

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin**Volume 1, Nomor 5, Juni 2023****E-ISSN: [2986-6340](https://doi.org/10.5281/zenodo.8080614)****DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8080614>**

Design A Model of A Windfield With 12 Inch Blade Sizes

Giovane Nafico¹, Estu Prayogi², Ir. Hary Soebago³¹²³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, JakartaEmail: giovanenafico@gmail.com¹, estupray05@gmail.com², harysoebago58@gmail.com³

Abstrak

Perancangan model kincir angin ini dibuat untuk dapat merancang seberapa efektif kincir angin dalam menghasilkan nilai rpm dan daya terutama bilah 12 inch. Metode perancangan yang dilakukan adalah metode perencanaan dan dilanjutkan dengan pengujian secara experimental. Sedangkan metode perancangan yang digunakan adalah perancangan dengan metode Pahl & Beitz, dimulai dari perencanaan dan penjelasan tugas, perencanaan konsep produk, perancangan bentuk dan perancangan detail. Didukung melalui beberapa aplikasi pendukung yaitu solid works, ansys, dan AutoCAD, serta analisis perhitungan yang dilakukan melalui rumus yang didapat pada beberapa referensi yang melalui angka yang dihasilkan kita bias mencari nilai mutlak dari kecepatan, daya dan rpm serta sudu dari bilah kincir angin. Analisis perhitungan yang didapat menjadi acuan dalam pembuatan blade hingga mendapatkan sudu paling efektif agar dapat menghasilkan nilai yang sesuai maksimal. Penelitian ini menggunakan bilah ukuran 12 inch serta blower dengan maksimal daya 300 rpm. Hasil rancangan turbin yang didapat melalui simulasi ansys memiliki nilai tertinggi sebesar 13,6 m/s pada kincir angin poros vertical dan 52,2 m/s pada kincir angin poros horizontal. Sedangkan pada perhitungan yang didapat melalui percobaan rancang bangun kincir angin besaran rpm kincir angin yang didapat tergantung dengan jumlah rpm yang dihasilkan oleh blower. Semakin besar rpm yang dihasilkan oleh blower maka nilai rpm kincir angin pun akan ikut besar. Begitu pula dengan nilai kecepatan kincir angin semakin besar rpm yang dihasilkan kincir angin maka akan semakin besar pula nilai dari kecepatan kincir angin tersebut. Blower yang digunakan merupakan blower yang menghasilkan rpm tertinggi 2900 rpm. Maka angin yang dihasilkan tertinggi adalah 5,03 m/s. Selain perhitungan diatas pengujian juga dilakukan menggunakan aplikasi yaitu ansys, disana didapatkan nilai maksimal yang efektif untuk dapat menghasilkan kincir angin. Nilai kecepatan maksimal yang didapatkan melalui aplikasi ansys adalah 42,55 km/s.

Keyword : *Kincir Angin, Ansys, Perancangan, Kecepatan, Rpm, Daya*

Abstract

The design of this windmill model is made to be able to design how effective the windmill is in producing rpm and power values, especially 12 inch blades. The design method carried out is the planning method and continued with experimental testing. While the design method used is the design with the Pahl & Beitz method, starting from planning and task explanation, product concept planning, shape design and detail design. Supported through several supporting applications, namely solid works, ansys, and AutoCAD, as well as analysis of calculations carried out through formulas obtained in several references through the resulting numbers we can find the absolute value of speed, power and rpm and blades of windmill blades. The calculation analysis obtained becomes a reference in making the blade to get the most effective blade in order to produce the maximum appropriate value. This research uses 12 inch blades and a blower with a maximum power of 300 rpm. The turbine design results obtained through ansys simulation have the highest value of 13.6 m / s on the vertical shaft windmill and 52.2 m / s on the horizontal shaft windmill. While in the calculations obtained through windmill design experiments, the amount of windmill rpm obtained depends on the amount of rpm generated by the blower. The greater the rpm generated by the blower, the greater the windmill rpm value. Similarly, the value of windmill speed is the greater the rpm generated by the windmill, the greater the value of the windmill speed. The blower used is a blower that produces the highest rpm of 2900 rpm. Then the highest resulting wind is 5.03 m/s. In addition to the above calculations, testing was also carried out using the application, namely Ansys, where the maximum effective value was obtained to be able to produce windmills. The maximum speed value obtained through the ansys application is 42.55 km/s.

Keywords: *Windmill, ansys, design, speed, rpm, power*

PENDAHULUAN

Energi terbarukan merupakan salah satu bentuk energy yang tak terbatas yang terdapat di alam dan pemanfaatannya dapat dilakukan terus menerus. Salah satu contohnya adalah energy angin. Angin adalah udara yang bergerak yang disebabkan oleh perbedaan temperatur di suatu area. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal dengan kecepatan yang dinamis dan fluktuatif. Pergerakan inilah yang menyebabkan adanya energi kinetik yang ditimbulkan oleh angin. Energi angin dapat diubah menjadi energi listrik melalui kipas yang digerakkan oleh angin, yang kemudian menggerakkan kincir yang dihubungkan dengan generator. Keluaran dari generator ini adalah tegangan listrik. [1] Hal itulah yang menyebabkan energy listrik yang berasal dari gerakan angin merupakan salah satu bentuk energy yang tidak akan habis walaupun dalam pemakaian jangka panjang dan berkelanjutan.

Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya pemompaan air untuk irigasi, pembangkit listrik, pengering atau pencacah hasil panen. Selain itu, pemanfaatan energi angin dapat dilakukan baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat di terapkan di laut, berbeda halnya dengan energi air. [2]

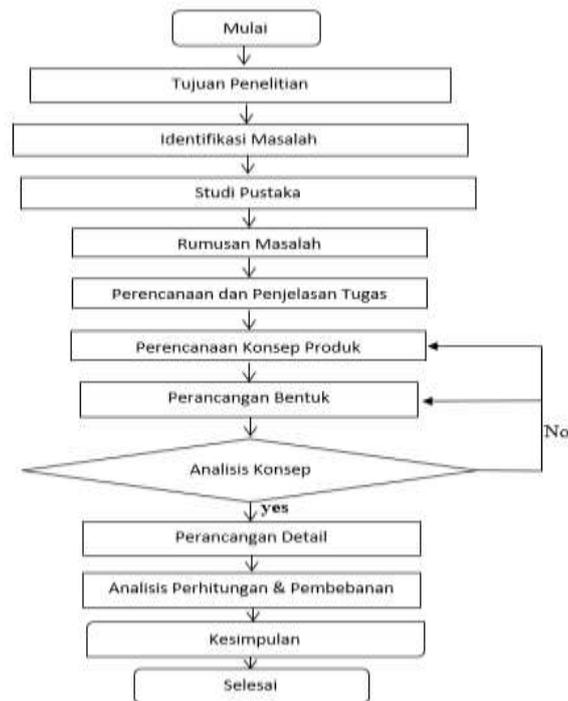
Di Indonesia, penggunaan kincir angin sudah mulai digalakkan dengan dibuatnya Pembangkit Tenaga Listrik Bayu (PLTB). Cara kerja PLTB pun relative sederhana yaitu energy angin yang menyebabkan kincir berputar diteruskan untuk memutar baling-baling pada generator yang terdapat pada bagian belakang kincir angin sehingga terciptalah energy listrik. Melihat perkembangan energy terbarukan terutama energy angin melalui kincir angin maka harus dapat mengukur performance dari kincir angin tersebut.

Bergeraknya angin secara horizontal dan vertical dengan kecepatan yang dinamis dan fluktuatif inilah yang membuat peneliti berpikir untuk dapat menghitung pergerakannya. Pergerakan ini dapat menghasilkan energi kinetic yang nantinya dapat diubah menjadi energi listrik yang bisa digunakan untuk memutar atau menghasilkan energi lain. Untuk itu diperlukan alat ukur yang dapat mengukur kinerja dari kincir angin, salah satunya adalah daya yang dihasilkan dari kincir angin tersebut. Selanjutnya juga perlu diketahui bagaimana design kincir angin yang optimum guna menghasilkan daya yang efektif. Untuk itu perlu dibuat model alat ukur yang dapat mengukur besaran daya yang dihasilkan dari sebuah kincir angin.

Kincir angin mulai menjadi salah satu alternative alat yang dapat menghasilkan energi, hal ini lah yang membuat penulis tertarik untuk mengembangkan rancangan ini. Selain lebih ramah lingkungan kincir angin juga dapat menghasilkan energi yang dibutuhkan manusia yang berawal dari sumber energi yang tidak akan habis-habis. Pada penelitian ini ukuran 12 inch digunakan karena ukuran tersebut merupakan ukuran dari kincir-kincir yang biasa digunakan masyarakat sehari-hari maka penggunaannya akan lebih efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan dan dilanjutkan dengan pengujian secara experimental. Diagram alir seperti pada gambar 3.1 digunakan untuk memperlihatkan proses penelitian yang dilakukan.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari dan mengetahui referensi yang berkaitan dengan teori-teori yang berhubungan dengan salah satu alternative dari kincir angin yang digunakan dalam penelitian.

Untuk mendapatkan kecepatan bilah (putar) maka pertama-tama ditentukan kecepatan putar bilah kincir angin (n) yang ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$n = 60V/2\pi R \quad (1)$$

Setelah hasil kecepatan bilah kincir angin diperoleh maka kecepatan bilah putar kincir angin (Ω) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\Omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (2)$$

Dimana:

Ω = Kecepatan bilah putar kincir angin (rad/s)

n = Kecepatan putar bilah kincir angin (rpm) [18]

Daya Total sebanding dengan densitas angin, luas penampang yang menahan kecepatan angin yang datang dengan rumus:

$$P = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi R^2 \quad (3)$$

Keterangan:

P = Daya (watt)

ρ = kerapatan udara (kg/m³)

V = kecepatan angin (m/s)

R = Diameter bilah (m) [18]

Hubungan dasar yang mengaitkan kecepatan angin dengan daya yang tersedia dan ke permukaan perangkat yang normal terhadap kecepatan angin, adalah

$$P = (1/2) \times A \times \rho \times V \quad (4)$$

di mana P = daya yang dihasilkan oleh sumber angin (W), A = area normal dengan kecepatan angin (m^2), ρ = kepadatan udara ($1,29 \text{ kg/m}^3$ atau $0,08 \text{ lb/ft}^3$ dalam kondisi standar), dan V = kecepatan aliran udara (m/s). [18]

Tenaga angin adalah energy kinetic dari angin yang bergerak dengan m merupakan massa dari angin yang bergerak dan v adalah kecepatan [15], maka dapat ditulis persamaan 5 [18]

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

Massa m (kg) dapat di definisikan dari massa jenis udara ρ (kg/m^3) dan volume V (m^3) dari persamaan 6 [15]

$$m = \rho V \quad (6)$$

Persamaan 7 menunjukkan energi kinetik dari angin [15]

$$E_{kin,wind} = \frac{1}{2} \rho \cdot V \cdot v^2 \quad (7)$$

Daya adalah energi dibagi dengan waktu. Dalam jangka pendek Δt , dimana partikel udara mempunyai jarak $s=v\Delta t$. Jarak tersebut kemudian dikalikan dengan jarak dari area rotor kincir angin, maka akan menghasilkan volume sesuai persamaan 8 [15]

$$\Delta V = A v \Delta t \quad (8)$$

Daya yang ada bertemu dengan angin yang melewati rotor area. Ketika kecepatan dari angin meningkat 2 kali, kecepatan angin memberikan 8 kali daya angin. Oleh sebab itu, lokasi sangat berpengaruh dalam kincir angin. Kemudian didapatkan persamaan 9. [15]

$$P_{wind} = \frac{(E_{kin. wind})}{\Delta t} = \frac{\Delta V \rho v^2}{2 \Delta t} \quad (9)$$

Daya yang terbilang efektif adalah perbedaan antara 2 daya angin seperti gambar 2.1. dari hasil tersebut didapat persamaan 2.6 [15]

$$C_p = \frac{P_{eff}}{P_{wind}} = \frac{(v_1 + v_2)(v_1^2 - v_2^2)}{2v_1^3} = \frac{(1+x)(1-x^2)}{2} \quad (10)$$

Tidak akan ada perbedaan efisiensi jika perbedaan di kedua area tersebut adalah 0. Ketika aliran angin yang melewati rotor terdapat perbedaan yang sangat banyak, maka perbedaan pada kecepatannya akan sangat besar. Didapatkan persamaan untuk koefisien daya. [15]

$$P = (1/2) \times A \times \rho \times V \quad (11)$$

Bedasarkan asumsi yang telah dibuat untuk mendapatkan persamaan 3.11. Maka didapatkan persamaan 3.12 [15]

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \frac{A(v_1 + v_2)}{2} \quad (12)$$

Persiapan Gambar

Persiapan gambar merupakan tahap untuk menentukan proses manufaktur apa yang sesuai kebutuhan saat melakukan penelitian pembuatan bilah kincir angin ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Sketsa Kincir Angin

Persiapan alat dan Bahan

Selanjutnya tahap menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan bilah kincir angin 12 inch, sesuai dengan kebutuhan penelitian dan sketsa yang telah dibuat.

Proses pembuatan model kincir angin

Pada tahap ini proses pembuatan model kincir angin dilakukan sesuai dengan sketsa yang telah dirancang. Pembuatan ini dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan penelitian dengan sketsa yang telah di desain. Rangka dibuat sekuat mungkin menggunakan besi holo dengan ukuran 4 cm x 4 cm, dengan tinggi 880 mm. Bilah kincir angin ini dibuat sesuai dengan ukuran yang ditentukan yaitu diameter 304,80 mm dengan 5 bilah. Bilah kincir angin ini dibuat dengan 7 sudu yang masing-masing memiliki panjang sudu 304,80 mm.

Sistem Uji Daya

Setelah selesai membuat model dari kincir angin baik vertical maupun horizontal maka kita melakukan uji coba daya dari mesin yang telah dibuat. Uji daya dilakukan dengan melakukan penyalaan kincir angin dan menghitung kecepatan angin dan daya yang dihasilkan dari pengujian tersebut. Setelah melaksanakan pengujian maka kita akan melakukan pengambilan data.

Proses pengambilan data dilakukan dengan membaca hasil data yang dihasilkan ketika menggunakan anemometer, kita membaca berapa data yang dihasilkan sesuai dengan jumlah rpm yang digunakan pada blower. Jumlah rpm yang akan didapatkan adalah jumlah rpm blower dan jumlah rpm dari kincir angin. Setelah itu kita juga dapat menghasilkan kecepatan angin yang dihasilkan oleh kincir angin tersebut.

Kesimpulan

Setelah dilakukannya keseluruhan tahapan sebelumnya dan telah didapatkan berbagai data-data terkait penelitian proses pembuatan model kincir angin 12 inch, tahap ini menarik kesimpulan yang terjadi dari keseluruhan proses yang telah terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk tahap awal dilakukan identifikasi kebutuhan mengenai model kincir angin dengan bilah poros vertical dan bilah poros horizontal dengan ukuran bilah 12 inch, kebutuhan ini berupa keinginan dan harapan konsumen mengenai alat yang akan di desain, berikut adalah table identifikasi kebutuhan yang didapatkan melalui berbagai macam sumber tersebut.

Tabel 1 Tabel identifikasi Sifat

No.	Pertanyaan	Pernyataan Berbagai Sumber	Interpretasi Kebutuhan
1.	Apakah alat harus memiliki kegunaan tertentu?	Alat harus memiliki kegunaan tertentu pada alat ini, memiliki kegunaan untuk dapat mengukur rpm dan daya angin.	Harus terdapat tachometer.
		Alat tersebut dapat menghasilkan bukan hanya angin di depan namun juga angin di dari samping	Hasil angin didapatkan dari poros horizontal dan poros vertical.
2.	Hal-hal yang disukai dari model alat yang sekarang di desain	Model yang dipakai relative lebih mudah dibuat	Alat yang dibuat pengoperasiannya cukup mudah hanya menggunakan tombol
		Model dibuat menggunakan alat yang memiliki bahan yang relative murah dan mudah didapatkan di masyarakat.	Alat yang digunakan merupakan material bracket dan bilah menggunakan material pvc
3.	Hal-hal yang tidak disukai dari model alat yang di desain	Hasil dari pengukuran terbatas	Hasil dari model yang akan di dapat dari kincir angin hanya rpm dan daya.
4.	Saran Modifikasi	Bentuk alat sederhana namun tidak mengurangi segi fungsionalnya	Komponen alat dibuat lebih sederhana agar lebih mudah membuat modifikasinya
		Alat mudah di bersihkan dan di rawat	Bagian komponen alat harus mudah untuk dibongkar pasang agar mudah dibersihkan atau di ganti.

Berdasarkan hasil quisioner yang dihasilkan maka dapat diambil identifikasi kebutuhan dari model kincir angin dengan table sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Identifikasi Kebutuhan Model Kincir angin ukuran 12 Inch

No.	Kebutuhan	Tingkat Kepentingan
1.	Keamanan Model	***
2.	Kemudahan Operasi	**
3.	Kemudahan Perawatan Model	**
4.	Fleksibilitas Model	*

*** : Sangat diperlukan
 ** : Cukup diperlukan
 * : Diperlukan

Demand adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka memenuhi kebutuhan terhadap alat yang akan di desain, sedangkan whises adalah sebagai persyaratan yang menjadi suatu keinginan sehingga apabila bisa dimasukkan kedalam desain akan lebih menguntungkan, kedua factor ini berdasarkan dengan bench marking yang sudah ada dan akan dibahas mengenai beberapa aspek.

Tabel 3 Tabel Persyaratan Perancangan Model

No.	Aspek	Demand(D)/Whises(W)
1.	Keamanan Alat	
	<ul style="list-style-type: none"> • Keamanan Pengguna • Keamanan Lingkungan 	D D
2.	Kemudahan Operasi Model	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kemudahan Operational Model • Kemudahan Cara Kerja Model 	W D
3.	Kemudahan Perawatan Alat	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kemudahan Perawatan • Banyak Part 	D W
4.	Fleksibilitas Alat	
	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensi • Mobilitas 	D W

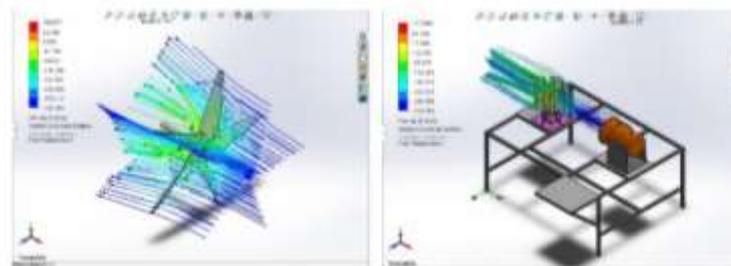
Model kincir angin poros horizontal dan vertikal dengan ukuran bilah 12 inch ini dibuat untuk bisa menghitung bagaimana kecepatan angin yang dapat menghitung daya yang dapat dihasilkan dari masing-masing kincir angin, baik poros vertical maupun poros horizontal.

Pada gambar model peneliti menggambar model bilah yang mencakup semua komponen yang digunakan dalam proses pembuatan rancang bangun model bilah kincir angin 12 Inch ini.

Analisis Simulasi Kecepatan Angin

Dalam pembahasan ini dilakukan simulasi menggunakan software solidwork yang digunakan untuk mencari kecepatan angin yang melewati kincir angin tersebut. Sesuai dengan koordinat system yang telah ditentukan.

Variabel tersebut merupakan variable yang berguna untuk mengetahui efektivitas dari kincir angin yang telah dirancang. Berikut merupakan gambar simulasi dari kecepatan angin yang diterima kincir angin:



Gambar 3. Simulasi perhitungan kincir angin poros horizontal dan poros vertical

Gambar diatas merupakan simulasi dari bilah kincir angin poros vertical dan poros horizontal yang digunakan untuk model dalam penelitian ini. Dari gambar dapat kita lihat bahwa kecepatan angin yang datang melewati kincir angin tersebut sesuai dengan arah putaran kincir angin. Kecepatan angin tersebut tersebar sesuai dengan letak angin datang dan bersinggungan dengan bilah angka yang dihasilkan mulai dari 5.525 m/s hingga 325.385 m/s.

Pada perhitungan daya diatas maka dapat kita lihat bahwa nilai yang didapatkan dari percobaan diatas merupakan angka untuk memenuhi level speed. Dapat kita lihat dari data diatas bahwa semakin besar level kecepatan maka nilai kecepatan angin juga akan semakin besar yang maka semakin besar pula daya yang dihasilkan.

Dapat kita lihat pada level speed 1 hingga 5 didapatkan besar rpm pada blower sebesar 114 rpm, 514 rpm, 800 rpm, 973 rpm, hingga 1255 rpm namun pada kincir angin kincir angin masih belum berputar maka rpm masih 0. Dan pada anemometer didapatkan nilai kecepatan pada level speed 1 sebesar 0, pada level speed 2,3 sebesar 0,42 m/s. Nilai kecepatan pada level speed 4 adalah sebesar 0,48 m/s. Dan kecepatan angin pada level speed 5 adalah sebesar 1,26 m/s. Besar daya yang dihasilkan pun bervariasi sesuai dengan kecepatan angin pada level speed 2,3 ,4 dan 5 adalah sebesar 0,289 watt, 0,289 watt, 0,37 watt, dan 2,59 watt.

Dan pada level speed 6 tertera rpm blower sebesar 1371 rpm dan putaran rpm sebesar 343 rpm, dengan nilai kecepatan angin 3,35 m/s. Pada level speed 7 dan 8 rpm yang di dapatkan 1485 rpm dan 2345 rpm, dengan putaran kincir angin sebesar 400 rpm dan 401 rpm dengan besar dengan besar kecepatan angin sebesar 3,77 m/s. Dan terakhir pada level speed 9 didapatkan 2691 rpm dan rpm kincir angin sebesar 457 rpm, dengan kecepatan angin sebesar 5,03 m/s.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar rpm pada blower dan rpm pada kincir angin maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Maka dari itu rpm blower

mempengaruhi besar daya total yang dihasilkan. Maka jika ingin mendapatkan nilai daya total yang besar maka jumlah rpm yang di hasilkan blower harus besar pula.

KESIMPULAN

Metode G,Pahl & Betz dapat diterapkan dengan baik untuk proses pembuatan model kincir angin yang optimal dengan bilah berukuran 12 inch. Bahan PVC cocok untuk kincir angin model 5 bilah yang berukuran 12 inch karena kuat dan mudah dalam machining, serta bobotnya yang relative ringan sehingga optimal untuk model kincir angin 5 bilah dengan poros vertical maupun horizontal.

Sistem pengukuran daya menggunakan komponen blower, anemometer dan tachometer, serta penerapan teori atau rumus perhitungan daya yang digunakan telah menghasilkan nilai daya yang cukup tepat dan akurat guna mengetahui unjuk kerja model kincir angin yang diteliti. Angka rpm kincir angin yang dihasilkan itu akan berhubungan dengan rpm blower yang dihasilkan, pada tahap awal ketika blower maka rpm kincir angin belum berputar namun ketika rpm blower terus bertambah maka nilai rpm kincir anginpun ikut bertambah.

Referensi

- [1]. Stepanus, dkk. Energi Angin Sebagai Sumber Daya Listrik Data Recovery Center. Jurnal Lektrokom Vol. 1 Oktober, 2018.
- [2]. G pahl, w. Beitz, J.feldhusen, dan k. H. Grote, *Engineering design*, Berlin: Springer, 2007.
- [3]. Eko S., Perancangan Kincir Angin Sumbu Vertikal Dengan Daya 161 Watt. University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [4]. Pamungkas D., Unjuk Kerja Kincir Angin Poros Horizontal Dua Sudu Berbahan Komposit, Diameter 1 M, Dengan Variasi Berat Sudu. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta, 2018.
- [5]. Bahri.S&Suheri., Pengujian Unjuk Kerja Kincir Angin Type Savonius Dua Tingkat Delapan Sudu Lengkung U. Jurnal Ilmiah Jurutera Vol.01 No.01 (06.2014) 050–055. Universitas Samudra Aceh, 2014.
- [6]. Antony, Z., Mesin Listrik Dasar. ITP Press. Padang Sumatera Barat, 2018.
- [7]. BMKG. Peralatan Meteorologi. [ONLINE] <https://bmgkotim.info/peralatanmeteo/#:~:text=Anemometer,Anemometer%20merupakan%20alat&text=Alat%20ini%20berfungsi%20untuk%20mengetahui,yang%20merupakan%20arah%20datangnya%20angin.> [Diakses 27 September 2022]
- [8]. Budiyo. Aditya, Pengaruh Modifikasi Noken As Suzuki Satria F150 Menggunakan Bearing (*Needle Roller Bearing*) Terhadap Perubahan Torsi Dan Puncak Tenaga (*Peak Power*). Program Studi Teknik Mesin Otomotif Politeknik Muhammadiyah Pekalongan. Surya Teknika, 2018 Vol. 2 No. 1 April, 2018.
- [9]. Hartono., Jelajah Bumi dan Dunia semesta. PT Grafindo Media Pratama. Jakarta, 2012.
- [10]. Enny., Tachometer Laser, Pemakaian Dan Perawatannya. METANA. Juni 2017 Vol. 13(1):7-12. Universitas Diponegoro, 2017.
- [11]. Alexin & Yoga. Alat Ukur Daya Untuk Kincir Angin Sumbu Vertikal. Seminar Nasional XIX Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus Itenas Bandung, 2020.
- [13]. Dewi H, *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture*. Jurnal Teknologi Informasi Dinamik X, No. 1. 3 September 2005. 143-149. Universitas Stikubank. Semarang. 2005.
- [13]. Handoko., Analisis Efisiesni Blower Mesin Pengering Padi dengan Daya Penggerak 1000 RPM dan 818 RPM di CV Jasa Bhakti Karawang. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Vol. 8, No.8. Universitas Singaperbangsa Karawang, 2022.
- [12]. Tole dkk. Konversi Energi. LPPI Universitas Ahmad Dahlan, 2019.
- [14]. FG Fadlullah., Kandungan Polimer pada Polivynil klorida. Jurnal Teknik Universitas Islam Indonesia, 2019.
- [15]. Oskarsdottir, Margret Osk, *A general Descriptiom and Comparison of Horisontal Axis Wind Kincires and Vertikal Axis Wind Kincire*, Faculty of Industrial Engineering, Mechanical Engineering and Computer Science University of Iceland. 2014.

- [16]. Zulhasbin., Analisa Numerik Kincir Angin Horizontal Kapasitas 30 Watt Menggunakan *Software Ansys*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan. 2021
- [17]. Ekky.R., Analisis Dan Pemodelan *Savonius Vertical Axis Wind Kincire* Dengan Variasi *Blade* Terhadap Aliran Udara Dengan Metode Cfd (*Computational Fluid Dynamics*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 2018.
- [18]. Taufik.A., *Design Of Three Blade Horizontal Axis Wind Turbine With Capacity 3 MW*. Universitas Pancasila. Jakarta. 2017.