

# The Effect Of The Sudu Blade Rotor Blades On The Performance Of Wind Turbines Using NACA 0021

## [Pengaruh Jumlah Sudu Rotor Blade Terhadap Unjuk Kerja Wind Turbin Dengan Menggunakan Blade NACA 0021]

Rohmad Arvendo Yoga Prasetyo <sup>1)</sup>, Dr. Eng Rahmad Firdaus, ST.,MT <sup>\*.2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: rahmad.firdaus@umsida.ac.id

**Abstract.** *Currently Indonesia is experiencing an increase in energy demand, which will experience an energy crisis and fossil fuel dependence, which will be a serious threat in the future. Therefore, the availability of alternative energy such as wind energy. Indonesia is known for its abundant natural resource potential that can be utilized to manage power plants. Based on natural resources that can be the main source of power generation, it is necessary to utilize these natural resources to overcome the problem of electricity availability. Therefore, an idea was needed to use NACA 0021 to study and analyze the effect of the number of rotor blades on wind turbine performance. This is the first step in creating a hydroelectric power plant using the NACA0021 sheet. The purpose of this research is to be able to utilize wind energy for small-scale power generation purposes and is expected to later have the effect that the addition of wingtips can reduce drag so as to create high performance or power and make the aircraft more efficient. In this study, instrument testing and analysis of the test results of the effect of the number of rotor blade blades on wind turbine performance will be carried out using NACA 0021 blade specifications. Including data collection. , wind speed, wind turbine rotation but also the current generated by the wind turbine. Data retrieval is done without using a load to find out the power generated by the wind turbine. then obtained the average value of the influence of the propeller on Current (Amps), Voltage (Volts), Turbine Power (Watts) and Efficiency. The effect of the number of rotor blades on wind turbine performance with NACA 0021 blades. The effect of the number of rotor blade blades on wind turbine performance with the same number of 2, 3, and 4 with the same wind speed then, that the addition of rotor blade blades on wind turbine performance increases the current strength (Amps) and voltage (volts). And Wind turbines produce maximum turbine power using the influence of the number of blades rotor blades.*

**Keywords** - Blade Rotor, Wind Turbine Blade NACA 0021.

**Abstrak.** *Saat ini Indonesia sedang mengalami peningkatan permintaan energi, yang akan mengalami krisis energi dan ketergantungan bahan bakar fosil, yang akan menjadi ancaman serius di masa depan. Oleh karena itu, ketersediaan energi alternatif seperti energi angin. Indonesia dikenal dengan potensi sumber daya alam yang melimpah yang dapat dimanfaatkan untuk mengelola pembangkit listrik. Berdasarkan sumber daya alam yang dapat menjadi sumber utama pembangkit tenaga listrik, maka perlu dilakukan pemanfaatan sumber daya alam tersebut mengatasi masalah ketersediaan tenaga listrik. Oleh karena itu, diperlukan suatu ide untuk menggunakan NACA 0021 untuk mempelajari dan menganalisis pengaruh jumlah bilah rotor terhadap kinerja turbin angin. Ini adalah langkah pertama dalam membuat pembangkit listrik tenaga air menggunakan lembar NACA0021. Tujuan penelitian ini agar dapat memanfaatkan energi angin untuk keperluan pembangkit listrik skala kecil dan diharapkan nantinya dapat memberikan efek bahwa penambahan wingtip dapat mengurangi drag sehingga tercipta performa atau tenaga yang tinggi dan membuat pesawat menjadi lebih efisien. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian instrumen serta analisis hasil pengujian pengaruh jumlah sudu rotor blade terhadap kinerja turbin angin menggunakan spesifikasi sudu NACA 0021. Termasuk pengumpulan data. , kecepatan angin, putaran turbin angin tetapi juga arus yang dihasilkan oleh turbin angin. Pengambilan data dilakukan tanpa menggunakan beban untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh turbin angin. maka diperoleh nilai rata-rata pengaruh baling-baling terhadap Arus (Amps), Tegangan (Volt), Daya Turbin (Watt) dan Efisiensi. Pengaruh jumlah sudu rotor pada kinerja turbin angin dengan sudu NACA 0021. Pengaruh jumlah sudu rotor blade terhadap kinerja turbin angin dengan jumlah 2,3, dan 4 dengan kecepatan angin yang sama maka, bahwa penambahan sudu rotor blade pada kinerja turbin angin menaikkan kuat arus (ampere) dan tegangan (volt). Dan Turbin angin menghasilkan daya turbin maksimum menggunakan pengaruh jumlah sudu rotor blade.*

**Kata Kunci** - Sudu Rotor Blade, Wind Turbin Blade NACA 0021.

## I. PENDAHULUAN

Pentingnya kebutuhan energi dalam kehidupan manusia, seperti halnya energi listrik, tidak dapat dipisahkan dalam aktivitas sehari-hari. Ketergantungan manusia terhadap energi listrik tidak dapat dipisahkan[1]. Pertumbuhan penduduk yang masih pesat meningkatkan permintaan energi listrik, dan perkiraan populasi akan meningkat dari 7 miliar menjadi 9 miliar tahun depan, pada tahun 2050 di awal abad ke-21[2].

Di sisi lain, meningkatnya permintaan energi listrik berarti pasokan energi listrik Indonesia semakin berkurang. Akibat berkurangnya pasokan listrik, masalah serius krisis listrik di Indonesia akhir-akhir ini muncul. Belum lagi distribusi listrik yang tidak merata di pelosok Indonesia[3]. Indonesia dikenal dengan potensi sumber daya alam yang melimpah yang dapat dimanfaatkan untuk mengelola pembangkit listrik seperti sungai, waduk, batu bara dan udara. Berdasarkan sumber daya alam yang dapat menjadi sumber utama pembangkit tenaga listrik, maka perlu dilakukan pemanfaatan sumber daya alam tersebut untuk mengatasi masalah ketersediaan tenaga listrik[4]. Oleh karena itu, diperlukan suatu ide untuk menggunakan NACA 0021 untuk mempelajari dan menganalisis pengaruh jumlah bilah rotor terhadap kinerja turbin angin[5]. Ini adalah langkah pertama dalam membuat pembangkit listrik tenaga air menggunakan lembar NACA0021.

## II. METODE

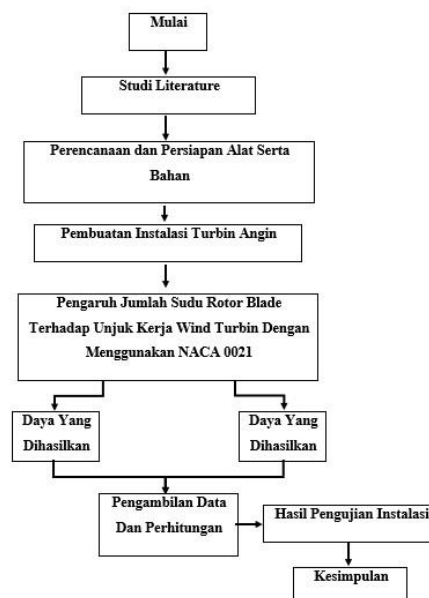
### A. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. disitu memulai pembuatan spesimen dan mengumpulkan data tentang wind turbin NACA 0021 dan juga pengadaan bahan material yang akan di buat penelitian.

### B. Study Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penelitian lainnya yang hampir sama memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas dengan cara mempelajari teori – teori yang relevan. Teori – teori tersebut bisa diperoleh dari buku – buku, jurnal penelitian, skripsi, tesis, artikel dan lain – lain. Selain itu untuk mendapatkan informasi bisa dilakukan dengan cara observasi lapangan, dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada di tempat penelitian dan mengumpulkan data – data yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan.

### C. Diagram *Flowchat*



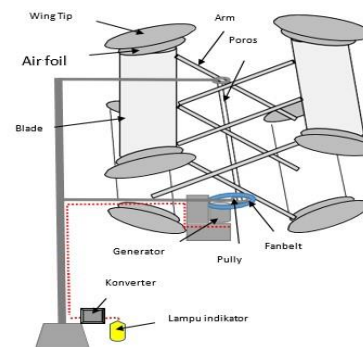
Gambar 1. *Flowchat*

#### D. Alat dan Bahan

1. Material turbin memakai aluminium plate 0,6 mm, lapisan aluminium 0,3 mm
2. Pipa aluminium
3. Airfoil yang di pakai adalah jenis NACA 0021
4. Generator 24 volt
5. Pully
6. Fanbelt
7. Inverter



**Gambar 2.** Airfoil



**Gambar 3.** Desain Alat

#### E. Prosedur Pengambilan Data

1. Pemasangan rangkain alat uji seperti kincir angin dengan 4 blade, pully, fan belt, generator[6]
2. NACA Sheet 0021 bladeless tip wind turbine tests pada blade 2,3 dan 4 ditujukan untuk menentukan performa operasi terbaik alat tersebut.
3. Mencatat hasil yang ditampilkan pada tampilan inverter.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengambilan Data



**Gambar 4.** Alat Wind Turbin Menggunakan Blade NACA 0021

Pengambilan data dilakukan tanpa menggunakan beban untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh turbin angin[7]. Komponen ini akan digunakan dalam perancangan peralatan angin. Karena wingtip sendiri berfungsi sebagai penghemat bahan bakar, maka jarak tempuh pesawat menjadi lebih panjang dan hal ini mengurangi nilai *induced drag* sehingga dapat meningkatkan performa[8]. sayap, yang meningkatkan kinerja pesawat bahkan tanpa melebarkan sayap lebar sayap pesawat[9]. Ujung sayap juga merupakan bagian *aerodinamis* yang digunakan untuk mengurangi hambatan akibat *vortisita*[10].

**Tabel 1.** Hasil Pengaruh Jumlah Sudu Blade 2

No	Sudu	Kecepatan Angin (m/s)	Kuat Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya Angin	Daya Turbin	Efisiensi
1	2	6	0,3	9,2	30	1,84	0,061
2	2	6	0,2	9,1	30	1,82	0,060
3	2	6	0,2	9,1	30	1,82	0,060
<b>Nilai Rata-rata</b>			0,2	9,1	30	2,13	0,240

**Tabel 2.** Hasil Pengaruh Jumlah Sudu Blade 3

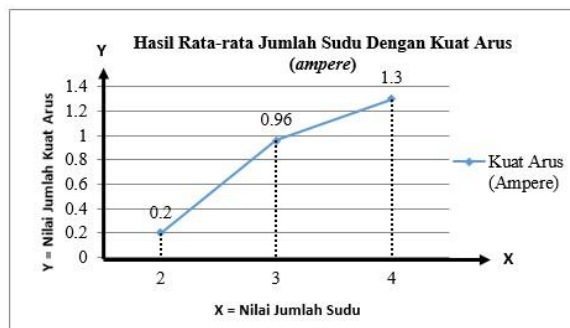
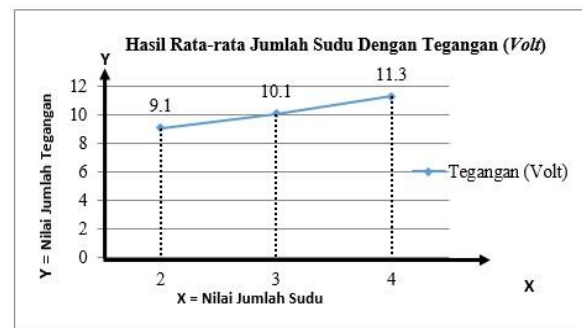
No	Sudu	Kecepatan Angin (m/s)	Kuat Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya Angin	Daya Turbin	Efisiensi
1	3	6	0,9	10	30	9	0,3
2	3	6	1	10,3	30	10,3	0,34
3	3	6	1	10,1	30	10,1	0,33
<b>Nilai Rata-rata</b>			0,96	10,1	30	9,8	0,32

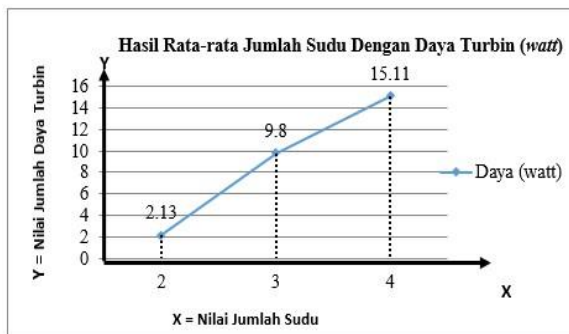
**Tabel 3.** Hasil Pengaruh Jumlah Sudu Blade 4

No	Sudu	Kecepatan Angin (m/s)	Kuat Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya Angin	Daya Turbin	Efisiensi
1	4	6	1,3	11,2	30	14,56	0,485
2	4	6	1,3	11,3	30	14,69	0,489
3	4	6	1,4	11,5	30	16,10	0,536
<b>Nilai Rata-rata</b>			1,3	11,3	30	15,11	0,503

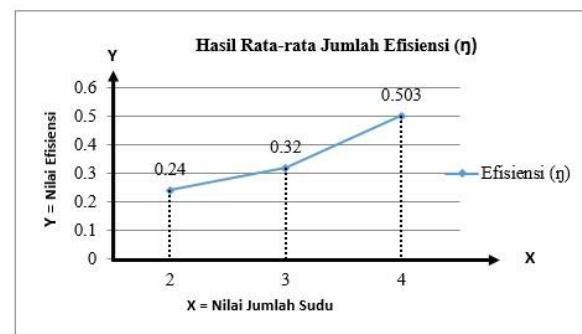
**Tabel 4.** Pengambilan Data Terbaik Dari Hasil Pengujian

No	Sudu	Kecepatan Angin (m/s)	Kuat Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya Angin	Daya Turbin	Efisiensi
1	2	6	0,3	9,2	30	1,84	0,061
2	3	6	1	10,3	30	10,3	0,34
3	4	6	1,4	11,5	30	15,11	0,536

**Gambar 5.** Grafik Rata-rata Jumlah Sudu Blade Dengan Arus (Ampere).**Gambar 6.** Grafik Rata-rata Jumlah Sudu Dengan Tegangan (Volt).



**Gambar 7.** Grafik Rata-rata Jumlah Sudu Blade Dengan Daya (Watt).



**Gambar 8.** Grafik Rata-rata Jumlah Sudu Dengan Efisiensi.

Berdasarkan data di atas, maka diperoleh nilai rata-rata pengaruh baling-baling 4 terhadap Arus (*Amps*), Tegangan (*Volt*)[11], Daya Turbin (*Watt*) dan Efisiensi seperti terlihat pada Tabel 4.1 dan Nilai Rata-rata Rata-ratanya jumlah sudu adalah 3 ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan nilai rata-rata jumlah sudu adalah 2 ditunjukkan pada Tabel 4.3. Ada juga grafik yang menunjukkan nilai arus rata-rata (*Amps*)[12], seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Grafik 4.3 menunjukkan rata-rata tegangan (*Volt*), Grafik 4.4 menunjukkan rata-rata daya turbin (*Watt*) dan terakhir Grafik 4.5 menunjukkan rata-rata nilai efisiensi[13].

Diberi peringkat 1,4 (*Amps*) dan diberi peringkat 11,5 (*Volt*), hitungan 4 bilah menjadi bilah paling berharga. Hal ini dimungkinkan karena sudu 4 memiliki kecepatan tangensial[14] yang lebih besar dibandingkan sudu lain mengenai bilah dengan jumlah bilah lebih dan kurang dari 4 tidak dapat bekerja dengan baik karena sebagian besar angin yang mengenai bilah terbuang sia-sia di kedua sisi sayap. Pada sudut 4, lebih banyak angin yang mengenai bilah dari satu sisi bilah daripada dari kedua sisi bilah. Hal ini juga diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa turbin angin dengan jumlah sudu 3 lebih baik dibandingkan dengan turbin angin dengan jumlah sudu kurang dari 3[15]. untuk mengubah jumlah sudu untuk energi angin sesuai dengan hasil p ANOVA < 0,05, hasil pengujian menunjukkan jumlah sudu 4 menghasilkan daya pembangkit rata-rata tertinggi sebesar 0,503 watt per sudu dibandingkan dengan jumlah sudu yang lebih rendah (3( 0,32 watt) dan 2 (0,070 watt)).

Hal ini juga mempengaruhi nilai daya turbin atau kemampuan turbin untuk menghasilkan listrik jumlah sudu turbin angin adalah jumlah sudu 4. In Juga, pada sudu 4 (sudu terbaik) pengujian lebih lanjut akan dilanjutkan ke mengetahui pengaruh kinerja turbin angin menggunakan NACA 0021 [16] untuk mengumpulkan data kinerja turbin angin pada beberapa sudu 4.

#### IV. SIMPULAN

Pengaruh jumlah sudu rotor *blade* terhadap kinerja turbin angin dengan jumlah 2,3 dan 4 dengan kecepatan angin yang sama maka penambahan sudu rotor *blade* pada kinerja turbin angin menaikkan kuat arus (*ampere*) dan tegangan (*volt*) dan turbin angin menghasilkan daya turbin maksimum menggunakan pengaruh jumlah sudu rotor *blade*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas tempat pengerjaan skripsi ini yang membantu dalam proses penelitian.

#### REFERENSI

- [1] Cafasso Yosef. 2016. *Unjuk Kerja Kincir Angin Poros Vertikal Model WePOWER*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- [2] Dietzel, P. D. (1980). *Turbin, Pompa dan Kompresor*. Wurzburg: Erlangga.
- [3] Elmer Edo. 2019. *Unjuk Kerja Turbin Angin Darrieus Tipe H Berpenampang Sudu Naca 2415 dengan Tiga Variasi Diameter*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- [4] E.Achdi, "Uji Prestasi Mesin," in Modul Praktikum, Bandung, Teknik Mesin UNPAS, 2015, pp. 23-36.

- [5] Mas'ud Ibnu. 2020. *Pengaruh Wing Tip Sudut Blade Rotor Terhadap Unjuk Kerja Wind Turbin dengan Menggunakan Blade Naca 0018*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah. Sidoarjo.
- [6] Nechleba, M. (1957). *Hydraulic turbines: Their design and equipment*. London: ARTIA-PRAGUE.
- [7] Niranjana S.J., 2015, Power Generation by Vertical Axis Wind Turbine, International Journal of Emerging Research in Management & Technology, Volume:4, Issue:7, Hal.1-7.
- [8] Oliver Hammond, Shelby Hunt dan Emily Machlin., 2014, Design of an Alternative Hybrid Vertical Axis Wind Turbine, Bachelor Theses, Worcester Polytechnic Institute, United States.
- [9] Putranto Adityo. 2011. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [10] Saputra Adi R. 2019. *Unjuk Kerja Kincir Angin Model Propeler Tiga Sudu Berpenampang Lintang Airfoil Naca 0021 dengan Tiga Variasi Kemiringan Sudut 10°, 15°, 20°*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- [11] Sunyoto. (2013). *KLASIFIKASI TURBIN AIR*. Retrieved February 30, 2013,
- [12] S. Brusca, R. Lanzafame, M. Messina, 2014, Design of a vertical-axis wind turbine: how the aspect ratio affects the turbine's performance, International Journal of Energy and Environmental Engineering, Volume:5, Issue:4, Hal.333-340.
- [13] Warda Kaddihani. 2017. Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain. Tangerang.
- [14] W. Arismunandar, *Penggerak Mula TURBIN*, Bandung: ITB, 1997.
- [15] Wibowo Paryatmo, *TURBIN WIND*, Graha Ilmu, Jakarta. 2007
- [16] Y. Sumargi, "*Modifikasi Dinamometer Daya Uji Prestasi Turbin Aksial Laboratorium UPM Teknik Mesin Universitas Pasundan*," Universitas Pasundan, Bandung, 2016.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*