



# Pemantauan Kecepatan Turbin Angin Sumbu Vertikal Secara Real-time Berdasarkan Internet of Things

Aji Akbar Firdaus\*, Khuria, Kurnia Wijaya Kusuma, Nabila Salvaningtyas, Mimi Azmita

Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga, Kampus B Jalan Dharmawangsa Dalam No. 28-30, Surabaya, Indonesia \*

\*akbarajif7@gmail.com

*Kata Kunci :*

ABSTRAK

*internet of things  
vertical axis  
wind turbine*

Salah satu upaya sumber energi terbarukan adalah dengan memanfaatkan energi angin sehingga dapat menghasilkan tegangan listrik adalah dengan menggunakan turbin angin. Namun kincir angin menggunakan sumbu horizontal dalam penerapannya, kincir angin horizontal sendiri hanya menghadap satu arah. Angin itu sendiri bergerak ke arah yang berubah tergantung pada cuaca, waktu dan musim. Oleh karena itu, dibuatlah turbin angin sumbu vertikal dan dipantau untuk mendapatkan daya yang maksimal. Penelitian ini dapat menampilkan data keluaran dari masing-masing sensor dan mendapatkan daya yang sama dengan perkalian antara pembacaan arus dan tegangan untuk penggunaan beban lampu LED dan persentase kesalahan sensor INA219 terkecil pada pembacaan arus adalah 5,1% dan terbesar adalah 16,6% yang menunjukkan bahwa pada jarak tersebut sensor kurang mampu membaca nilai secara akurat. Kemudian untuk tegangan memiliki nilai prosentase *error* paling kecil yaitu 1,7%. Untuk persentase *error* sensor kecepatan LM393 terbesar adalah 4% yang artinya sangat akurat.

*One of the efforts to renewable energy sources is to utilize wind energy so that it can generate electrical voltage is to use a wind turbine. However, the wind turbine uses a horizontal axis in its application, the horizontal wind turbine itself only faces one direction. The wind itself moves in a direction that changes depending on the weather, time and season. Therefore, vertical axis wind turbines are made and monitored to get maximum power. This research can display the output data from each sensor and obtain a power equal to the multiplication between the current and the voltage read for the use of the LED lamp load and the smallest INA219 sensor error percentage on the current reading is 5.1% with the distance between the wind blower 40cm and the largest is 16.6% with a distance 50cm which indicates that at that distance the sensor is less able to read the value accurately. Then for the voltage it has the smallest error percentage value of 1.7%. For the percentage of the largest LM393 speed sensor error is 4% which means it is very accurate.*

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini, manusia menggunakan berbagai sumber daya alam yang tidak terbarukan untuk membantu aktivitasnya sehari-hari. Sumber daya tersebut adalah sumber daya alam yang dikonsumsi oleh manusia lebih banyak daripada yang dapat diproduksi oleh alam. Jenis sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dibagi menjadi dua, yaitu bahan bakar fosil dan energi nuklir. Tenaga listrik merupakan implementasi energi tak terbarukan dan berperan penting dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Indonesia masih membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama dan tanpa ada perubahan yang signifikan. Akibatnya perubahan iklim dan pemanasan global merupakan dua contoh paling jelas dari dampak penggunaan bahan bakar fosil ini. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan yaitu energi angin digunakan, sehingga berpotensi untuk mengurangi ketergantungan penggunaan energi bahan bakar fosil. (C. Stout, et al, 2017).

Energi angin merupakan energi yang sangat menjanjikan untuk diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin. Energi angin dikonversi menjadi energi mekanik kemudian dihubungkan dengan generator yang akan menghasilkan energi listrik. Indonesia memiliki potensi angin dengan kecepatan rata-rata 5 m/s menurut Badan Pusat Statistik, sehingga turbin angin dengan kecepatan pada kisaran 3 m/s hingga 20 m/s dapat digunakan. Oleh karena itu, suatu alat konversi energi angin sesuai dengan kondisi angin di Indonesia yang cukup rendah dibutuhkan. Sistem konversi energi angin memiliki dua jenis turbin yang dikenal sebagai turbin angin sumbu vertikal dan turbin angin sumbu horizontal (I.M. Albuquerque, et al, 2016). Untuk jenis turbin angin sumbu vertical sendiri yaitu tipe Darrieus dan tipe Savonius.

Penelitian ini merancang sistem turbin angin sumbu vertikal Darrieus-H dengan sudu-sudu yang disusun dalam posisi simetris dan disesuaikan terhadap poros. Pengaturan ini dirasa lebih efektif untuk memanfaatkan arah angin agar daya listrik yang dihasilkan lebih besar. Perbedaan Savonius dan Darrieus adalah pemanfaatan gaya angkat yang terjadi saat angin bertiup pada Darrieus. Sudu turbin Darrieus bergerak mengelilingi sumbu untuk menghasilkan gaya angkat blade pada turbin sumbu vertikal, diperlukan airfoil NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menganalisis optimasi daya maksimum pada turbin angin vertikal tipe Darrieus-H diantaranya, (Tariq Rabbani et al, 2014) dengan variasi sudu 2, 3 dan 4 buah. Diameter digunakan adalah 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm dan 350 mm. Daya keluaran terbesar adalah memiliki jumlah sudu 4 buah, dan diameter sumbu putar yang lebih besar sehingga daya listrik yang dihasilkan lebih besar. Daya keluaran terbesar adalah 3,52 Watt dengan 4 sudu dan kecepatan angin tertinggi 4,5 m/s serta diameter sumbu putar terbesar 350 mm.

Prototipe yang diusulkan dengan penambahan penggunaan 5 sudu, mengubah kecepatan angin dalam rpm, menghubungkan turbin angin dengan IoT (*Internet of Thing*) dan menambahkan pengatur tegangan untuk menstabilkan tegangan keluaran yang disebabkan oleh naik turunnya angin. Turbin angin sumbu vertikal Darrieus-H kami akan dikembangkan menggunakan sistem monitoring dengan memanfaatkan aplikasi Blynk dan Arduino Mega 2560 untuk mendapatkan hasil kecepatan turbin.

## 2. Desain dan Implementasi

### 2.1 Turbin

Perangkat keras turbin dibuat menggunakan profil aluminium dan batang aluminium sebagai rangka seperti Gambar 1. Kemudian kami menggunakan pipa paralon 6 inci yang dibagi menjadi 4 bagian vertikal dengan panjang 50cm sebagai bilahnya. Sebagai rangka kipas / piringan untuk menempatkan rangka profil aluminium, kami menggunakan akrilik 10mm. Motor akan dihubungkan menggunakan belt timer dan pulley menuju turbin.



Gambar 1 Turbin

### 2.2 Arduino Mega 2560

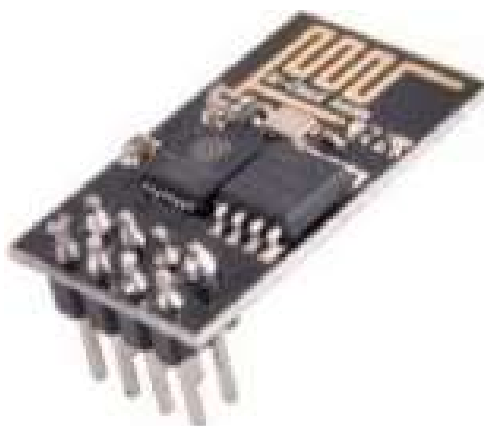
Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega2560 berbasis Arduino (Dimas Fajar Uman Putra. et al. 2021). Arduino ini memiliki pin I/O sebanyak 54 pin I/O digital (15 diantaranya adalah pin PWM), 16 pin input analog, 4 pin UART (hardware serial port) serta dilengkapi osilator 16 MHz, port USB, header ICSP, dan tombol reset seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Arduino Mega 2560

### 2.3 Modul ESP8266 Wi-Fi

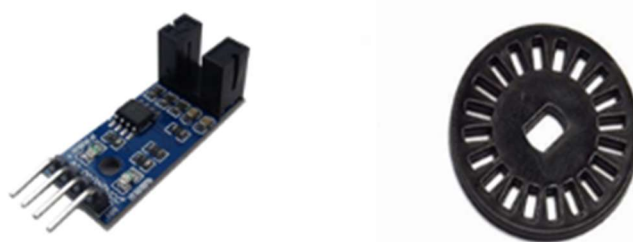
Modul nirkabel ESP8266 adalah modul Wi-Fi yang digunakan untuk penggunaan TCP / IP seperti gambar 3 (Riky Tri Yunardi. et al, 2021). Produsen AI-Thinker yang merupakan pihak ketiga dari modul ini merilis modul ESP-01 yang dapat menggunakan AT-Command untuk konfigurasinya pada tahun 2014. Harga yang terjangkau, konsumsi daya rendah dan dimensi yang kecil sangat menarik untuk dikembangkan lebih lanjut. Pada tahun yang sama, Espressif merilis *software development kit* (SDK) yang mempermudah pengguna untuk mengembangkan modul ini (Yuliansyah. 2016). Modul ESP-01 memiliki faktor bentuk DIL 2x4 dengan dimensi 14,3 x 24,8 mm dengan daya yang dibutuhkan 3,3 volt.



Gambar 3 ESP8266 Wi-Fi Module

### 2.4 Sensor LM 393

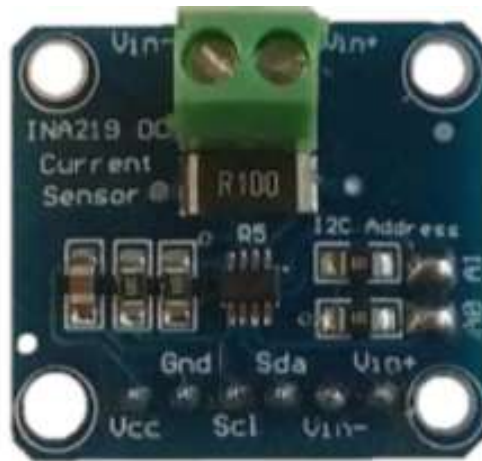
Sensor LM393 merupakan modul sensor kecepatan yang banyak digunakan pada pendeteksi kecepatan motor, RPM, pengukuran putaran, tachometer, pembatas kecepatan, dan lain sebagainya. Sensor ini terdiri dari Disk Encoder dan Optocoupler seperti Gambar 4, Optocoupler bertindak sebagai penangkap bit data dari Disk Encoder yang mengeluarkan data 1 dan 0 dari rotasi lubang. Data tersebut dapat menentukan posisi, kecepatan (RPM) dan arah.



Gambar 4 Encoder

### 2.5 Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan sensor tegangan dan arus yang menggunakan interface / komunikasi I2C seperti gambar 5. Sensor ini dapat mendeteksi arus yang ada pada shunt resistor dengan metode hukum Ohm. Kemudian tegangan dapat dideteksi melalui tegangan yang melewati resistor shunt akan dibagi dengan nilai resistor shunt. Sensor ini digunakan untuk mengetahui tegangan dan arus keluaran motor.



**Gambar. 5 Sensor**

## 2.6 DC Motor

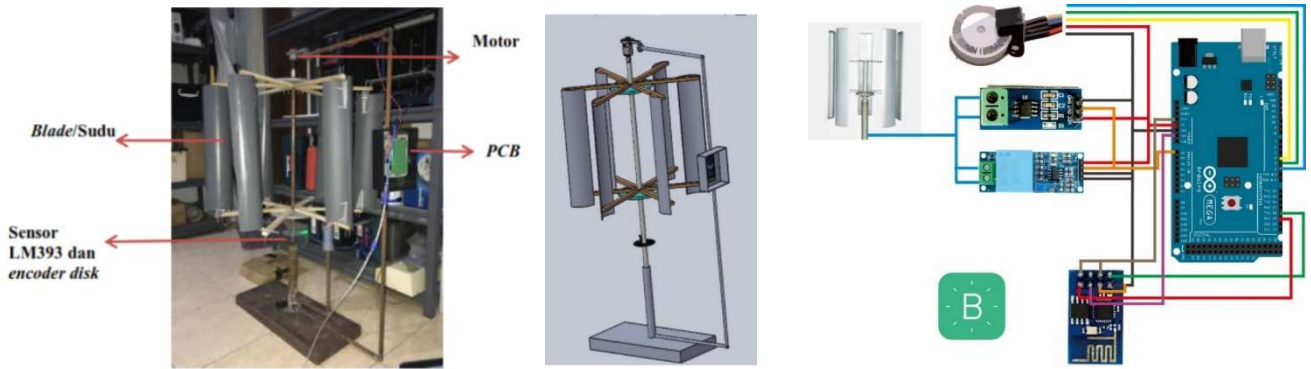
Motor DC yang digunakan adalah motor DC PLG30 dengan gearbox (Maulana, et al. 2021). Adanya gearbox diharapkan dapat membantu mengurangi kecepatan angin yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik seperti Gambar 6.



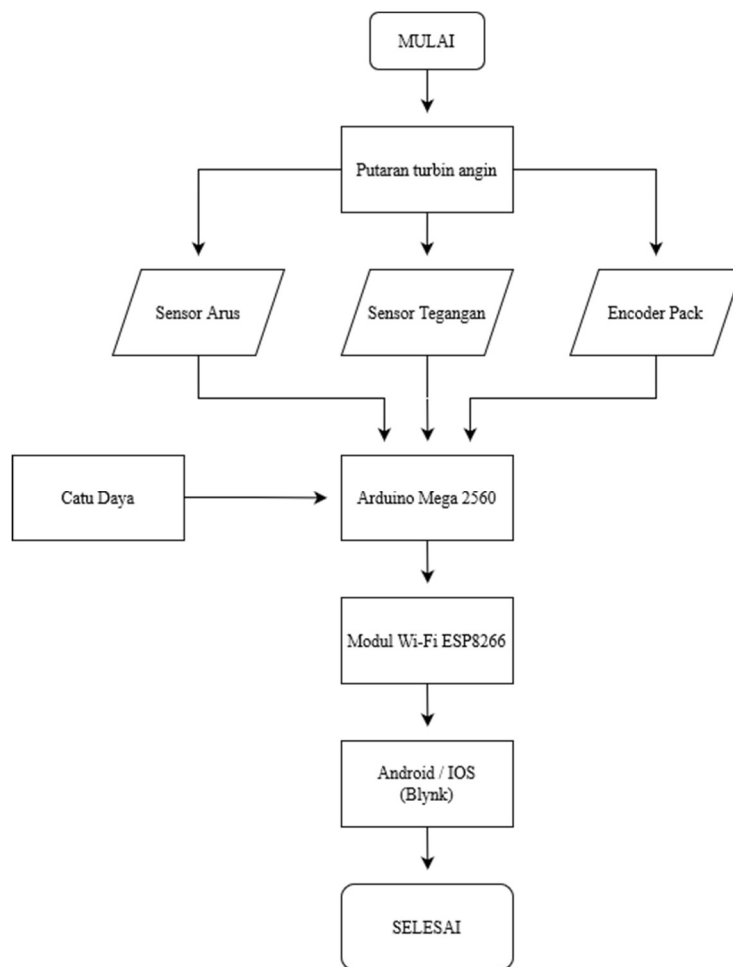
**Gambar 6 DC Motor**

## 2.7 Design Hardware

Perancangan mekanik perangkat keras terdiri dari turbin angin, encoder, sensor arus, dan sensor tegangan seperti Gambar 7. Modul Wi-Fi ESP8266 digunakan untuk menghubungkan antara arduino dan blynk. Gambar 8 menjelaskan komponen yang digunakan dan proses pengambilan data dari alat. Energi angin dimanfaatkan untuk memutar kincir yang tersambung ke motor menggunakan belt timer atau pulley. Putaran motor akan menghasilkan listrik yang akan diketahui nilai tegangan dan arusnya. Selain, pengukuran nilai RPM (Rotation Per Minute) juga dilakukan dengan menggunakan sensor encoder pack. Setelah semua data didapat maka nilai dari tiap dari jenis data akan didisplaykan pada aplikasi Blynk di smartphone. Tabel 1 merupakan konfigurasi I/O pada rangkaian Arduino.



Gambar 7 Desain Mesin



Gambar 8 Blok Diagram *Hardware*

Tabel 1 – Konfigurasi I/O

No.	Rangkaian Hardware	Port Mikrokontroler
1	Konfigurasi serial2 RX ESP8266	Port digital 17
2	Konfigurasi serial2 TX ESP8266	Port digital 16
3	Konfigurasi sensor INA219 SDA	Port SDA
4	Konfigurasi sensor INA219 SCL	Port SCL
5	Konfigurasi sensor RPM	Port digital 2

## 2.8 Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan Android OS yang berfungsi untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet (Dimas Fajar Uman Putra. et al. 2021). Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengontrol perangkat keras, menampilkan data sensor, menyimpan data, memvisualisasikan, dan lain-lain. Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Library*. Server Blynk berfungsi untuk menangani semua komunikasi antara smartphone dan hardware. Blynk akan dibuat online dan siap untuk *Internet of Things*. Aplikasi ini adalah platform kreatif untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan menarik dan melepas widget.

## 2.9 Prosedur Pemrograman Sistem

Prosedur pemrograman motor servo adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi Wi-Fi dan token
- Hubungkan ke Blynk
- Membaca data dari encoder, sensor arus dan sensor tegangan.

## 2.10 Pengalamatan dan Konektivitas ke Blynk

Pengalamatan dan konektivitas adalah konfigurasi atau pengaturan yang dilakukan agar mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan aplikasi Blynk dengan memasukkan SSID, *Password*, *Auth token* dan IP Address. Semua konfigurasi ini harus disesuaikan untuk dapat berkomunikasi dengan aplikasi Blynk dan mikrokontroler seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Pengalamatan dan Konektivitas ke Blynk

## 3. Hasil dan Analisis

Pada penelitian ini mikrokontroler Arduino Mega 2560 menerima data dari encoder, sensor arus dan sensor tegangan yang dikirimkan secara bersamaan, kemudian mikrokontroler Arduino Mega 2560 memproses data yang diterima untuk ditampilkan pada blynk melalui konektivitas Wi-fi. Pengujian sistem monitoring real-time dilakukan dengan monitoring. Pengujian dilakukan pada pagi hari pukul 08.00, siang pukul 12.00 dan sore pukul 16.00. Hasil pengujian telah ditulis pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4. Dari tabel-tabel tersebut, keberhasilan sistem adalah 100%. Pemantauan tegangan dan arus pada aplikasi Blynk berhasil.

**Tabel 2 – Percobaan Sistem pukul 08.00**

<b>Tampilan</b>				
<b>No.</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (W)</b>	<b>Keterangan</b>
1	6.5	1.37	0.01	Sukses
2	6.52	1.38	0.01	Sukses
3	6.6	1.4	0.01	Sukses
4	6.67	1.43	0.01	Sukses
5	6.74	1.45	0.01	Sukses
6	6.79	1.46	0.01	Sukses
7	6.79	1.46	0.01	Sukses
8	6.82	1.47	0.01	Sukses
9	6.82	1.47	0.01	Sukses
10	6.84	1.48	0.01	Sukses

**Tabel 3 – Percobaan Sistem pukul 12.00**

<b>Tampilan</b>				
<b>No.</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (W)</b>	<b>Keterangan</b>
1	6.96	1.51	0.01	Sukses
2	6.94	1.5	0.01	Sukses
3	6.92	1.47	0.01	Sukses
4	6.87	1.41	0.01	Sukses
5	6.84	1.42	0.01	Sukses
6	6.84	1.42	0.01	Sukses
7	6.82	1.42	0.01	Sukses
8	6.79	1.42	0.01	Sukses
9	6.77	1.38	0.01	Sukses
10	6.74	1.37	0.01	Sukses

**Tabel 4 – Percobaan Sistem pukul 16.00**

<b>Tampilan</b>				
<b>No.</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (W)</b>	<b>Keterangan</b>
1	6.5	1.4	0.01	Sukses
2	6.45	1.35	0.01	Sukses
3	6.45	1.34	0.01	Sukses
4	6.52	1.36	0.01	Sukses
5	6.62	1.38	0.01	Sukses
6	6.5	1.36	0.01	Sukses
7	6.57	1.37	0.01	Sukses
8	6.57	1.36	0.01	Sukses
9	6.6	1.37	0.01	Sukses



10	6.57	1.37	0.01	Sukses
----	------	------	------	--------

#### 4. Kesimpulan

Sistem yang diusulkan dapat digunakan untuk memonitor modul turbin angin. Dari hasil implementasi, pendataan tegangan, arus, dan daya dapat ditampilkan pada aplikasi Blynk dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan keberhasilan pendataan tegangan, arus, dan daya pada setiap percobaan. Berdasarkan hasil data pengukuran diketahui bahwa sensor memiliki range tertentu dimana ukuran data dapat terbaca dan tidak terbaca. Kinerja interface aplikasi Blynk berjalan dengan baik, diperoleh untuk penggunaan beban lampu LED dan error pada tiap – tiap sensor yaitu pada sensor INA219 untuk dan sensor LM393. Persentase kesalahan sensor INA219 terkecil pada pembacaan arus adalah 5,1% dan terbesar adalah 16,6%. Kemudian untuk tegangan memiliki nilai prosentase *error* paling kecil yaitu 1,7%. Untuk persentase *error* sensor kecepatan LM393 terbesar adalah 4% yang artinya sangat akurat. Dari nilai – nilai error ini dapat diketahui bahwa nilai error semakin besar karena turbin tidak berputar cukup cepat untuk mengeluarkan daya yang optimal.

#### Daftar Pustaka

- C. Stout, et al. (2017). Efficiency improvement of vertical axis wind turbines with an upstream deflector. *Energy Procedia*, vol. 118, pp. 141 – 148, 2017, 2017 2nd International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER 2017), Berlin, Germany April 7-9, 2017.
- I.M. Albuquerque, et al. (2016). A Characterization of Vertical Axis Wind Turbines. *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 10, pp. 4255 - 4260, 2016.
- Tariq Rabbani, et al. (2014). Reduced order modeling of loads on a vertical-axis wind turbine. *Proceedings of 2014 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology (IBCAST) Islamabad, Pakistan, 14th - 18th January, 2014.*
- Dimas Fajar Uman Putra, et al. (2021). Real-Time Monitoring of Dual-Axis PV System Based on Internet of Things. *2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Indonesia, 21-22 July 2021.
- Riky Tri Yunardi, et al. (2021). Leakage Current Monitoring for Electrical Loads Based on Internet of Things. *8th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, Indonesia, 20-21 Oct. 2021.
- Yuliansyah. (2016). Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture. *Electrician*, vol. 10, no. 2, pp. 68-77, 2016.
- Maulana, et al. (2021). Motor Servo DC. Accessed : [https://www.academia.edu/8572405/Motor\\_Servo](https://www.academia.edu/8572405/Motor_Servo) Diakses Pada Tanggal 25 May 2021