan efisiensi turbin. *Pillow block bearing*, sebagai alas pendukung poros, serta generator dan roda gigi lurus juga merupakan bagian tak terpisahkan dalam sistem turbin angin yang berfungsi merubah energi mekanik menjadi energi Listrik Hernowo, S. (2020). Menurut Kasim, R., & Umurani, K. (2022). ada dua jenis turbin angin yang dominan, yaitu *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dan *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT). HAWT memiliki poros utama yang berputar menyesuaikan arah angin, sedangkan VAWT memiliki rotor dan poros yang sejajar dengan arah hembusan angin, memungkinkannya berputar ke segala arah angin. Keduanya memiliki karakteristik dan keunggulan masing-masing, digunakan tergantung pada kebutuhan dan kondisi angin di suatu lokasi.

Salah satu jenis turbin angin VAWT yang menarik adalah model Savonius. Dikenal karena kesederhanaan konstruksinya, turbin ini menggunakan prinsip drag untuk menghasilkan energi (Zulfikar, P. H., & Laksono, H. A. 2019). Meski memiliki beberapa keunggulan, seperti desain menara yang sederhana dan kemampuan untuk memanfaatkan angin dari berbagai arah, turbin Savonius masih memiliki kelemahan, termasuk efisiensi produksi energi yang lebih rendah dibandingkan dengan turbin HAWT. Meski demikian, terus ada upaya pengembangan untuk meningkatkan efisiensi turbin ini Izzah, A. N., & Yuwono, T. Y. (2021).

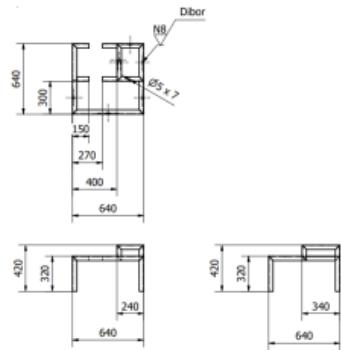
Hasil observasi di Politeknik Negeri Subang mengidentifikasi adanya kekurangan dalam infrastruktur pembelajaran terkait turbin angin model savonius. Oleh karena itu perlu diaadakanya alat trainer kit ini untuk memudahkan pemahaman mengenai konversi energi angin menjadi energi mekanik. Dengan demikian peneliti terdorong untuk merancang dan membuat alat trainer kit turbin model savonius sebagai bagian dari praktikum mahasiswa. Topik proyek yang dipilih adalah Manufaktur Dan Perancangan *Trainer Kit* Turbin Model Savonius Sebagai Media Pembelajaran di Politeknik Negeri Subang, hal ini disesuaikan kebutuhan mata kuliah dan untuk melengkapi pengetahuan mahasiswa tentang berbagai jenis turbin.

Metode Penelitian

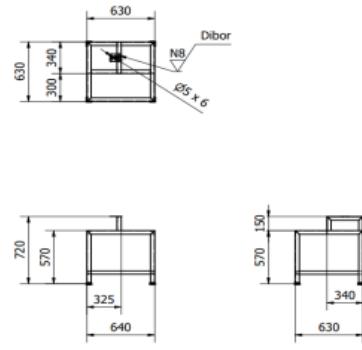
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk mendalami fenomena yang diteliti, mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti jurnal terpercaya dan observasi langsung terhadap turbin model Savonius. Proses perancangan alat menggunakan aplikasi Autodesk Inventor Profesional 2021, yang berfungsi sebagai panduan untuk manufaktur alat, meminimalisir potensi kesalahan selama produksi. Proyek ini dilakukan di Politeknik Negeri Subang, dari November 2022 hingga Juni 2023.

Hasil dan Pembahasan

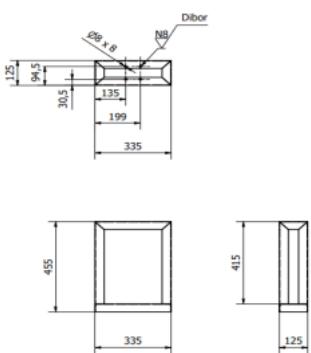
Pada gambar 2 merupakan gambar kerja dari pembuatan rangka atas berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui informasi terkait ukuran tinggi rangka 420 mm dengan lebar 640 mm dan panjang 640 mm. Pada rangka atas yang akan dikerjakan yaitu proses pengelasan, pengeboran dan penyambungan mur dan baut. Pada gambar 3 merupakan gambar kerja dari pembuatan rangka bawah berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui informasi terkait ukuran tinggi rangka 720 mm dengan lebar 640 mm dan panjang 640 mm. Pada rangka bawah yang akan dikerjakan yaitu proses pengetapan, pengeboran dan penyambungan mur dan baut. Pada gambar 4 merupakan gambar kerja dari pembuatan dudukan turbin berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui informasi terkait ukuran tinggi rangka 455 mm dengan lebar 335 mm dan panjang 125 mm. Pada dudukan turbin yang akan dikerjakan yaitu proses pengelasan, pengeboran dan penyambungan mur dan baut. Pada gambar 5 merupakan gambar kerja dari pembuatan turbin berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui informasi terkait ukuran tinggi rangka 581 mm dengan lebar 200 mm. turbin yang akan dikerjakan yaitu proses pengeboran, penyambungan mur dan baut.



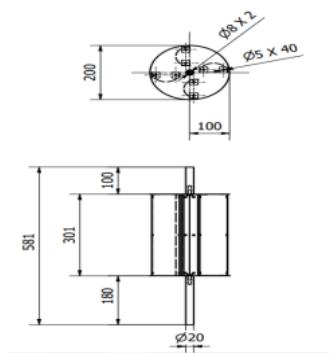
Gambar 1 Gambar Kerja Rangka Atas



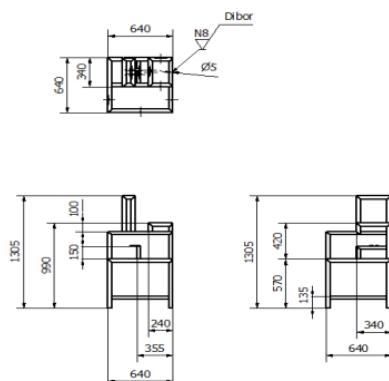
Gambar 2 Gambar Kerja Rangka Bawah



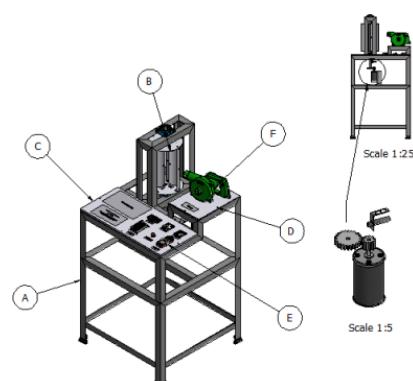
Gambar 3 Gambar Kerja Dudukan Turbin



Gambar 4 Gambar Kerja Turbin



Gambar 5 Hasil Perancangan Dua Dimensi Trainer Kit



Gambar 6 Hasil Perancangan Tiga Dimensi Trainer Kit

Hasil dari rancangan dua dimensi trainer kit turbin model savonius ini memiliki ukuran panjang 640 mm, lebar 640 mm dan tinggi 1305 mm. Pada tinggi dari rangka atas memiliki ukuran panjang 640 mm, lebar 640 mm dan tinggi 420 mm dilengkapi lubang bor diameter 5 mm sebanyak 6 buah pada bagian untuk alas blower. Pada rangka bawah memiliki ukuran panjang 640 mm, lebar 630 mm, dan tinggi 570 mm, ada perbedaan ukuran antara bagian atas dan bagian bawah pada rangka bawah dikarenakan penyusutan pada saat penyambungan tidak presisi tegak lurus. Untuk bagian atas sekelilingnya memiliki ukuran lebar 640. Sedangkan bagian bawah pada rangka bawah, bagian depan tetap memiliki ukuran lebar 640 mm, untuk lebar samping kiri dan kanan memiliki ukuran lebar 630 mm, dan untuk bagian belakang memiliki ukuran lebar 630 mm. Pada bagian rangka bawah dilengkapi dengan dudukan untuk generator setinggi 150 mm dan lebar 340 mm, dan juga dilengkapi lubang bor dengan diameter 5 mm 6 buah pada bagian tersebut untuk menyambungkan generator ke dudukan generator.

Hasil desain 3 dimensi pada trainer kit turbin model *savonius*, komponen yang dibuat di antaranya sebagai berikut:

Tabel 1 Keterangan Gambar Komponen yang dibuat

No. Bag	Jumlah	Keterangan	Spesifikasi
A	1	Rangka	1305 x 640 x 640 mm
B	1	Turbin	Ø200 x 581 mm
C	1	Papan Alas Panel Meter	640 x 300 x 13 mm
D	1	Plat Alas Blower	330 x 235 x 3 mm
E	1	Dudukan Anemometer	105 x 30 x 0,3 mm
F	1	Dudukan Blower	406 x 45 x 0,3 mm dan 360 x 25 x 0,3 mm

Proses manufaktur *trainer kit* turbin model *savonius* terdiri dari beberapa tahap-tahap yang urut, mulai dari pembacaan gambar, pengukuran, pemotongan, pengeboran, hingga penyambungan dengan pengelasan. Pembagian proses ini mencakup pembuatan rangka atas, rangka bawah, dudukan turbin, turbin, alas *blower*, alas panel meter, dan dudukan anemometer. Material yang dominan digunakan antara lain besi siku, besi plat, plat galvanis, papan kayu melamin, dan fiber plastik sesuai fungsi komponennya.

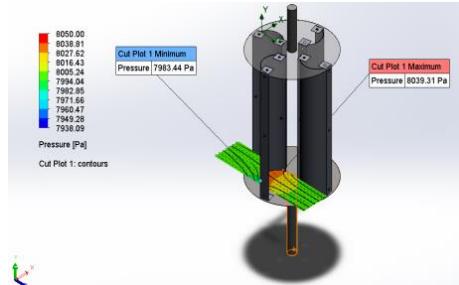
Rangka *trainer kit* turbin model *savonius* memiliki dimensi 1305 x 640 x 640 mm menggunakan besi siku sebagai material utama. Komponen pada rangka atas dan bawah dibuat dengan pengeboran diameter 5 mm untuk penyambungan dengan plat alas panel dan dudukan generator. Pengeboran diameter 8 mm digunakan untuk menyambung *pillow block* dengan dudukan turbin. Proses assembly dilakukan dengan pengelasan jenis SMAW, termasuk penyambungan tanpa *bevel* dan *fillet* pada beberapa sambungan.

Rangka atas terdiri dari 11 komponen dengan berbagai ukuran dan fungsi. Masing-masing komponen, seperti penyangga depan, kaki depan, penyangga samping, penyangga tengah, penyangga belakang, dan lainnya, dibuat dari material besi siku dengan potongan 45 dan 90 derajat. Contohnya, penyangga depan memiliki ukuran 640 x 40 x 3 mm dengan lubang diameter 5 mm di tengahnya, sedangkan penyangga tengah memiliki dimensi 150 x 40 x 3 mm untuk menyambung dudukan turbin. Setiap bagian dirancang dengan potongan dan lubang yang spesifik sesuai dengan fungsinya dalam menyusun rangka atas.

Rangka bawah *trainer kit* turbin model *savonius* terdiri dari beberapa komponen dengan ukuran dan material yang berbeda. Dibuat dengan dimensi 640 x 630 x 720 mm menggunakan besi siku dan besi plat, rangka bawah memiliki komponen seperti kaki, penyangga samping, tengah, dudukan generator, kaki dudukan generator, dan penyangga kaki yang dibuat dengan memotong, mengebor, dan disambungkan menggunakan pengelasan SMAW. Kaki, penyangga samping, tengah, dudukan generator, kaki dudukan generator, dan penyangga kaki masing-masing memiliki ukuran dan fungsi spesifik dalam mendukung struktur keseluruhan rangka bawah.

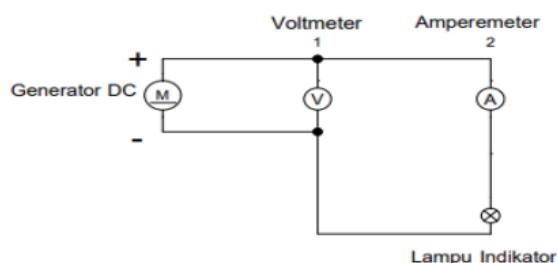
Dudukan turbin pada trainer kit model *savonius* memiliki beberapa komponen yang berperan penting dalam strukturnya. Terbuat dari besi siku, dudukan ini memiliki bagian-bagian seperti kaki dudukan turbin, penyangga samping atas, dudukan atas, dudukan bawah, dan penyangga samping bawah, masing-masing dibuat dengan ukuran dan fungsi yang spesifik.

Proses pembuatannya melibatkan pengeboran pada beberapa bagian untuk penyambungan dengan baut ukuran 10 dan dilakukan pengelasan SMAW pada seluruh komponen dudukan turbin.



Gambar 7 Pressure Pada Daerah Bawah Dinding Bilah Turbin

Pada penelitian ini, simulasi menggunakan aplikasi Solidworks 2021 menunjukkan data awal tekanan dan kecepatan aliran angin yang dihasilkan oleh *blower*. Hasil simulasi menunjukkan perbedaan nilai kecepatan aliran angin dan tekanan di berbagai bagian bilah turbin. Hal ini menunjukkan bahwa arah hembusan *blower* memiliki pengaruh signifikan terhadap putaran turbin. Untuk memaksimalkan putaran turbin dari angin hembusan *blower*, arah yang tepat dari *blower* dapat dilihat pada Gambar 8 di mana angin diarahkan ke bagian tengah dinding bilah turbin untuk mengoptimalkan gaya dorong pada bilah turbin. Ini didasarkan pada hasil nilai parameter *velocity* dan *pressure* yang tertinggi pada bagian tengah bilah turbin dibanding bagian lainnya.



Gambar 8 Rangkaian Kelistrikan

Pada tahap instalasi kelistrikan alat trainer kit turbin model savonius, beberapa proses dilakukan untuk memastikan kelancaran penggunaan. Ini meliputi pembuatan wiring diagram untuk perencanaan penempatan komponen, klasifikasi komponen kelistrikan, dan perakitan komponen tersebut. Rangkaian kelistrikan dibuat dengan tujuan memudahkan pemasangan kabel pada trainer kit ini, menyertakan keterangan pada setiap komponen untuk mempermudah pemahaman. Prinsip kerja rangkaian kelistrikan terutama terkait dengan aliran arus ke berbagai komponen seperti voltmeter, amperemeter, lampu DC, *blower*, takometer, dan sumber daya lainnya yang digunakan untuk menghidupkan dan mengoperasikan alat. Langkah selanjutnya setelah pembuatan rangkaian kelistrikan adalah mengklasifikasi komponen kelistrikan yang akan digunakan pada alat ini, termasuk generator, *blower*, takometer, dan kabel fasa serta netral. Ini semua bertujuan untuk memastikan instalasi listrik yang tepat dan aman.

Pada tahap uji kinerja alat trainer kit model Savonius, dilakukan tiga pengujian untuk menilai kinerja alat. Pengujian melibatkan pengukuran tegangan listrik, arus listrik, kecepatan angin, dan putaran poros dengan menggunakan voltmeter, amperemeter, takometer, dan anemometer. Hasil dari pengujian pertama menunjukkan tegangan 15 volt dengan arus yang tidak terbaca karena menggunakan skala satuan ampere yang tidak sesuai, sementara takometer dan kondisi lampu tidak berfungsi. Pada pengujian kedua, dengan penyesuaian skala satuan ampere,

didapatkan tegangan 18 volt, arus 7 mA, dan takometer berputar dengan 430 rpm, sementara kondisi lampu menyala. Pengujian ketiga menunjukkan tegangan 11 volt, arus 3 mA dengan skala ampere yang sesuai, takometer berputar dengan 245 rpm, dan kondisi lampu menyala. Uji kinerja ini bertujuan untuk mengevaluasi kecocokan dan fungsionalitas alat sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 9 Proses Pendempulan dan Pengamplasan

Pada proses *finishing* setelah diuji kinerja alat *trainer kit* turbin model *savonius*, maka dilakukan pendempulan dan pengecatan pada keseluruhan bagian rangka utama serta mengecek kelengkapan keseluruhan pada alat *trainer kit* turbin model *savonius* agar memastikan alat selesai dan sesuai yang diharapkan. Tahap akhir penggerjaan yaitu pengecatan pada rangka yang bertujuan untuk mencegah terjadinya karat.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian Manufaktur Dan Perancangan Instalasi Kelistrikan Trainer Kit Turbin Model Savonius Sebagai Media Pembelajaran di Politeknik Negeri Subang, mencakup hasil desain 2 dimensi dan 3 dimensi, serta uraian komponen yang digunakan dalam pembuatan kit tersebut. Hasil simulasi aliran angin pada turbin menunjukkan variasi kecepatan dan tekanan pada berbagai bagian turbin. Proses manufaktur meliputi pembuatan rangka atas, rangka bawah, turbin, dudukan turbin, alas *blower*, alas panel meter, dan dudukan anemometer, dengan dimensi dan ukuran yang spesifik untuk setiap komponen. Selain itu, instalasi kelistrikan dan uji kinerja alat *trainer kit* juga dilakukan dalam beberapa tahap untuk memastikan fungsionalitas dan respons alat terhadap berbagai kecepatan angin. Proses instalasi kelistrikan mencakup pembuatan wiring diagram, pemasangan komponen listrik, dan perakitan kabel-kabel pada alat. Uji kinerja dilakukan tiga kali dengan variasi kecepatan angin untuk mengamati respons alat terhadap kondisi yang berbeda, termasuk tegangan, ampere, kecepatan takometer, dan kondisi lampu pada berbagai pengaturan roda gigi dan kecepatan angin yang berbeda.

Saran untuk penelitian berikutnya adalah perlunya menambah roda pada kaki untuk memudahkan pemindahan alat, serta kebutuhan untuk melakukan pengecekan ulang terhadap ukuran material pasca pengelasan agar sesuai dengan perancangan awal. Penulis menyoroti kekurangan dalam penampilan, pilihan bahan, tata letak, dan tingkat presisi rangka alat ini, memberikan saran agar proses perancangan dan pemilihan material diperhatikan lebih baik demi memudahkan proses manufaktur.

Daftar Pustaka

- Androniceanu, A., & Sabie, O. M. (2022). Overview of green energy as a real strategic option for sustainable development. *Energies*, 15(22), 8573.
- Bachtiar, A., & Hayattul, W. (2018). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 35-45.
- Hermanses, J. F., Rumbayan, M., & Sugiarso, B. A. (2020). “Animasi interaktif pembelajaran energi listrik turbin angin” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(3), 171-180.
- Hernowo, S. (2020). Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Sederhana dengan Panjang Sudu 1 Meter. *Jurnal Voering*, 5(1), 15-21.
- Izzah, A. N., & Yuwono, T. Y. (2021). Studi Eksperimental Kinerja Turbin Angin Savonius yang Terintegrasi dengan Gedung dengan Posisi Sudu Advancing Dekat Dinding pada Jarak G/D= 1, 58. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), B111-B118.
- Kasim, R., & Umurani, K. (2022). DEVELOPMENT OF NEW RENEWABLE ENERGY HYBRID SYSTEM FOR SIMPLE HOME ELECTRICITY PURPOSES. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 16(1), 46-52.
- Lehtola, T., & Zahedi, A. (2019). Solar energy and wind power supply supported by storage technology: A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 35, 25-31.
- Waruwu, B. M. (2023). Krisis Energi dan Harga Minyak Stabilitas Pasar dan Dampak Terhadap Ekonomi Dunia. *Circle Archive*, 1(2).
- Padmika, M., Wibawa, I. S., & Trisnawati, N. L. P. (2017). Perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin ventilator sebagai penggerak generator. *Bul. Fis*, 18(2), 68.
- Sadorsky, P. (2021). Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125779.
- Zulfikar, P. H., & Laksono, H. A. (2019). Analisa Perbandingan Pengaruh Variasi Jumlah Sudu 4 Dan 8 Pada Turbin Angin Savonius Terhadap Tegangan Dan Arus Generator Dc. *Jurnal Rele: Jurnal Teknik Elektro*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2(1).