

**KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN POROS HORIZONTAL DENGAN
MENGUNAKAN SUDU TYPE NACA 4418**



Disusun Oleh :

Choirul Imam Taufiq 1911070

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

Bagus Setyo Widodo S.T., M.MT
NIP .P 1032100599

Ir. Soeparno Djiwo, MT
NIP.Y. 1018600128

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JULI 2023**

KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN POROS HORIZONTAL DENGAN MENGGUNAKAN SUDU TYPE NACA 4418

Choirul Imam Taufiq¹, Soeparno Djiwo², Bagus Setyo Widodo³

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : choirul.imam.taufiq69@gmail.com

ABSTRAK

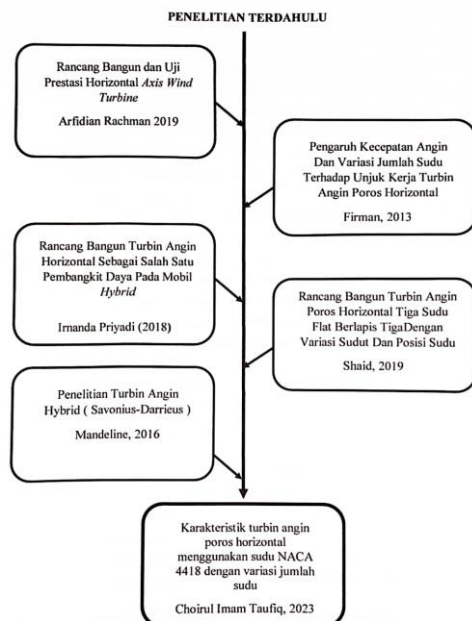
Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). Sumber daya energi di Indonesia semakin menipis, dengan kondisi seperti ini energi menjadi semakin langka dan semakin mahal. Maka peneliti mencoba untuk melakukan beberapa inovasi pada turbin angin yang diharapkan mendapatkan hasil yang lebih optimal, salah satunya yaitu mencoba untuk melakukan analisa penggunaan NACA 4418 pada sudu turbin angin sumbu horizontal dengan variasi sudut pengarah 45°, 50°, 55°, 60°, 65° dan diuji menggunakan turbin angin tipe *propeller* dengan terowongan angin (*wind tunnel*). Pengujian yang dilakukan yaitu kecepatan putar turbin angin (RPM), Daya Turbin Angin, Daya Output Turbin Angin (Generator), Efisiensi Turbin Angin, dan Torsi Turbin Angin menggunakan alat ukur komputer yang menggunakan aplikasi GUI *Trainer* Turbin. Pada pengujian sudu NACA 4418 dengan sudut antara 45° sampai 65° ditetapkan kecepatan angin 6m/s dan pembebanan *prony brake* sebesar 0,02kg sehingga didapatkan Torsi turbin angin sebesar 0,00638 Nm, Kecepatan Turbin Angin sebesar 979 RPM pada sudut 65°, Daya Turbin Angin sebesar 9,53 Watt pada sudut 65°, Daya Output Turbin Angin (Generator) sebesar 7,18 Watt pada sudut 65° dan Efisiensi tertinggi sebesar 9,8515 % pada sudut 65°. Dari data yang didapatkan disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai sudut maka kecepatan turbin, daya turbin, daya generator, efisiensi juga semakin tinggi.

Kata kunci: *Airfoil* NACA 4418, Turbin Angin, Kecepatan Putar

Turbin, Daya Turbin, Torsi, Efisiensi

PENDAHULUAN

❖ Diagram Alir Penelitian



❖ Prosedur Pengujian

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). Sumber daya energi di Indonesia dan dunia semakin menipis, dengan kondisi seperti ini dimana energi menjadi semakin langka dan semakin mahal. Berdasarkan informasi yang didapat, disimpulkan bahwa perlu adanya energi alternatif untuk dapat menghasilkan sumber daya energi baru.

Penggunaan energi saat ini masih berasal dari energi fosil, dimana energi tersebut merupakan energi yang tidak dapat diperbarui dan seakan dengan seiringnya waktu energi tersebut akan perlahan habis.

Oleh karena itu, perlu adanya energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Sebagai contoh adalah angin, Angin merupakan sumberdaya alam yang tidak ada habisnya. Energi angin ini diubah menjadi energi listrik menggunakan turbin angin.

Turbin angin sumbu horizontal lebih efektif dalam mengekstrak energi angin dibandingkan turbin angin sumbu vertical.

Mengacu pada beberapa hal di atas, maka peneliti mencoba untuk melakukan beberapa inovasi pada turbin angin yang diharapkan mendapatkan hasil yang lebih optimal, salah satunya yaitu mencoba untuk melakukan analisis penggunaan NACA 4418 pada sudu turbin angin sumbu horizontal. Dalam membuat sudu airfoil NACA 4418 ini, peneliti menggunakan alat 3D Printing dengan material Plastik ABS.

Tempat dan waktu penelitian

- Tempat Penelitian
Tempat penelitian skripsi ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang
- Waktu Penelitian
Penelitian ini dilakukan pada tanggal 08 Mei 2023 sampai dengan 23 Mei 2023.

Variabel penelitian

- Variabel Tetap
 - a. Kecepatan angin 6 m/s
 - b. Beban 0,02 kg
 - c. Menggunakan 3 bilah

Sudu NACA

- Variabel tidak tetap
 - a. Pengukuran Torsi
 - b. Pengukuran Arus
 - c. Pengukuran Daya
 - d. Pengukuran RPM
 - e. Pengukuran Tegangan

❖ HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dasar penetapan sudut sudu dari 45-65 derajat adalah dikarenakan sudut sudu pada prototipe turbin angin hanya bisa diatur dari sudut 45-65 derajat

Dasar penetapan beban adalah dikarenakan agar setiap sudut sudu dari 45-65 derajat mendapatkan perlakuan pengujian yang sama, yaitu beban tertinggi pada sudu NACA 4418 yang didapatkan pada pengujian adalah 0,02 kg, beban akan dipakai untuk perhitungan torsi, ketika beban ditetapkan maka torsi yang dihasilkan juga sama akan tetap, hasil dari perhitungan torsi akan digunakan untuk menghitung daya yang dihasilkan turbin angin.

Dasar penetapan kecepatan angin adalah dikarenakan menurut (sahid, 2019) pada penelitian turbin angin poros horizontal tiga sudu flat berlapis tiga dengan variasi sudut dan posisi sudu, mengemukakan pendapat pada hasil pengujian kecepatan angin bahwa efisiensi kecepatan angin tertinggi berada pada kecepatan 8 m/s. Sedangkan pada prototipe turbin angin sumbu horizontal milik Laboratorium Energi Program Studi Teknik Mesin ITN Malang, kecepatan angin paling maksimal berada di 6 m/s. agar hasil

pengujian mendapatkan hasil maksimal maka kecepatan angin diatur pada kecepatan paling tinggi yaitu 6 m/s.

Berdasarkan hasil pengolahan data kecepatan putar turbin diketahui bahwa kecepatan putar turbin berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudu maka kecepatan turbin juga semakin tinggi. Pada kemiringan sudu 45° kecepatan putaran poros sebesar 414 rpm, pada kemiringan sudu 50° kecepatan putaran poros sebesar 622 rpm, pada kemiringan sudu 55° kecepatan poros sebesar 781 rpm, kemiringan sudu 60° kecepatan putaran poros sebesar 897 rpm, dan pada kemiringan 65° kecepatan putaran poros sebesar 979 rpm.

Daya Turbin Angin adalah perubahan bentuk energi angin menjadi putaran, dimana dapat dihitung dari kecepatan angin (m/s), beban (kg), kecepatan putaran turbin (rpm), dan perhitungan torsi (Nm).

Sedangkan Daya Generator Turbin Angin adalah perubahan putaran menjadi energi listrik, dimana data bisa langsung didapatkan dari aplikasi GUI *Trainer* Turbin meliputi: kecepatan angin (m/s), beban (kg), kecepatan putaran turbin (rpm), tegangan (V), dan Arus (mA).

Berdasarkan hasil pengolahan data Daya Turbin Angin, diketahui bahwa daya turbin angin berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudu maka daya turbin juga semakin tinggi. Pada kemiringan sudu 45° daya turbin angin sebesar 4,76 Watt, pada kemiringan sudu 50° daya turbin

angin sebesar 6,53 Watt, pada kemiringan sudu 55° daya turbin angin sebesar 7,97 Watt, kemiringan sudu 60° daya turbin angin sebesar 8,98 Watt, dan pada kemiringan 65° daya turbin angin sebesar 9,53 Watt.

Berdasarkan hasil pengolahan data Efisiensi Turbin Angin, diketahui bahwa efisiensi turbin angin berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudu maka efisiensi turbin juga semakin tinggi. Pada kemiringan sudu 45° efisiensi turbin angin sebesar 5,1218%, pada kemiringan sudu 50° efisiensi turbin angin sebesar 6,7327%, pada kemiringan sudu 55° efisiensi turbin angin sebesar 7,6411%, kemiringan sudu 60° efisiensi turbin angin sebesar 8,2473%, dan pada kemiringan 65° efisiensi turbin angin sebesar 9,8515%.

Berdasarkan hasil pengolahan data Daya Output Generator, diketahui bahwa daya output generator berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudu maka daya output generator juga semakin tinggi. Pada kemiringan sudu 45° daya output generator sebesar 3,12 Watt, pada kemiringan sudu 50° daya output generator sebesar 4,68 Watt, pada kemiringan sudu 55° daya output generator sebesar 6,28 Watt, kemiringan sudu 60° daya output generator sebesar 6,59 Watt, dan pada kemiringan 65° daya output generator sebesar 7,18 Watt.

Setelah mendapatkan data yang telah diolah melalui proses pengolahan data, maka data akan digabungkan agar dapat mempermudah untuk membandingkan semua hasil data

seperti pada gambar Tabel Data Hasil Pengolahan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data Hasil Pengolahan

No.	Sudu (derajat)	Beban (kg)	Kec. Angin (m/s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya Generator (Watt)	Torsi (Nm)	Daya Angin (watt)	Daya Turbin (watt)	Tip Speed Ratio	Efisiensi (%)
1	45	0,02	6	714	2,46	5	3,12	0,00319	6,318	4,76	23,20	5,1218
2	50	0,02	6	722	2,61	5	4,68	0,00319	6,318	6,53	23,46	6,7327
3	55	0,02	6	781	2,68	4	6,28	0,00319	6,318	7,97	25,38	7,6411
4	60	0,02	6	797	2,78	3	6,59	0,00319	6,318	8,98	25,90	8,2473
5	65	0,02	6	897	2,89	7	7,18	0,00319	6,318	9,53	28,56	9,8515

❖ KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data pengujian yang dilakukan pada Turbin Angin Horizontal dengan tipe *propeller* yang menggunakan Sudu *Airfoil* NACA 4418 serta meninjau dari hasil pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecepatan putar turbin dengan sudu antara 45 sampai 65 derajat dengan kecepatan angin di tetapkan pada nilai 6 m/s dan pembebanan dengan menggunakan *prony brake* sebesar 0,02 kg, pada pengujian didapatkan nilai Kecepatan Putar Turbin tertinggi sebesar 979 rpm pada sudu 65 derajat.
2. Daya turbin angin terbesar pada sudu 65 derajat yaitu dengan nilai 9,53 watt. Nilai pembebanan *prony brake* di tetapkan pada nilai 0,02 kg pada masing- masing pengujian sudu, sehingga torsi dari turbin juga tetap yaitu sebesar 0,00319 Nm. Sehingga nilai daya bergantung pada

kecepatan putar dari turbin.

3. Daya output generator yaitu, bahwa semakin besar nilai sudut dari turbin maka semakin besar daya output dari generator, nilai daya tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 7,18 watt pada sudut 65 derajat.
4. Efisiensi turbin angin dapat diketahui pada pengujian nilai kecepatan angin di tetapkan sebesar 6 m/s, sehingga daya angin sebagai input daya untuk memutar turbin memiliki nilai yang ditetapkan pula yaitu sebesar 6,318 watt. Nilai efisiensi merupakan persentase perbandingan antara daya output (daya turbin angin) dan daya input (daya angin), ketika nilai daya input bernilai tetap, maka perubahan nilai efisiensi bergantung pada nilai daya output/daya turbin angin, Maka nilai efisiensi tertinggi sebesar 9,8515 % pada sudut 65 derajat.

Dari data hasil pengujian Kecepatan putar turbin angin, Daya turbin angin, Daya generator turbin angin, dan Efisiensi turbin angin hasilnya berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudut maka kecepatan putar turbin, daya turbin, daya generator, efisiensi juga semakin tinggi.

❖ SARAN

Berdasarkan data dan analisa hasil pengujian serta kesimpulan dalam penelitian ini, maka saran penulis yaitu:

1. *Prony brake* yang dipakai pada pengujian perlu dikalibrasi ulang, karena poros *prony brake* sudah tidak rata dan dapat menyebabkan torsi yang didapatkan tidak sesuai.
2. Komputer yang dipakai pada pengujian dengan aplikasi GUI *Trainer Turbin Angin* juga perlu di instal ulang agar data yang dihasilkan lebih valid dan sesuai dengan yang diharapkan
3. Baut pada Hub Rotor tepatnya pada tangan-tangan pengubah derajat sudut perlu diganti agar pada saat pengubahan derajat sudut NACA tidak selalu mengendorkan baut dan sering macet.
4. Pengujian perlu dilakukan berkelanjutan dengan NACA yang berukuran lain agar efisiensi yang didapatkan bisa lebih tinggi.

❖ DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Sayogo, 2016. Perancangan Dan Pembuatan Kincir Angin Tipe Horizontal *Axis Wind Turbine* (Hawt) Untuk

- Daerah Pantai Selatan Jawa. Jurnal. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Arfidian Rachman, 2019. *Department of Mechanical Engineering*, Institut Teknologi Padang *Undergraduate Program, Department of Mechanical Engineering*, Institut Teknologi Padang.
 - Dharma surya untung, Masherni. 2016. Pengaruh Desain Sudu Terhadap Untuk Kerja *Prototype Turbin Angin Vertical Axis Savonius*. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammdiyah Metro.
 - Eko.Y.S. 2022. Turbin Angin Variasi Sudu, Jurnal Praktikum Teknik Mesin S-1 Institut Negeri Malang
 - Firman Aryanto, Made Mara, Made Nuarsa. 2013. Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu. Jln. Majapahit No.62 Mataram Nusa Tenggara Barat
 - Habibie Najib M, Achmad sasamito, Roni Kueniawan. 2011 Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. Jurnal Meteorologi dan Geofisika.
 - Harahap Yudiansyah, Herman Sasongko. 2003. Analisis Karakteristik Distribusi Tekanan Dan Kecepatan Pada Bodi Aerodinamika *Airfoil* Dengan Metode Panel Dalam Fenomena *Flowaround*.
 - Himran, Syukri., 2005. Energi Angin, CV Bintang Lamumpatue, Makassar.
 - Irnanda Priyadi, Alex Surapati, Vikriandi Tri Putra. 2018. Rancang Bangun Turbin Angin Horizontal Sebagai Salah Satu Pembangkit Daya Pada Mobil Hybrid. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu.
 - Nila Khusnawati, Rianto Wibowo, Masruki Kabib. 2022. Analisa Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus.

- Medeline, C.V. 2016. Penelitian Turbin Angin *Hybrid (Savonius-Darrieus)*. Jurnal.Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
- Mulyadi Muhammad. 2014. Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis *Computational Fluid Dynamics(CFD)*.
- Mutiar/ R. Ahmad Yani. 2018. Analisa Efisiensi Turbin Angin Berdasarkan Variasi Jumlah Sudu Di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Jurnal Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Sahid, P. 2019. Rancang Bangun Turbin Angin Poros *Horizontal* Tiga Sudu Flat Berlapis Tiga Dengan Variasi Sudut Dan Posisi Sudu. Jurnal Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang Teknik Energi
- Sugiarto, Tris. 2011. Institut Teknologi dan Seni. Analisa Karakteristik *Airfoil* NACA 4412 Dengan Metode *Wind Tunnel*
- Sulistiyanto, Rianto Wibowo, Marsuki Kabib. 2022. Desain Turbin Angin Tipe Horizontal Dengan 3 Sudu Untuk Pembangkit Listrik. Jurnal Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus
- Syafriyudin, M. Suyanto, Subandi, M. Nurkhakim W. 2020. Pengujian Karakteristik Turbin Angin Tipe Horizontal Sudu Flat Multiblade Dengan Pengaturan Sudut Sudu. Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.