Atech-i 2 (2): 01-06 (2025)

ATECH-i

ISSN: 3025-8677 www.Atech-i.id

Perhitungan Daya Mekanik dengan Variasi beban pada Turbin Angin

Calculation Of Mechanical Power vith Load Variations on Wind Turbines

Franklin T.H.Sinaga[*,1], Angga Bahri Pratama[2], Jandri Fan Ht Saragi[3], Eka Putra Dairi Boangmanalu[4]

[1,2,3,4] Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: franklinsinaga@polmed.ac.id[*]

Abstrak. *Mayoritas penghasil energi dunia masih menggunakan energi fosil yang semakin langka. Sehingga perlu dikembangkan alternatif lain sebagai sumber penghasil energi. Contohnya adalah turbin Angin. Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia dialam. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui nilai daya mekanik motor yang dihasilkan dari percobaan mesin terowong turbin angin. Percobaan terowongan angin mengenai turbin angin telah semakin dikenal dalam beberapa dekade terakhir dan diadopsi secara luas karena kondisi percobaan yang dapat dikontrol dan data yang dapat direproduksi Penelitian ini menggunakan turbin angin terowongan yang dihubungkan ke program simulasi computer yaitu EEEC SCADA. Pengujiannya ini dilakukan dengan menggunakan program computer yang dikendalikan beban aktuatornya dari 10% sampai 90%. Pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa nilai daya mekanik motor paling tinggi ada pada pembebanan 90% sebesar 7,21 Watt. Sedangkan nilai paling rendah saat pembebanan 10% yaitu 0,17 Watt.*
Kata kunci: *energi, turbin angin, EEEC SCADA, Beban Actuator, Daya mekanik motor*

Abstract. *The majority of world energy producers still use fossil fuels which are increasingly scarce. So it is necessary to develop other alternatives as sources of energy. An example is a wind turbine. Wind is one form of energy available in nature. This study aims to determine the value of the mechanical power of the motor produced from the wind turbine tunnel machine experiment. Wind tunnel experiments on wind turbines have become increasingly well-known in recent decades and have been widely adopted due to controllable experimental conditions and reproducible data. This study uses a tunnel wind turbine connected to a computer simulation program, namely EEEC SCADA. This test was carried out using a computer program that controlled the actuator load from 10% to 90%. In this test, it can be concluded that the highest value of the motor's mechanical power is at 90% loading of 7.21 Watts. While the lowest value at 10% loading is 0.17 Watts.*
Keywords: *energy, wind turbine, EEEC SCADA, Actuator load, mechanical power motor*

1. Pendahuluan

Diterima: ; Disetujui: ; Diterbitkan:
https://doi.org/10.45035/Atech-i.
Artikel ini adalah artikel open access di bawah lisensi CC BY-SA 4.0

Mayoritas dari energi dunia saat ini berasal dari bahan bakar fosil, sementara itu permintaan kebutuhan energi terus tumbuh pesat. Sebagai mana yang kita ketahui sumber energi fosil sifatnya non-renewable jika kita tetap bertahan hanya menggunakan energi fosil sebagai sumber energi maka suatu saat sumber energi akan habis. Kemudian pemakaian energi listrik yang bersumber dari fosil juga berefek pada peningkatan kadar emisi (CO2) yang merusak lingkungan [Darwin roy]

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia dialam, pembangkit listrik tenaga angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi Listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan.

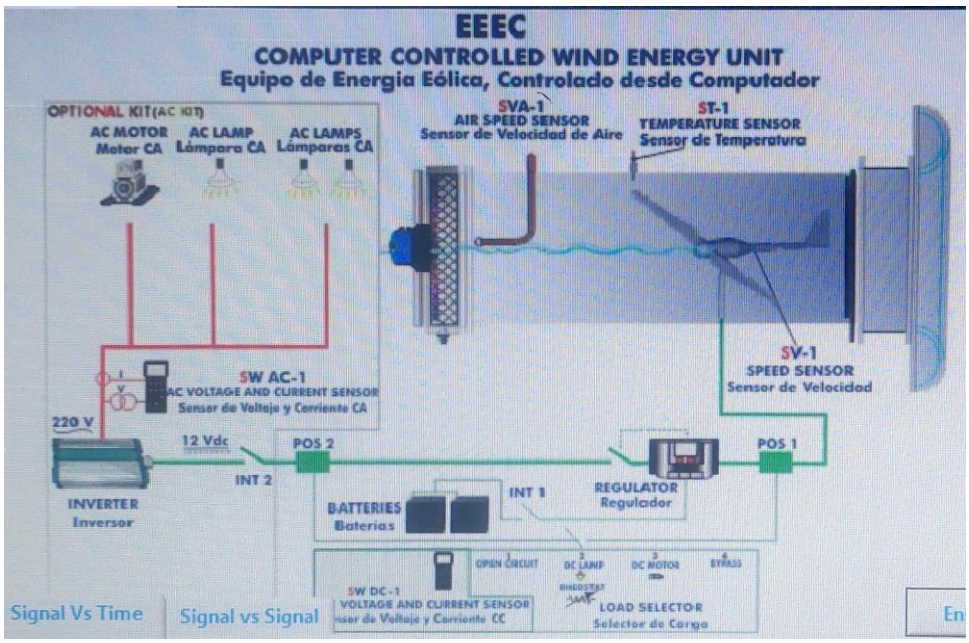
Turbin angin kini semakin banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Teknologi ini memanfaatkan prinsip konversi energi dari sumber daya alam terbarukan, yaitu angin. Pengembangan turbin angin terus dilakukan oleh para ilmuwan karena keterbatasan sumber daya alam tak terbarukan yang semakin menipis. Energi angin juga berperan penting dalam mendukung upaya mencapai emisi nol bersih. [1,2].

Percobaan terowongan angin mengenai turbin angin telah semakin dikenal dalam beberapa dekade terakhir dan diadopsi secara luas karena kondisi percobaan yang dapat dikontrol dan data yang dapat direproduksi [3,4]. Profil aliran masuk termasuk kecepatan dan intensitas turbulensi dapat disesuaikan ke nilai tertentu melalui kipas dan pagar yang dikombinasikan dengan blok, masing-masing [5,6]. Selain itu, pengujian terowongan angin mampu memberikan bentuk aliran yang realistis, seperti evolusi pusaran, efek berkelok-keloknya arus, dan interaksi arus dengan medan yang kompleks. Sehingga pengujian terowongan angin, yang berfungsi sebagai alat yang ampuh untuk mempelajari turbin angin, memerlukan tinjauan yang lebih sederhana

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui nilai daya mekanik motor yang dihasilkan dari percobaan mesin terowong turbin angin.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan turbin angin terowongan yang dihubungkan ke program simulasi computer yaitu EEEC SCADA. Pengujiannya ini dilakukan dengan menggunakan program computer yang dikendalikan beban aktuatornya dari 10% sampai 90%.



Gambar 1. Gambar dari bentuk turbin angin pada simukasi EEEC SCADA

Perhitungan daya mekanik motor yang dapat dihasilkan oleh sebuah turbin angin adalah:

$$P_m = \frac{1}{2}\rho . A . V_A{}^3$$

dimana P adalah kerapatan angin pada waktu tertentu dan V adalah kecepatan angin pada waktu tertentu.

Turbin angin umumnya hanya mampu memanen sekitar 20%–30% daya efektif dari angin. Prinsip kerjanya adalah mengubah energi mekanis angin menjadi energi putar pada kincir, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan generator guna menghasilkan listrik.

Bahan dan Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah :

- Kipas Angin
- Rotor Tengah 6 bilah
- Anemometer
- Sensor Kecepatan
- Kuat tegangan (Volmeter)
- Kuat Arus (Amperemeter)
- Modul beban
- Sensor suhu, Termokopel J
- Regulator

- Sistem control (SCADA)

Rancangan Penelitian

Proses Pengoperasian Mesin Turbin Angin

- Colokan kabel mesin turbin angin ke stop kontak yang sudah di aliri listrik
- Hidupkan CPU computer dan buka aplikasi Scada
- Jika sudah input data sesuai dengan yang di minta pada kolom Beban Actuators
- Catat Hasil Data yang didapat dari Simulasi Scada

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian yang didapat

Tabel 1. Hasil Penelitian variasi Beban Turbin Angin

Beban (%)	V_A (m/s)	N (RPM)	A (m^2)
10	0,1	0	2,8226
20	0,3	65	2,8226
30	0,7	93,9	2,8226
40	1,3	125,2	2,8226
50	1,9	158,2	2,8226
60	2,5	184,9	2,8226
70	2,97	215,3	2,8226
80	3,7	298,2	2,8226
90	4,2	315,3	2,8226

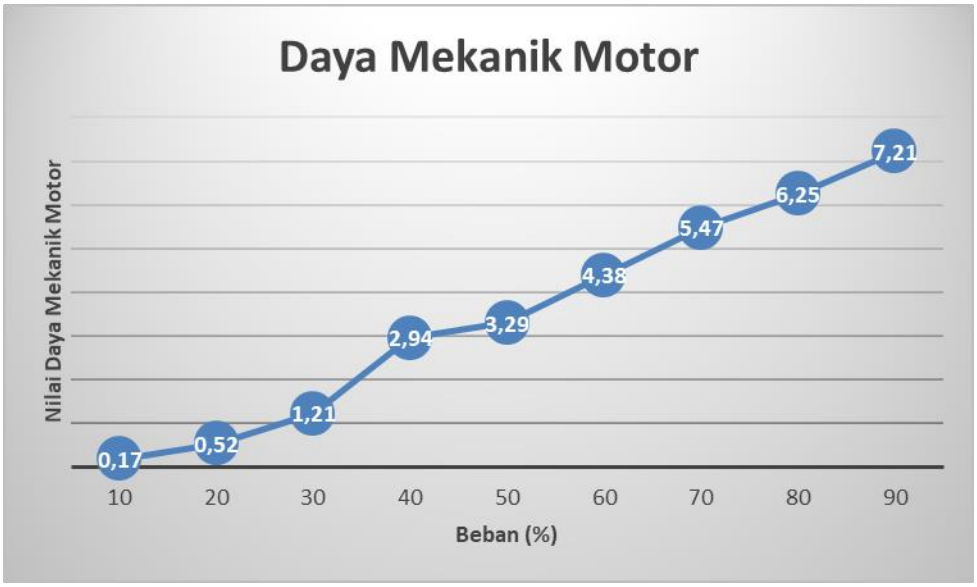
Dari Tabel 1 kita dapat menghitung nilai daya mekanik motor dari Turbin Angin yang diteliti. Sehingga Di dapat nilai:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya Mekanik Motor pada Turbin Angin

Beban (%)	V_A (m/s)	N (RPM)	A (m^2)	P motor
10	0,1	0	2,8226	0,17
20	0,3	65	2,8226	0,52
30	0,7	93,9	2,8226	1,21
40	1,3	125,2	2,8226	2,94

50	1,9	158,2	2,8226	3,29
60	2,5	184,9	2,8226	4,38
70	2,97	215,3	2,8226	5,47
80	3,7	298,2	2,8226	6,25
90	4,2	315,3	2,8226	7,21

Pada table 2 dilihat berapa besarnya daya yang dihasilkan turbin angin bergantung pada kecepatan angin (m/s) yang dihasilkan. Kecepatan angin yang mempengaruhi putaran turbin angin yang digunakan untuk mengubah energi mekanis/putar menjadi energy potensial angin, energi potensial tersebut lalu digunakan untuk memutar.



Gambar 2. Gambar grafik hasil perhitungan daya mekanik motor pada Turbin Angin

Dari gambar 2 dapat dilihat semakin besar pembebanan actuator pada turbin angin maka semakin besar pula daya mekanik motor yang dihasilkan. Dimana nilai daya mekanik motor paling tinggi ada pada pembebanan 90% sebesar 7,21 Watt. Sedangkan nilai paling rendah saat pembebanan 10% yaitu 0,17 Watt.

4. Kesimpulan

Pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa nilai daya mekanik motor paling tinggi ada pada pembebanan 90% sebesar 7,21 Watt. Sedangkan nilai paling rendah saat pembebanan 10% yaitu 0,17 Watt.

Daftar Pustaka

Z, Ti. etc. (2020). *Wake modeling of wind turbines using machine learning. Applied Energy Volume 257.* HYPERLINK "https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114025" \o "Persistent link using digital object identifier" \t "_blank" https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114025 .

F, Li., etc. (2020). *Multi-step wind speed prediction based on turbulence intensity and hybrid deep neural networks. Energy Conversion and Management Volume 186, 15 April 2019, Pages 306-322.* HYPERLINK "https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.045" \o "Persistent link using digital object identifier" \t "_blank" https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.045

I, Bayati, etc. (2017). *Aerodynamic design methodology for wind tunnel tests of wind turbine rotors. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics Volume 167, August 2017, Pages 217-227.* HYPERLINK "https://doi.org/10.1016/j.jweia.2017.05.004" \o "Persistent link using digital object identifier" \t "_blank" https://doi.org/10.1016/j.jweia.2017.05.004

Monterio, J. P. etc. (2013). *Wind tunnel testing of a horizontal axis wind turbine rotor and comparison with simulations from two Blade Element Momentum codes. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics Volume 123, Part A, December 2013, Pages 99-106.*

J, Ryi. etc. (2015). *Blockage effect correction for a scaled wind turbine rotor by using wind tunnel test data.* Renewable Energy Volume 79, July 2015, Pages 227-235.

H, Hirayuki., etc (2005). *Testing basic performance of a very small wind turbine designed for multi-purposes.* Renewable Energy Volume 30, Issue 8, July 2005, Pages 1279-1297. HYPERLINK "https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.10.009" \o "Persistent link using digital object identifier" \t "_blank" https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.10.009