

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

A R M A T U R

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.unmetro.ac.id/index.php/armatur>

Perancangan Sudu Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Heliks Untuk Kecepatan Angin Rendah

Yusril Mahendra^{1*}, Legisnal Hakim², Sunaryo³^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

A R T I C L E I N F O

Keywords:
wind turbine, helical, turbine design

A B S T R A C T

Determining the height and diameter of wind turbine blades, the number of blades in wind turbine design is one of the problems that must be addressed in designing wind turbine blades. The structural design of wind turbine blades must be made sturdy in such a way, and rotate at low wind forces. This research aims to determine the height of the wind turbine blade, the diameter of the wind turbine blade and the shape of the helical type wind turbine blade and the number of wind turbine blades. The method used in the research is the design method including literature study, shaft and blade design, analysis and discussion, drawing conclusions and suggestions. Based on the design results at a low wind speed of 4.3 m/s, the results were a wind turbine blade height of 2,280 mm, blade diameter of 1,820 mm, shaft diameter of 13 mm, twist of 90.

Pendahuluan

Pemakaian energi selalu mengikuti kemajuan budaya dan sosial sepanjang sejarah manusia. Bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui merupakan sumber energi utama untuk kebutuhan sehari-hari kita [1]. Oleh karena itu, bahan bakar fosil diperkirakan akan habis seiring berjalannya waktu. Jadi, ada alternatif yang dapat diperbaharui, dan salah satunya adalah angin. Turbin angin adalah salah satu jenis ilmu yang dapat mengubah angin menjadi energi listrik [2].

Karena Indonesia adalah negara tropis, ada banyak potensi angin. Angin telah banyak digunakan untuk pembangkit listrik, tetapi jumlah energi yang dihasilkan sangat kecil. Pada bulan Januari 2024, BMKG 2024 melaporkan bahwa kecepatan angin rata-rata di Indonesia adalah 50,7 km/jam dari timur ke barat sedangkan rata-rata kecepatan angin yang berhembus tepatnya di kabupaten Bandung barat mencapai 4,3 m/s, ini tergolong kedalam kecepatan angin rendah. Sumber daya alam yang gratis ialah energi angin tersedia

*Corresponding author: yusrilmahendra02091@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i2.6497>

Received 28 Juli 2024; Received in revised form 2 Agustus 2024; Accepted 24 September 2024

Available online 30 September 2024

sepanjang tahun. Lebih dari 95.181 kilometer garis pantai mengelilingi negara kepulauan Indonesia, yang merupakan rumah bagi lebih dari 17.500 pulau. Terdapat sejumlah besar pembangkit listrik tenaga angin di negara kita, yaitu 9,3 GW, namun sejauh ini hanya sekitar setengah dari jumlah tersebut yang dioperasikan [3]. Salah satu jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan energi angin untuk menghasilkan listrik adalah pembangkit listrik tenaga angin. Penurunan tekanan udara akibat panas matahari menyebabkan angin [4].

Perangkat yang cocok untuk memanfaatkan kejadian angin tersebut adalah turbin angin sumbu vertikal, yang sering dikenal dengan TASV. Desain turbin angin ini banyak dicari karena keserbagunaannya dalam dipasang di berbagai permukaan, termasuk atap rumah, di atas gedung, bahkan di tanah. Turbin ini dapat berfungsi pada kecepatan angin rendah maupun tinggi, selain itu juga memiliki mekanisme pengoperasian *omnidirection*. [5].

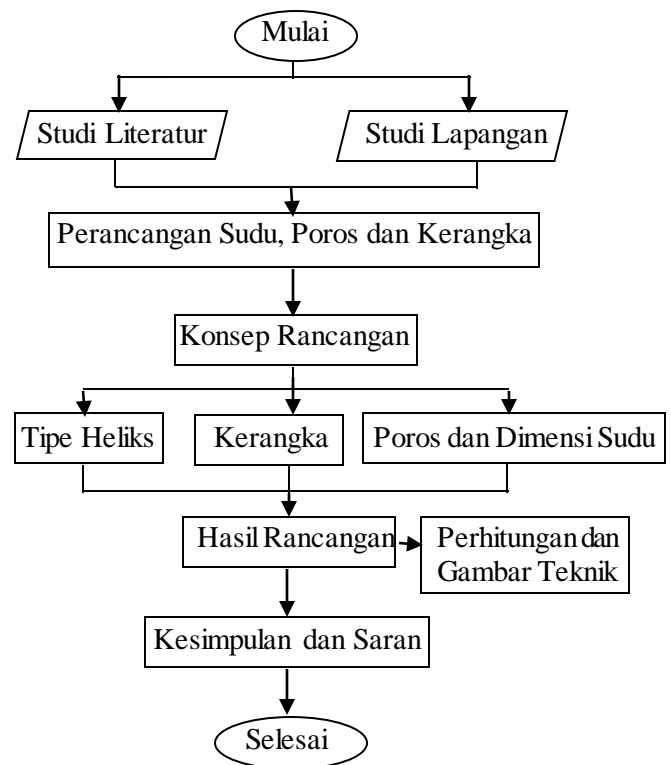
Penulis studi ini memilih turbin angin sumbu vertikal (TASV) tipe heliks karena, selain sangat efisien, turbin ini lebih kecil, tidak rumit, dan lebih murah dibandingkan turbin angin sumbu horizontal (TASH), sebagian karena kekurangannya mekanisme untuk mengarahkan turbin ke arah angin. Jenis turbin angin ini yang memungkinkan penyebaran torsi yang merata dan desainnya yang estetis dan enak di pandang mata [6].

Penelitian tentang perancangan sudu turbin angin sumbu vertikal tipe heliks dan analisa kinerja telah banyak dilakukan namun belum ada rancangan bangunan sudu turbin angin secara spesifik dari diameter dan tinggi turbin angina serta diameter poros yang akan menghasilkan energi listrik. Penentuan tinggi dan diameter sudu turbin angina serta diameter poros dalam perancangan turbin angin merupakan salah satu masalah yang harus diatasi dalam perancangan sudu turbin angin. Desain struktur sudu turbin angin harus dibuat

kokoh sedemikian rupa, dan berputar di kekuatan angin yang rendah

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan yang akan dilaksanakan. Tahapan-tahapan tersebut akan dipresentasikan dalam format diagram alir pada gambar 1 berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Metode Perancangan

Berikut adalah penjelasan tentang tahapan perancangan spesimen sudu pada *prototype* turbin angin tipe heliks:

1. Perencanaan Poros dan Dimensi Sudu.
2. Persiapan Alat dan Bahan untuk Desain.
3. Pembuatan Gambar Teknik Rancangan.
4. Perancangan Poros dan Sudu.
5. Perancangan Sudu.
 - Menghidupkan komputer, kemudian
 - Membuka menu perangkat lunak NX Siemens.
 - Membuat tampilan pengerjaan 30%.
 - Membuat tampilan pengerjaan 70%.
 - Membuat tampilan pengerjaan 100%.
6. Perancangan Kerangka Sudu Turbin Angin.

Energi Angin

Angin merupakan energi yang terjadi dikarenakan adanya perbedaan suhu antara udara dingin dan panas yang mengalir. Angin adalah udara yang bergerak sehingga memiliki kecepatan, tenaga, dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Pergerakan angin ini memiliki energi kinetik, oleh karena itu energi angin dapat dikonversi menjadi energi lainnya seperti energi listrik dengan menggunakan kincir angin atau angin [7].

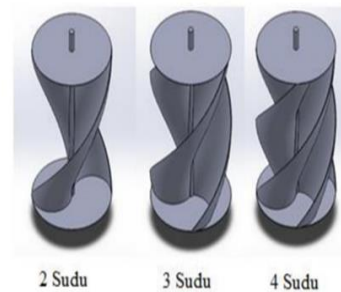
Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dan lain-lain. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di negara Denmark, Belanda, dan Negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *windmill* (kincir angin), kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin [8].

Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Heliks

Turbin Angin Savonius Heliks ini pertama kali dikenalkan pada tahun 2006 oleh perusahaan bernama "Heliks Wind". Seperti gambar yang ditunjukkan di bawah ini, Turbin angin savonius tipe Heliks ini sedikit rumit jika dibandingkan dengan jenis turbin angin savonius lainnya, namun bentuk heliks ini memungkinkan variasi torsi yang merata di semua bucketnya, sehingga tipe ini memiliki putaran yang lebih halus. Geometri turbin ini dapat dipadukan dengan beberapa konfigurasi turbin savonius. Jenis konfigurasi ini dapat berupa bentuk turbin profil L, profil S, dan profil U [5]. Jenis turbin angin ini cocok untuk aplikasi daya yang rendah dan biasanya digunakan pada

kecepatan angin yang berbeda. Gambar turbin angin sumbu vertikal tipe savonius heliks dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Heliks

Pemilihan Material Turbin/Sudu

Rotor menghasilkan torsi aerodinamis dari angin melalui gerakan berputarnya saat bilah berputar. Optimalisasi bentuk dan material bilah harus memungkinkan bilah berputar lebih cepat dan menangkap angin pada kecepatan yang lebih rendah untuk meningkatkan efisiensi turbin. Material bilah harus mendukung aerodinamisnya dan memenuhi kriteria berikut: kekakuan tinggi untuk aerodinamis optimal, kepadatan rendah untuk mengurangi gaya gravitasi, dan umur lelah yang panjang untuk mengurangi degradasi material. Umur pakai 20 tahun biasanya merupakan standar industri untuk umur lelah yang panjang, dengan material yang dapat menangani 108 hingga 109 siklus tegangan sebelum terjadi kegagalan [9].

Pemilihan bahan sangat penting karena secara langsung berhubungan dengan daya tahan komponen. Logam yang biasa digunakan dalam pembuatan sudu turbin adalah baja, besi atau besi cor, tembaga, dan aluminium. Menurut laporan dari USGS, tergantung pada merek dan modelnya, turbin angin sebagian besar terbuat dari baja. Baja adalah paduan antara besi dan karbon. Baja terbukti menjadi pilihan optimal untuk bahan bilah angin. Baja merupakan pilihan yang baik karena kekuatannya dalam menahan tegangan,

kompresi, dampak, dan kelelahan [10].

Dalam penelitian ini pembuatan sudu menggunakan material baja ringan. Material baja ringan adalah sejenis baja karbon yang kaku dan kuat, sehingga sering digunakan untuk konstruksi, rangka mobil, peralatan listrik, hingga senjata api. Baja ringan memiliki standar *high tensile strength* 550 Mpa (5500 kg/cm²) yang dipengaruhi oleh tegangan tarik. Bahan dasar baja ringan adalah baja karbon (*Carbon Steel*), yang terdiri dari elemen-elemen dengan prosentase maksimum sebagai berikut: 1,70% karbon, 1,65% mangan, 0,60% silikon, dan 0,60% tembaga. Alloy ini kemudian diberi lapisan pelindung untuk mencegah korosi. Secara sederhana, baja ringan terbuat dari *galvalum* atau *zincalume*, yaitu baja yang dilapisi dengan karbon, aluminium, dan seng yang tahan terhadap korosi dan sesuai standar [10].

Perhitungan Poros

Poros adalah salah satu komponen penting dalam setiap mesin [11]. Pada turbin angin, poros berfungsi sebagai tempat kedudukan sudu dan juga sebagai penghubung utama dalam proses perubahan energi, dari energi kinetik menjadi energi listrik melalui generator. Secara umum, poros digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran. Poros turbin Savonius dipasang secara vertikal sehingga mengalami beban puntir. Berdasarkan jenisnya, turbin angin Savonius menggunakan poros transmisi yang menanggung beban berupa momen puntir dan momen lentur. Daya dapat ditransmisikan melalui kopling, roda gigi, dan belt. Daya rencana poros yang digunakan dalam turbin angin Savonius.

$$Pd = f_c \times P \quad (1)$$

Dimana:

Pd : daya rencana

f_c : factor koreksi

P : daya (kW)

Momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah T (kg.mm):

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n} \quad (2)$$

Bila momen rencana T (kg.mm) dibebankan pada suatu diameter poros ds (mm), maka tegangan geser τ (kg/mm²) yang terjadi adalah:

$$\tau = \left(\frac{T}{\pi ds^3} \right) = \frac{5,1 T}{ds^3} \quad (3)$$

Tegangan geser ijin (τa) untuk bahan poros dapat dihitung dengan persamaan

$$\tau a = \frac{\tau b}{sf1 \times sf2} \quad (4)$$

Diameter poros ds (mm) di hitung dengan rumus:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau a} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3} \quad (5)$$

Perhitungan Sudu

Turbun angin jenis Savonius memiliki kemampuan *self-starting* yang baik, sehingga hanya memerlukan angin dengan kecepatan rendah untuk memutar rotor turbin. Turbin angin Savonius memiliki rotor sebagai elemen utamanya. Untuk mengetahui diameter dan tinggi sudu, yang harus diketahui yaitu tenaga total sebuah turbin untuk mencari luas turbin. Tenaga total dari aliran angin yang mengalir sama dengan laju energi kinetik dari aliran yang datang, sebagaimana dirumuskan oleh [11], sebagai berikut:

$$P_{tot} = \frac{1}{2gc} \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (6)$$

Dimana:

P_{tot} : Tenaga total (Watt)

P : Massa jenis angin = 1,1514 (kg/m³)

A : Luas rotor turbin (m²)

V : Kecepatan aliran angin (m/s)

G_c : Vaktor konversi = 1,9 kg/(N.s²)

Setelah ditemukan luas rotor turbin, mencari dimensi rotor menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = D \times t \quad (7)$$

Dimana:

A : Luas penampang rotor

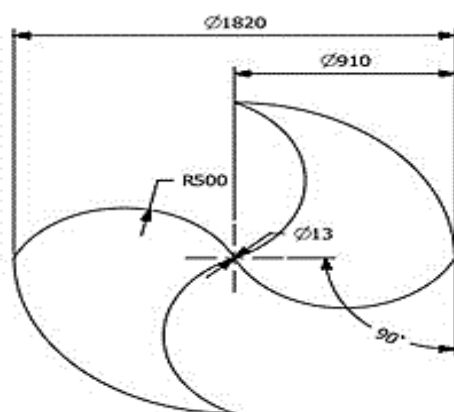
D : Diameter rotor

t : Tinggi rotor

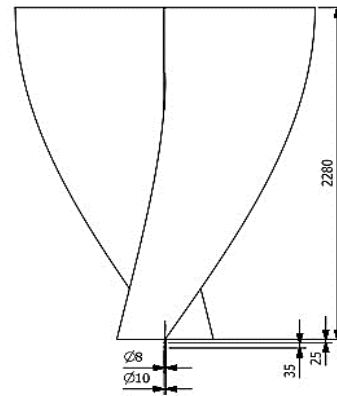
Desain Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Heliks

Turbin angin yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari sudu turbin angin. Sudu terbuat dari bahan Baja Ringan memiliki ketinggian 2.280 mm dengan diameter turbin 1.820 mm, ketebalan sudu 1 mm, dan tekukan bending sudu 500 mm, dengan tipe heliks puntiran sudu turbin angin yaitu 90°. Poros turbin angin berdiameter 13mm, bahan poros yaitu Baja Karbon.

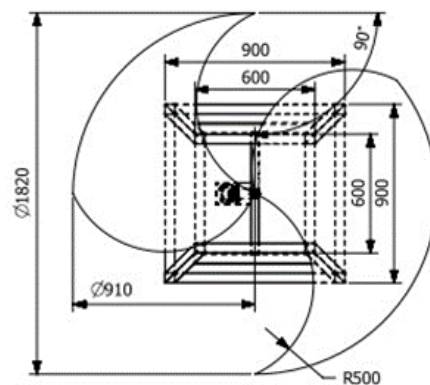
Dudukan turbin angin memiliki ketinggian 750 mm dengan lebar 900 mm, dan jarak dari alas sudu ke dudukan generator yaitu 300 mm. Kerangka turbin angin Terbuat dari bahan besi baja berukuran 30 mm x 30 mm. Desain dapat dilihat pada gambar dibawah.



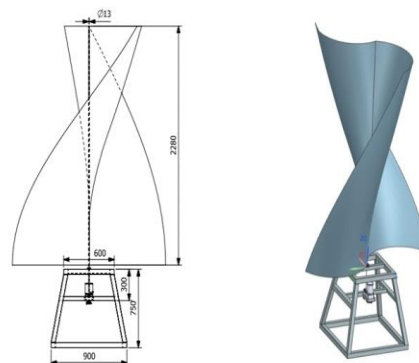
Gambar 3. Tampak Atas Desain Sudu Turbin Angin



Gambar 4. Tampak Depan Desain Sudu Turbin Angin



Gambar 5. Desain Kerangka Turbin Angin Tampak Atas



Gambar 6. Desain Sudu Turbin Angin Tipe Heliks

Tabel 1. Spesifikasi Sudu Turbin Angin

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Sudu Turbin Angin	Tipe Heliks
Jenis Putaran	Axial
Tinggi	2,280 mm
Diameter Sudu	1,820 mm
Material Sudu	Baja Ringan
Material Poros	Baja Karbon
Jumlah Sudu	2
Puntiran Sudu	90°

Alat dan Bahan

Dalam perancangan sudu turbin angin sumbu vertikal dengan tipe heliks, ada beberapa peralatan dan bahan yang di perlukan yaitu, meja kerja, laptop, *software* NX Siemens, print out, pena/bolpen, dan kertas.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Data Kecepatan Angin

Kecepatan angin di ambil dari situs globalwindatlas.info pada bulan januari 2024 di Kabupaten Bandung Barat. Data yang akan digunakan dalam perancangan sudu turbin angin dan simulasi flow simulation pada perangkat lunak adalah kecepatan angin rata-rata yaitu 4,3 m/s.

Perhitungan Dimensi Sudu Turbin Angin

Dalam perancangan sudu turbin angin sumbu vertikal tipe heliks diperlukan beberapa perhitungan dalam perancangan kontruksi pembuatannya sesuai dengan kecepatan angin terukur yang ada pada daerah penelitian :

1. Menentukan Luas Sapuan Rotor

Menentukan luas sapuan rotor dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

Kecepatan Angin (v) : 4,3 m/s

Massa Jenis Angin (ρ) : 1,1514 kg/m³

Daya (P) : 100 watt (Daya Generator)

Faktor konversi (gc) : 1,9 kg/N.s²

Tebal Sudu Yang Dipakai : 1 mm

Sudu : 2 Buah

Bentuk Sudu Turbin : Tipe Heliks

Puntiran Sudu : 90°

P_{tot} : Daya (P)

Maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{tot} = \frac{1}{2gc} \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (8)$$

$$100 = \frac{1}{2gc} 1,1514 \cdot A \cdot 4,3^3$$

$$A = \frac{2 \times 1,9 \times 100}{1,1514 \times 79,507} = \frac{380}{91,544} = 4,15 \text{ m}^2$$

Jadi luas rotor turbin angin sumbu vertikal tipe heliks adalah = 4,15 m²

2. Perhitungan Tenaga Maksimum Turbin Angin Tipe Heliks.

Kita bisa mendapatkan daya maksimum dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam persamaan sebelumnya:

$$P_{max} = \frac{8}{27 \times gc} \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (9)$$

$$P_{max} = \frac{8}{27 \times 1,9} 1,1514 \times 4,15 \times 79,507$$

$$P_{max} = \frac{3039,27}{51,3} = 59,25 \text{ watt}$$

Maka perhitungan efisiensi teoritis ideal adalah:

$$\eta_{turbin} = \frac{P_{max}}{P_{tot}} \quad (10)$$

$$\eta_{turbin} = \frac{59,25}{100} = 0,59$$

Masuk akal untuk berasumsi bahwa turbin angin sumbu vertikal tipe heliks hanya mampu memanfaatkan sekitar 60% tenaga angin yang tersedia.

3. Perhitungan Diemensi Sudu

Dua komponen penyusun desain sudu turbin angin Savonius adalah panjang rotor (t) dan diameter rotor (D). Berkurangnya kemampuan *start-up* merupakan akibat langsung dari berkurangnya diameter rotor. Rasio diameter terhadap tinggi rotor (D/t) diasumsikan 0,8 di sini.

Sebuah turbin angin heliks dengan sumbu vertikal mempunyai luas rotor 4,15 m², ditentukan dengan persamaan berikut:

$$A = D \cdot t \quad (11)$$

$$4,15 = D \cdot t$$

$$D/t = 0,8$$

$$D = 0,8 t$$

$$4,15 = 0,8 t \times t$$

$$4,15 = 0,8 t^2$$

$$t^2 = 4,15/0,8 = 5,18$$

Maka:

$$t = \sqrt{5,18} = 2,28 \text{ m} = 228 \text{ cm} = 2.280 \text{ mm}$$

bersama dengan diameter bilah turbin angin heliks adalah:

$$D = 0,8 \times t$$

$$D = 0,8 \times 2,28 = 1,82 \text{ m} = 182 \text{ cm} = 1.820 \text{ mm}$$

4. Perancangan Poros

Poros turbin angin heliks ini akan menerima beban lentur dan beban puntir, dengan beban torsi yang lebih besar diantara keduanya. Bahan yang digunakan adalah bahan yang kuat tariknya paling rendah yaitu $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$.

Tabel 2. Bahan Poros

Standard	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik $\sigma_B =$ kg/mm ²
----------	---------	-----------------	---

Baja karbon	S30C		48
kontruksi mesin (JIS G 4501)	S35C		52
Batang baja yang difinis dingin	S40C	Penormalan	55
	S45C		58
	S50C		62
	S55C		66
	S35C-D	-	53
	S45C-D	-	60
	S55C-D	-	72
Baja khrom nikel (JIS G 4102)	SNC 2		85
	SNC 3	Pengerasan Kulit	95
	SNC 21		80
	SNC 22		100
	SNCM 1		85
	SNCM 2		95
Baja khrom nikel molibden (JIS G 4103)	SNCM 7		100
	SNCM 8		105
	SNCM 22	Pengerasan Kulit	90
	23		100
	SNCM 25		120
Baja khrom nikel (JIS G 4103)	SCr 3		90
	SCr 4	Pengerasan Kulit	95
	SCr 5		100
	SCr 21		80
	SCr 22		85
	SCM 2		85
	SCM 3		95
	SCM 4		100
Baja khrom molibden (JIS G 4105)	SCM 5	Pengerasan Kulit	105
	SCM 21		85
	SCM 22		95
	SCM 23		100

Dengan menggunakan $Sf_1 = 6.0$ dan $Sf_2 = 3.0$ sebagai faktor keamanan, diperoleh (2). Tegangan geser ijin ($\tau\alpha$) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T\alpha = \frac{\tau\alpha}{sf_1 \times sf_2} \quad (12)$$

$$T\alpha = \frac{48}{6 \times 2} = 4 \text{ kg/mm}^2$$

Jika:

Daya (P) : 100 watt

Putaran Poros (n) : 200 rpm

Factor Koreksi (fc) : 1,2

Tabel 3. Faktor koreksi daya yang akan di tranmisikan

Daya yang akan ditranmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Daya rencana (Pd) :

$$Pd = f_c \times P \quad (13)$$

$$Pd = 1,2 \times 0,1 = 0,12 \text{ Kw}$$

Jadi, T (kg.mm) adalah momen puntir (disebut juga momen perencanaan):

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n} \quad (14)$$

$$T = 974.000 \times \frac{0,12}{200} = 974.000 \times 0,0006$$

$$T = 584,4 \text{ kg.mm}$$

Memeriksa status momen puntir sangatlah penting. Kami juga akan menggunakan faktor koreksi yang direkomendasikan ASME, Kt (faktor koreksi momen puntir), yang berkisar dari 1,0 untuk beban yang diterapkan dengan lancar hingga 1,5 untuk beban guncangan ringan dan 1,5 hingga 3,0 untuk beban guncangan berat. Dengan asumsi Kt = 1,5

Kami akan menggunakan faktor Cb, yang berkisar antara 1,2 hingga 2,3, dengan nilai Cb = 2 karena kami mengantisipasi akan adanya tegangan lentur selama penggunaan. Rumus berikut diturunkan dari persamaan yang diberikan di atas untuk mendapatkan diameter poros dalam milimeter:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau\alpha} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3} \quad (15)$$

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau\alpha} 1,5 \times 2 \times 584,4 \right]^{1/3}$$

$$ds = [2235,33]^{1/3} = 13,075 \approx 13 \text{ mm}$$

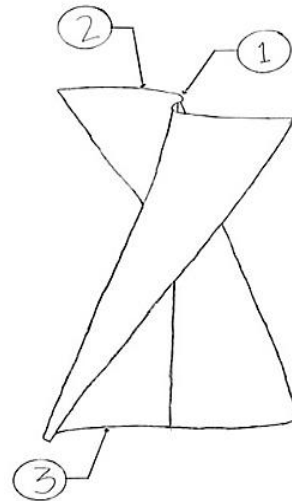
Tegangan geser (τ) ditentukan setelah diameter poros ditentukan:

$$\tau = \frac{5,1 T}{ds^3} \quad (16)$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 584,4}{13^3} = \frac{2980,44}{2197} = 1,356 \text{ kg/mm}^2$$

Maka didapatkan data dalam perancangan sudu turbin angin tipe heliks sebagai berikut:

1. Lengan sudu tipe heliks dengan diameter 1.820 mm
2. Poros dengan diameter 13 mm
3. Tinggi atau panjang sudu turbin angin tipe heliks 2.280 mm



Gambar 7. Desain Sudu Tipe Heliks

Pembahasan

Dari hasil penelitian diatas ukuran sudu turbin untuk kecepatan angin 4,3 m/s didapatkan, lengan sudu tipe heliks dengan diameter 1.820 mm, poros dengan diameter 13 mm, dan tinggi atau panjang sudu turbin angin tipe heliks 2.280 mm. Selanjutnya akan dilakukan perancangan menggunakan software NX Siemens.



Gambar 8. Alat dan Bahan

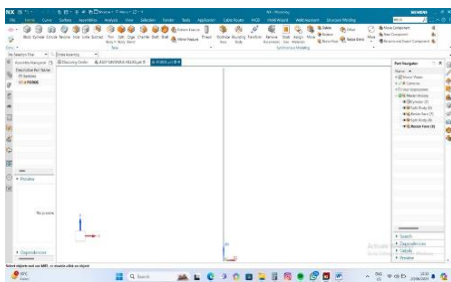
Seperti yang diilustrasikan pada gambar di atas, langkah pertama dalam metode perancangan adalah menyiapkan

semua yang diperlukan untuk membuat spesimen, termasuk area kerja yang bersih dan semua peralatan yang diperlukan.



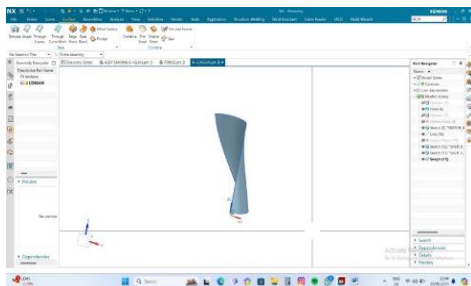
Gambar 9. Software NX Siemens

Tahap kedua dalam metode perancangan adalah menggunakan data yang dikumpulkan untuk membangun bilah turbin angin tipe heliks dan menginstalnya di perangkat lunak NX Siemens. Untuk melakukan ini, masuk ke menu perangkat lunak di komputer.



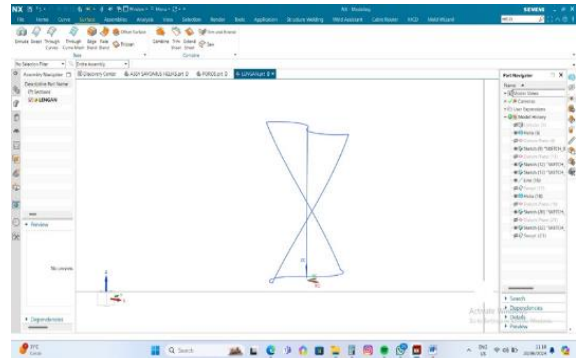
Gambar 10. Memulai Perancangan dengan Software NX Siemens

Langkah ketiga dalam metode perancangan melibatkan pembuatan bilah untuk turbin angin sumbu vertikal di NX Siemens, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Bilahnya harus berbentuk heliks.



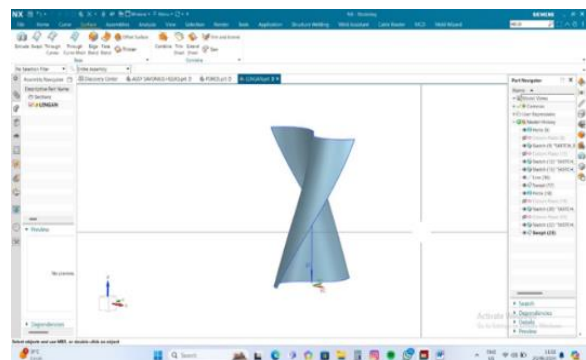
Gambar 11. Perancangan sudu turbin angin pengerjaan 30%

Pada gambar 11, pengerjaan pada sudu turbin tipe heliks dengan ukuran berdiameter 1.820 mm dan puntiran 90°.



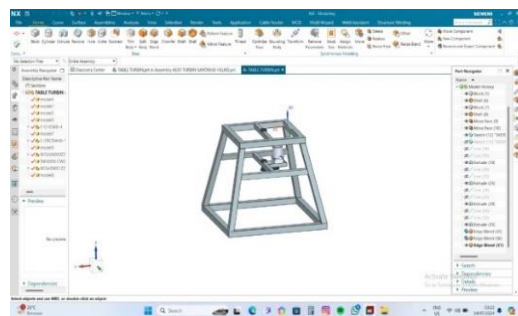
Gambar 12. Perancangan sudu turbin angin pengerjaan 70%

Pada gambar 12, pengerjaan sudu turbin angin tipe heliks dengan ukuran diameter 1.280 mm, dan tinggi sudu turbin angin yaitu 2.280 mm dan puntiran 90°.



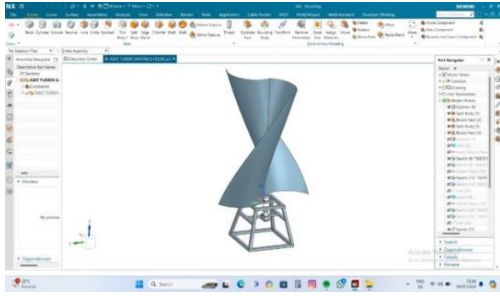
Gambar 13. Perancangan Sudu turbin angin pengerjaan 100%

Pada gambar 13, pengerjaan sudu turbin angin tipe heliks dan poros dengan dua daun sudu pada sistem pengembangan 3D.



Gambar 14. Perancangan kerangka turbin angin

Seperti terlihat pada gambar di atas, dudukan turbin angin dirancang tahap keempat dalam metode perancangan menggunakan software NX Siemens.



Gambar 15. Perancangan sudu turbin angin tipe heliks dan kerangka turbin angin

Pada gambar 15, pengerjaan sudu turbin angin tipe heliks dan kedudukan turbin dalam 3D.

Menurut penelitian dan pengukuran yang dilakukan oleh Lapan ataupun BMKG mengenai potensi energi angin di Indonesia dengan rata-rata kecepatan angin 2 m/s sampai 6 m/s menunjukkan bahwa kecepatan angin rata-rata terbilang rendah namun tetap dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik [12]. Dengan demikian perancangan turbin angin tipe heliks dengan kecepatan angin yaitu 4,3 m/s tergolong ke dalam turbin angin untuk kecepatan angin rendah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang berjudul “Perancangan Sudu Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Heliks Untuk Kecepatan Angin Rendah” didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi Sudu Turbin Angin : 2.280 mm
2. Diameter Sudu : 1.820 mm
3. Diameter Poros : 13 mm
4. Puntiran : 90°

Ukuran di atas digunakan pada daya 100 Watt dengan daya rencana 120 Watt dengan kecepatan angin 4,3 m/s.

Referensi

- [1] Zetra, M. F. dkk., 2022. Desain turbin savonius dengan variasi kelengkungan sudu berbahan kaleng cat, vol. X, pp. 109–116.
- [2] Rosyid, A. dkk., 2020. Pengaruh Jumlah dan Rasio Sudut Lengkung Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin

- Savonius Heliks, *V-MAC (Virtual Mech. Eng. Artic.*, vol. 5, pp. 17–20, doi: 10.36526/v-mac.v5i2.1038.
- [3] Dwi Fikako, M. dkk., 2023. Pembuatan Desain Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) dan Panel Surya Untuk Pemanfaatan Energi Listrik, *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 2, pp. 349–358, doi: 10.56521/teknika.v9i2.952.
- [4] Pangestu, R. 2017. Turbin Angin Vertikal Savonius Bertingkat Membentuk Helix.
- [5] Muhammad, I., 2022. Simulasi Dan Perancangan Bilah Turbin Angin Savonius Heliks Dengan Memanfaatkan Fenomena Angin Pada Gedung Tinggi, *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 7, no. 1, pp. 9–26, doi: 10.20527/sjme kinematika.v7i1.211.
- [6] Prasetya, H. Y. dkk., 2023. Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu Dan Penggunaan End Plate Terhadap Cut in Speed Turbin Angin Savonius Heliks, *NOZEL J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, p. 91, doi: 10.20961/nozel.v4i2.72230.
- [7] Sulistiyanto, S. dkk, 2022. Desain Turbin Angin Tipe Horizontal Dengan 3 Sudu Untuk Pembangkit Listrik, *J. Crankshaft*, vol. 5, no. 2, pp. 11–20, doi: 10.24176/crankshaft.v5i2.7647.
- [8] Dodi, N. Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus-H, vol. 18, no. 1.
- [9] Mishnaevsky, L. et al, 2017. Materials for wind turbine blades: An overview, *Materials (Basel)*, vol. 10, no. 11, pp. 1–24, doi: 10.3390/ma10111285.
- [10] Mart'inez, J. A. N., 2019. Material Choice and Blade Design, no. July, p. 120.
- [11] Sularso and Suga, K., 2008. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cet. 12. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [12] Lestari, N. D. dkk., 2023. Desain Turbin Angin Savonius Sumbu Horizontal Tipe-U Untuk Kecepatan Angin Rendah, vol. XI, pp. 13–20, doi: 10.21009/03.1101.fa03.