

Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red

Rozihan Arief

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : rozihan.19039@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Reza Rahmadian, Aditya Chandra Hermawan

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : widiaribowo@unesa.ac.id, rezarahmadian@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Energi dari fosil yang merupakan penghasil energi yang utama dapat diubah dengan memanfaatkan tenaga angin sebagai energi alternatif yang dapat diperbarui. Alat yang digunakan sebagai konversi tenaga angin adalah turbin angin, dimana tenaga angin merupakan energi kinetik yang dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menghasilkan energi alternatif adalah energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Angin merupakan salah satu pembangkit tenaga listrik yang memiliki efisiensi kerja yang baik bila dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya. Prinsip kerja pembangkit ini adalah berasal dari energi kinetik angin yang memutarakan baling-baling atau kincir angin, kemudian energi mekanik ini menjalankan generator untuk menciptakan energi listrik. Perancangan dilakukan untuk mengetahui dan memahami tentang mengoperasikan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan ESP8266 berbasis *Node-Red* yang berintegrasi dengan *smartphone* atau PC sebagai monitor alat tersebut. Perancangan monitor tegangan dan arus Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan pemrogram menggunakan software Arduino IDE yang akan di aplikasikan kepada *Node-Red* untuk membuat tampilan pada layar *smartphone* atau PC. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe turbin angin menggunakan model turbin angin savonius dan memonitoring dari keluaran pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan ESP8266 yang di tampilan menggunakan dashbord Node-Red

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Node-Red, Energi Angin

Abstract

Energy from fossils which is the main energy producer can be changed by utilizing wind power as an alternative renewable energy. The tool used as a wind power conversion is a wind turbine, where wind power is kinetic energy that is converted into mechanical energy used to produce alternative energy is electrical energy. Wind Power Plant is one of the power plants that has good work efficiency when compared to other power plants. The working principle of this plant is derived from the kinetic energy of the wind that rotates the propeller or windmill, then this mechanical energy runs the generator to create electrical energy. The design is carried out to know and understand about operating a Wind Power Plant Monitoring using ESP8266 based on Node-Red which integrates with a smartphone or PC as a monitor of the tool. The design of the Wind Power Plant voltage and current monitor uses an ESP8266 microcontroller and the programmer uses Arduino IDE software which will be applied to Node-Red to create a display on a smartphone or PC screen. The research method used by the author is experimentation. The purpose of this research is to produce a prototype of a wind power plant using the Savonius turbine model and monitor the output of the wind power plant using ESP8266 which is displayed using the Node-Red dashbord.

Keywords: Wind Power Plant, Node-Red, Wind Energy

PENDAHULUAN

Meningkatnya suatu energi listrik setiap harinya disebabkan oleh beberapa faktor yaitu bertambahnya tingkat penduduk, bertambahnya pola hidup pada masyarakat yang tinggi, serta bertambahnya pertumbuhan industri yang berkembang (Ngurah dkk., 2021). Sangat penting bagi generasi muda Indonesia, khususnya pelajar dan mahasiswa untuk mengembangkan dan terus meningkatkan pemahamannya tentang penggunaan energi alam yaitu energi angin sebagai alternatif konversi energi

untuk mengatasi permasalahan tersebut. (Simanjuntak dan Pangaribuan 2020) Pembangkit Listrik Tenaga Angin merupakan pembangkit listrik dengan efisiensi kerja yang baik dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya (Pratama dan Yuhendri, 2020). Cara kerja dari pembangkit tenaga angin ini adalah berasal dari tekanan dan arah angin yang memutarakan turbin angin, kemudian energi mekanik ini menjalankan generator agar dapat menciptakan energi listrik. (Ramadhan dan Santoso 2022) Untuk memelihara operasional pembangkit listrik dari tenaga angin ini dan

memastikan kondisi generator dari pembangkit listrik tenaga angin dari kecepatan angin, tegangan dan arus yang dihasilkan, maka dibuatlah sebuah operasional yaitu monitoring terhadap turbin angin dan generator, sehingga pembangkit dapat terpantau keadaannya dan tidak bekerja di luar batas kemampuannya. (Haryudo, 2020)

Monitoring yang dipergunakan untuk pembangkit tenaga angin ini akan melalui aplikasi *web* yaitu *Node-Red*. Yang dimaksud dengan *Node Red* ialah sebuah aplikasi berbasis internet atau *web* untuk menciptakan program *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini bermaksud untuk menguji sistem monitoring pada kincir angin seperti pemantauan arus serta tegangan pada turbin angin. Pada penelitian ini diharapkan menjadi referensi dan masukan dalam membangun sistem monitoring pembangkit listrik tenaga angin untuk skala yang lebih besar. (Awi dkk., 2022)

TINJAUAN PUSTAKA

Turbin Angin

Turbin angin ialah sebuah kincir angin yang dapat dipergunakan untuk menghasilkan listrik. Turbin angin ini awalnya dirancang untuk memnuhi kebutuhan petani akan penggilingan padi, pengairan, dan lain sebagainya (Gusriani dan Yuhendri 2020). Saat ini turbin angin lebih banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam terbarukan yaitu angin. (Muttaqin dan Suprpto, 2021)

Generator DC

Secara umum generator adalah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator terbagi menjadi dua bagian yaitu stator merupakan bagian yang tetap dan rotor atau yang merupakan bagian yang berputar. Komponen utama generator adalah magnet dan kumparan tembaga atau coil. Jika magnet berada di rotor maka kumparan tembaga ada di stator (Setiono Puji 2020). Kinerja generator magnet permanen DC didasarkan pada hukum elektromagnetik *Faraday*, yang menyatakan bahwa medan magnet yang berubah menghasilkan medan listrik yang berubah juga (Nakhoda dan Saleh 2020). Dalam generator magnet permanen DC, medan magnet permanen yang diputar oleh rotor akan menghasilkan medan listrik pada kumparan yang terpasang pada stator. Medan listrik yang dihasilkan oleh kumparan ini kemudian dikonversi menjadi arus satu arah atau *Direct Current* yang dapat dipergunakan sebagai penggerak peralatan listrik. (Wahyudi, 2020)

Baterai Aki

Baterai adalah sumber daya alternatif yang bisa dipakai oleh semua perangkat elektronik. Baik dalam bentuk baterai primer salah satunya adalah baterai aki. Apabila

baterai kosong, maka akan mengganggu performa pada alat yang akan dipakai karena dapat berhenti di tengah-tengah penggunaan alat tersebut. Selain itu, kondisi aki yang perlu dimonitor selain tegangan adalah suhu dari aki tersebut yang apabila baterai tersebut memiliki suhu di atas pemakaian wajar dapat membahayakan penggunaannya dan dapat mempengaruhi pembacaan kapasitas baterai. (Sulthan Qintara dkk., 2020)

Modul XH-M604

XH-M604 adalah modul yang dapat digunakan sebagai pengatur arus searah yang terisi ke baterai aki. Modul XH-M604 memiliki fungsi yaitu mengatur overcharging atau kelebihan pengisian karena baterai aki telah terisi sampai penuh dan kelebihan tegangan dari tegangan input. (Anon, 2021)

Sensor

Sensor merupakan sebuah perangkat yang dipergunakan sebagai pendeteksi perubahan besaran fisik sebagai contoh yaitu tekanan, gaya, muatan listrik, cahaya, pergerakan, kelembaban, suhu, kecepatan, dan fenomena lingkungan lainnya. Setelah diamati perubahannya, input yang terdeteksi diubah mejadi output yang dapat dipahami oleh manusia melalui sensor itu sendiri, atau ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan yang ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang berguna bagi penggunaannya.

1. Sensor INA219

Sensor INA219 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur arus listrik dan tegangan generator DC. Dengan menggunakan tipe komunikasi I2C, anda dapat menghubungkan lebih banyak sensor hanya dengan dua kabel. Sensor INA219 pada dasarnya memiliki konsep yang sama dengan sensor DC lainnya, namun sensor ini tidak hanya dapat mengukur arus tetapi juga tegangan dan daya dengan menggunakan sensor ini.. (Bagus 2020)

2. Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan sebagai pembaca nilai tegangan suatu rangkaian listrik. Arduino dapat membaca suatu nilai tegangan menggunakan pin analog. Jika range tegangan terbaca antara 0V - 5V maka bisa langsung menggunakan pin analog, sedangkan jika range tegangan terbaca kurang dari 5V, perlu menggunakan rangkaian tambahan yaitu pembagi tegangan karena pin arduino bekerja maksimal 5V. (Fitriandi dkk., 2020)

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah platform IoT *open source* dan pengembangan yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk mendukung prototipe produk IoT (Pratama 2020). Modul wifi NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler tambahan seperti Arduino. ESP8266 membutuhkan 3,3V untuk beroperasi. Modul wifi ini sudah *system on chip* (SOC), jadi bisa diprogram langsung di

ESP8266 tanpa mikrokontroler tambahan (Simanjuntak dkk., 2021)

Node-Red

Node-RED adalah alat berbasis browser untuk membuat aplikasi Internet of Things (IoT) yang memiliki lingkungan pemrograman intuitif yang memungkinkan pengguna membuat aplikasi dengan mudah sebagai flow. Flow ini dibentuk oleh node-node yang saling berhubungan, dimana setiap node melakukan tugas-tugas tertentu. Meskipun Node-Red dirancang untuk Internet of Things (IoT), Node-Red juga dapat digunakan untuk tujuan umum dan berbagai aplikasi. Node-Red menyediakan editor aliran berbasis browser yang memudahkan untuk menautkan aliran menggunakan node yang berbeda di palet.

PEMBAHASAN

Tinjauan Umum Perancangan

Perancangan dilakukan untuk mengetahui dan memahami tentang mengoperasikan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan ESP8266 berbasis Node-Red yang berintegrasi dengan smartphone atau PC sebagai monitor alat tersebut. Perancangan monitor tegangan dan arus Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan pemrogram menggunakan software Arduino IDE yang akan di aplikasikan kepada Node-Red untuk membuat tampilan pada layar smartphone atau PC

Metode Penelitian

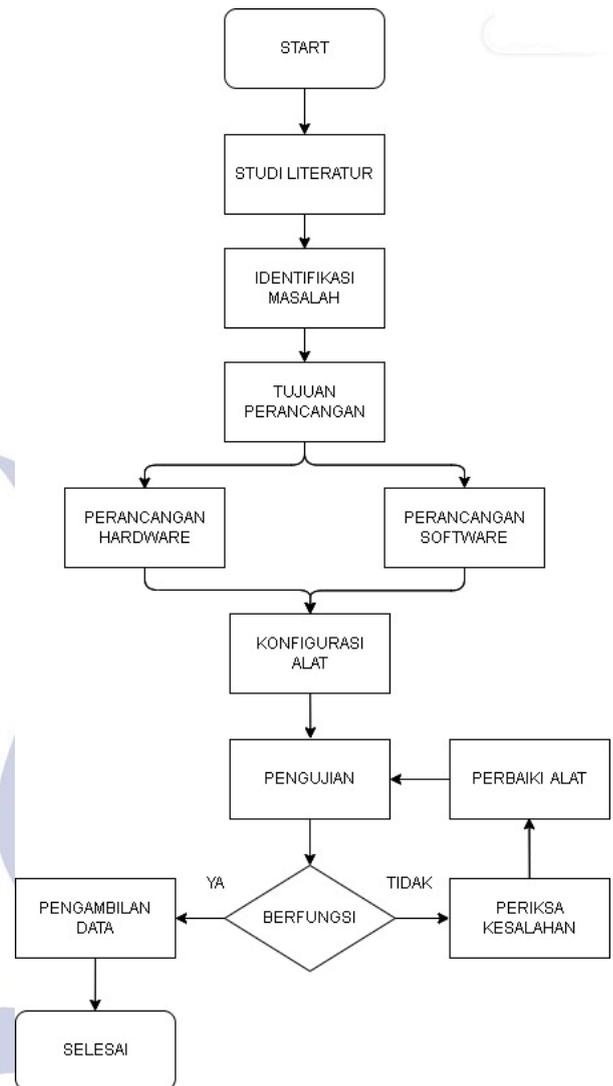
Metode penelitian merupakan salah satu aspek krusial dalam menjalankan penelitian dengan tujuan mendapatkan hasil yang benar terhadap suatu pertanyaan penelitian.

Metode penelitian pada hakekatnya adalah sarana ilmiah untuk mengumpulkan data dengan tujuan tertentu. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan suatu metode yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan tujuan untuk menghasilkan prototipe pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan model turbin savonius dan memonitoring dari keluaran pembangkit listrik (Pratama, Santoso, dan Rahmadewi 2023)

Rancangan Penelitian

Alur pada rancangan penelitian yang pertama adalah Memulai dengan menentukan Judul Tugas Akhir. Kemudian adalah Studi Literatur berisikan tentang pembahasan teoritis dari buku-buku, jurnal ilmiah dan sumber yang berkaitan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Angin, rangkaian instalasi alatnya. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi tahap masalah yang muncul. Dengan mengidentifikasi masalah tersebut, kita dapat memberikan batasan agar dapat berfokus pada penelitian. Dan membuat tahapan perancangan yang dibagi menjadi

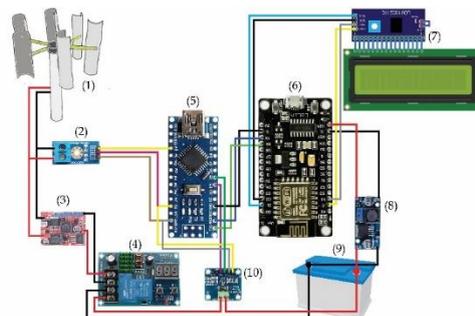
dua, yaitu perancangan hardware dan software, seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Flowchart Rancangan Penelitian

Perancangan Perangkat Monitoring

Pada Gambar 2, merupakan desain alat atau pengkabelan dari sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan ESP8266 dan menggunakan sensor tegangan kemudian masuk ke modul step up down otomatis untuk menstabilkan tegangan dan menuju charger kontroler yang dialirkan menuju baterai aki.



Gambar 2. Desain Alat Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Sebelum menuju baterai aki, dari keluaran charger kontroler diukur menggunakan sensor INA219. Semua sensor tersebut diterima oleh Arduino Nano yang disambungkan ke ESP8266 yaitu Komunikasi Serial. Setelah ESP8266 menerima semua data, akan dikirimkan menuju LCD 16x2 untuk menampilkan arus dan tegangan berikut adalah pada Tabel 1 metunjukkan urutan tiap komponen dari alat monitoring :

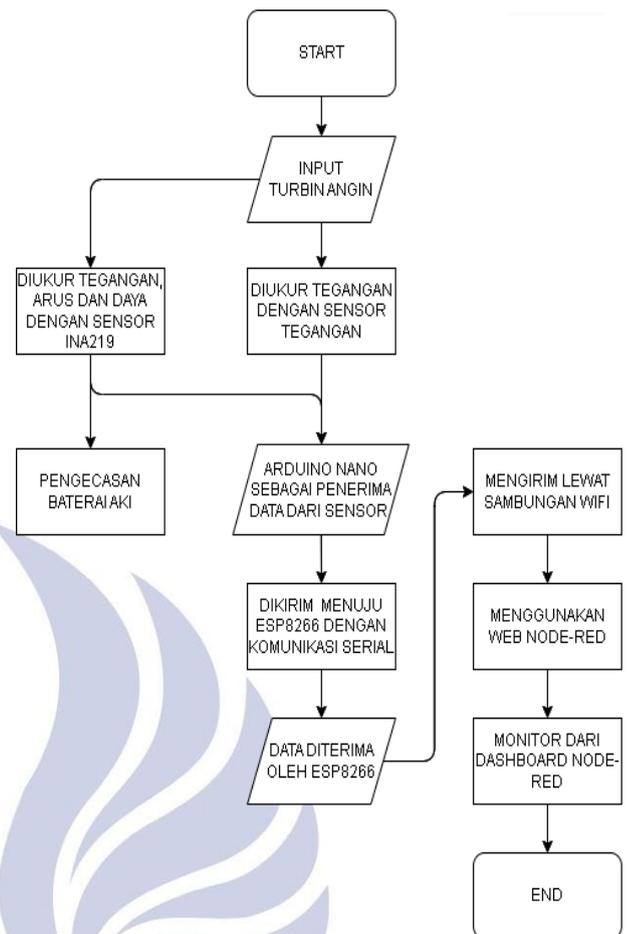
Tabel 1. Komponen Sistem Monitoring

No.	Nama	Jumlah
1.	Turbin Angin	1
2.	Sensor Tegangan	1
3.	Modul Step Up	1
4.	Modul Charger Cut Off Otomatis	1
5.	Arduino Nano	1
6.	NodeMCU ESP8266	1
7.	LCD 16x2	1
8.	Modul Step Down	1
9.	Baterai Aki	1
10.	Sensor INA219	1

Perancangan Sistem Monitoring

Monitoring ini diawali dengan menggunakan software Arduino IDE sebagai aplikasi pembuatan program untuk perintah kepada komponen-komponen hardware yang tersambung oleh Arduino Nano dan disalurkan menuju ESP8266. Kemudian dengan menggunakan jaringan *Hotspot* atau *Wifi* yang tersambung oleh ESP8266, data-data dari ESP8266 dikirim melalui protokol MQTT dan masuk kedalam aplikasi Node-Red berbasis *web* sebagai *interface* dari monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

Berdasarkan Gambar 3, flowchart tersebut dijelaskan bahwa dari input turbin angin akan diukur tegangan menggunakan sensor tegangan, dan diukur menggunakan sensor INA219 untuk mendapatkan data tegangan dan arus saat pengecasan aki. Data tegangan dan arus yang diukur tersebut dibaca oleh Arduino Nano dan dikirim langsung melalui komunikasi serial menuju ESP8266. Pada ESP8266 menyambungkan koneksi internet dari hotspot atau *wifi* dan mengirim data tersebut melalui protokol mqtt dan diterima oleh aplikasi *Node-Red* yang berfungsi untuk menampilkan hasil data tegangan dan arus pada *dashboard* yang tersedia Setelah dari *dashboard* yang ditampilkan oleh *Node-Red*, data yang ditampilkan dapat di tempatkan pada *Google Sheets*. Yaitu dimana data akan ditampilkan secara *realtime* setiap detik serta bila diperlukan untuk pemeriksaan data yang masuk, dapat di simpan dan disebarakan dengan format *.xlsx*



Gambar 3. Flowchart Perancangan Sistem Monitoring

Instrument Penelitian

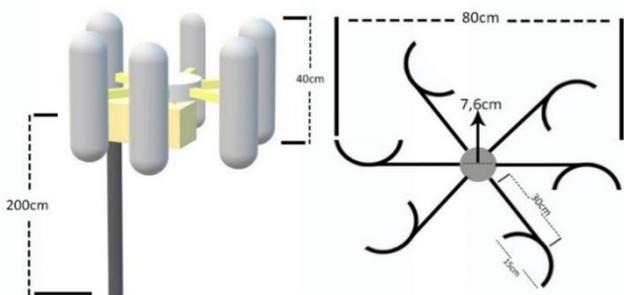
Pada tahap ini merupakan lembar penelitian yang berisi data-data yang akan diambil dan dianalisis dari hasil uji alat sistem monitoring ini adalah yang pertama, pengujian dua titik lokasi dengan ketinggian yang berbeda. Pada pengujian ini, data – data yang akan diambil adalah nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh turbin angin saat diletakkan pada dua titik lokasi yang berbeda. Yang pertama adalah pada ketinggian terendah yang akan diuji pada atap rumah atau loteng satu tingkat, kemudian pada ketinggian yang tertinggi adalah pada atap rumah atau loteng tiga tingkat. Dari dua lokasi tersebut akan diambil perbandingan dari segi waktu tertentu. Kemudian yang kedua adalah pengujian keefektifan penggunaan Node-Red yang dibandingkan dengan aplikasi Blynk. Pada pengujian ini, akan diuji keefektifan dari aplikasi Node-Red sebagai media monitoring, yang kemudian akan dibandingkan dengan aplikasi Blynk yang dimana aplikasi ini adalah sebuah platform IoT yang sudah banyak digunakan oleh banyak kalangan. Nilai keefektifan diambil dari segi multifungsi dari kedua platform dan dari segi tingkat kecepatan pengiriman data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

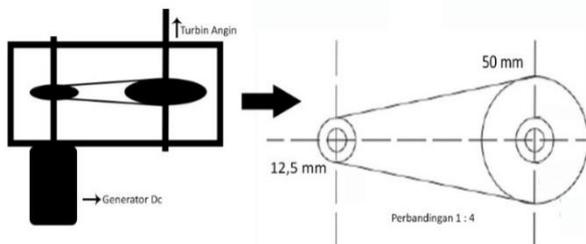
Hasil Desain Alat

Hasil dari tugas akhir ini berupa prototipe monitoring arus dan tegangan untuk pembangkit listrik tenaga angin dimana tegangan dari turbin, tegangan masuk ke aki dan arus ke aki akan dimonitoring dengan sistem *Internet of Things* menggunakan *Node-Red*. Pada pembuatan alat ini dengan judul Monitoring Arus dan Tegangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan ESP8266 berbasis Node-Red, menggunakan beberapa *software* yakni Arduino IDE dan Node-Red.

Pertama terdapat turbin angin yang membentuk vertikal dengan ketinggian 2M yang memutar sebuah generator DC *Permanent Magnet* 12V, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4. Turbin Angin Savonius



Gambar 5. Gearbox Pulley

Kemudian, terdapat modul *Step Up* digunakan untuk menaikkan tegangan dari turbin angin apabila tegangan yang dihasilkan turbin kurang dari 12V dan juga sebagai penstabil tegangan. Selanjutnya, Modul *Step Down* digunakan sebagai menurunkan tegangan dari 12V tegangan Aki menjadi 5V sebagai sumber listrik untuk mikrokontroler ESP8266 dan Arduino Nano

Alat selanjutnya adalah modul *Charger Cut Off* adalah modul yang digunakan sebagai pengendali tegangan yang masuk dari turbin angin menuju baterai aki dan terdapat sistem *cut off* apabila tegangan yang masuk ke aki sesuai dengan batas yang diinginkan berikutnya, terdapat baterai sebagai tempat penyimpanan tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin dan sebagai sumber listrik untuk mikrokontroler ESP8266 dan Arduino Nano

Terdapat komponen *wifi* yaitu ESP8266 sebagai mikrokontroler pengirim data ke platform IoT yaitu *Node-Red* melalui jaringan Internet dan menerima data yang

telah dikirim oleh Arduino Nano, yaitu sebagai mikrokontroler menangkap data yang telah diambil oleh sensor INA219 dan sensor tegangan DC Menggunakan sensor INA219 dimana sebagai pengukur tegangan dan arus yang masuk kedalam baterai aki.

Dan sensor tegangan DC pada alat ini digunakan sebagai pembaca tegangan keluaran turbin angin. Yang terakhir, LCD ini ditambahkan pada alat ini memiliki fungsi untuk menampilkan hasil data berupa tegangan masuk ke aki, arus masuk ke aki, daya, dan tegangan keluaran turbin

Hasil Program

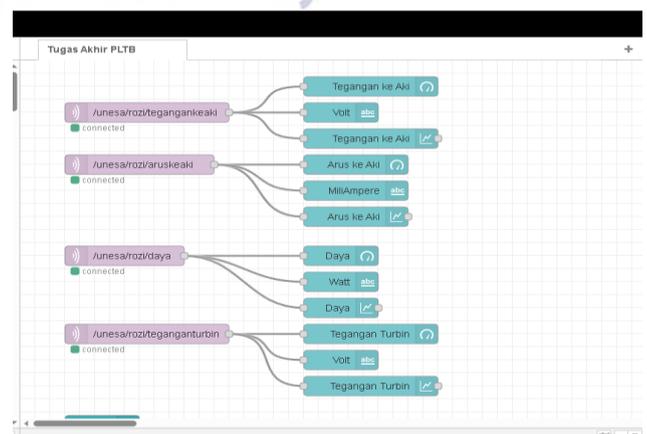
Berikut ini adalah perancangan program atau software dengan menggunakan Arduino IDE yang digunakan untuk menjakan alat monitoring ini. Program ini dibagi menjadi dua bagian karena menggunakan dua mikrokontroler, seperti yang digambarkan pada Gambar 6.

```

ForNodemcusensortegangannewino
15 // const long interval2 = 1000;
16
17 const char *ssid = "Rozihan"; //gunakan sesuai nama wifi
18 const char *pass = "123456789"; //password wifi
19 // const char *auth = "";
20
21
22 //inisialisasi broker
23 const char *mqtt_server = "broker.mqtt-dashboard.com"; //broker gratis
24 const int mqtt_port = 1883;
25 const char *mqtt_user = "";
26 const char *mqtt_pass = "";
27 const char *mqtt_client_name = "pltnodered";
28
29 String arrData[4];
30 float teganganturbin;
31 // float speedwind;
32 float tegangankeaki, aruskeaki;

```

Gambar 6. Screen Shoot Program Arduino IDE



Gambar 7. Screen Shoot Tampilan Node-Red

Pada Gambar 7, merupakan tampilan dari Node-Red, yang dimana Node-Red sendiri sebuah aplikasi IoT berbasis Web yang akan digunakan sebagai monitoring pada alat ini

Pengoperasian Alat

Berikut ini adalah cara pengoperasian alat monitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan ESP8266 berbasis Node-Red sebagai berikut ini :

1. Pastikan semua komponen terpasang dengan benar
2. Hubungkan Kabel merah dan hitam dari turbin angin menuju terminal yang terdapat pada charger controler dan monitoring turbin angin
3. Kemudian, pastikan turbin angin telah berputar dan alat charger controler dan monitoring turbin angin telah dinyalakan
4. Selanjutnya, lihat pada lcd I2C 16x2 apakah sudah tertampil teks atau belum. Jika belum, harus mengkoneksikan terlebih dahulu dengan koneksi internet yang telah di program sebelumnya
5. Yang terakhir adalah memastikan bahwa proses protokol mqtt berjalan dengan baik dan dapat terbaca pada dashbord Node-red

Pengujian alat dan Pembahasan

Tahap ini dilakukan pengujian rancang software dan hardware. Dengan tujuan untuk memastikan apakah alat ini sudah sesuai dengan program dan perancangan sebelumnya.

1. Pengujian Arus dan tegangan *charging* aki
 - a. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari pertama

Tabel 2 merupakan tabel pengujian alat pada hari pertama yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 2 Pengujian PLTB hari pertama

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
2.1 - 3.0 m/s	09.00- 10.00	Cerah	170 mAmp	2,5 Volt
2.7 - 4.0 m/s	13.00- 14.00	Cerah	178 mAmp	3,5 Volt
2.7 – 5.0 m/s	15.00- 16.00	Cerah	180 mAmp	4 Volt

- b. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari kedua

Tabel 3 merupakan tabel pengujian alat pada hari kedua yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 3 Pengujian PLTB hari kedua

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
3.0 - 3.7 m/s	09.00- 10.00	Mendung	176 mAmp	3 Volt
3.5 - 4.2 m/s	13.00- 14.00	Mendung	182 mAmp	4 Volt
3.6 – 5.6 m/s	15.00- 16.00	Mendung	182 mAmp	5 Volt

- c. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari ketiga

Tabel 4 merupakan tabel pengujian alat pada hari keempat yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 4 Pengujian PLTB hari ketiga

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
3 - 3.8 m/s	09.00- 10.00	Mendung	176 mAmp	2 Volt
3.4 - 4.4 m/s	13.00- 14.00	Mendung	182 mAmp	4 Volt
3.7 – 5.8 m/s	15.00- 16.00	Mendung	184 mAmp	4 Volt

- d. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari keempat

Tabel 5 merupakan tabel pengujian alat pada hari keempat yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 5 Pengujian PLTB hari keempat

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
2.3 - 3.2 m/s	09.00- 10.00	Cerah	172 mAmp	2,5 Volt
2.9 - 4.0 m/s	13.00- 14.00	Cerah	178 mAmp	3,5 Volt
3.0 – 5.2 m/s	15.00- 16.00	Cerah	180 mAmp	4 Volt

- e. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari kelima

Tabel 6 merupakan tabel pengujian alat pada hari kelima yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 6 Pengujian PLTB hari kelima

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
2.1 - 3.0 m/s	09.00- 10.00	Cerah	170 mAmp	2 Volt
2.5 - 3.5 m/s	13.00- 14.00	Cerah	174 mAmp	2 Volt
2.7 – 4.2 m/s	15.00- 16.00	Cerah	180 mAmp	3 Volt

f. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari keenam

Tabel 7 merupakan tabel pengujian alat pada hari keenam yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

Tabel 7 Pengujian PLTB hari keenam

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
1.5 - 1.8 m/s	09.00- 10.00	Cerah	160 mAmp	1,5 Volt
1.7 - 2.5 m/s	13.00- 14.00	Cerah	167 mAmp	2 Volt
2.4 - 3.2 m/s	15.00- 16.00	Cerah	171 mAmp	2,5 Volt

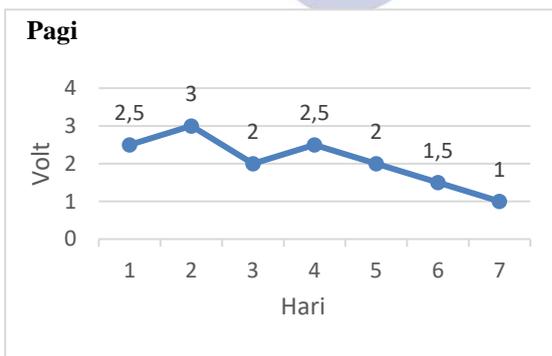
g. Pengujian arus dan tegangan turbin angin hari ketujuh

Tabel 8 merupakan tabel pengujian alat pada hari ketujuh yang diuji pada pagi, siang dan sore hari dan pendataan ini merupakan rata pengambilan dari setiap waktu yang ditentukan

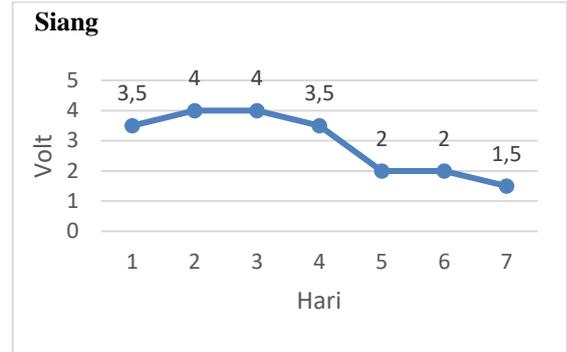
Tabel 8 Pengujian PLTB hari ketujuh

Kec. angin	Waktu	Cuaca	Arus	Tegangan
1.3 - 2.0 m/s	09.00- 10.00	Cerah	158 mAmp	1 Volt
1.5 - 2.4 m/s	13.00- 14.00	Cerah	164 mAmp	1,5 Volt
1.5 - 3.0 m/s	15.00- 16.00	Cerah	168 mAmp	2 Volt

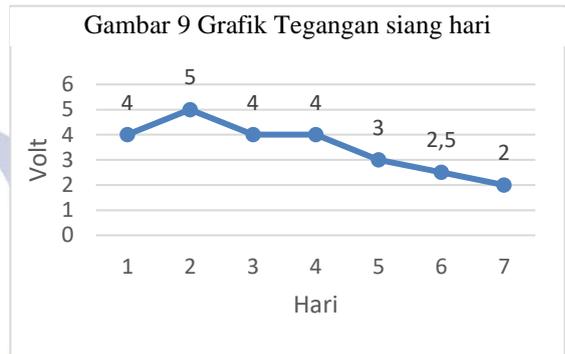
h. Grafik hasil pengujian



Gambar 8. Grafik Tegangan pagi hari



Gambar 9 Grafik Tegangan siang hari



Gambar 10 Grafik Tegangan sore hari

Berdasarkan grafik tegangan pada Gambar 8, 9, dan 10, tegangan pada setiap hari memiliki hasil tegangan yang berbeda beda dan tidak stabil tiap waktunya, yang membedakan tergantung dari waktu yaitu pagi siang dan sore serta kecepatan angin yang berhembus di tempat tersebut



Gambar 11 Grafik Arus pagi hari



Gambar 12 Grafik Arus siang hari

	A	B	C	D	E
1	Tegangan Ke aki (Volt)	Arus Ke Aki (M.Amp)	Daya	Tegangan Turbin(Volt)	Waktu
2					7/11/2023 23:07:19
3				0	
4					7/11/2023 23:07:18
5			2		
6		185			
7	12				
8					7/11/2023 23:07:16
9				0.02	
10		180			
11			2		
12					7/11/2023 23:07:15
13	12				
14					7/11/2023 23:07:12
15				0	
16					7/11/2023 23:07:11
17			0		
18					7/11/2023 23:07:10
19		50			
20	12				
21					7/11/2023 23:07:08
22					7/11/2023 23:07:05

Gambar 16 Data Realtime melalui Google Sheets

Deploy atau start pada *Node-Red* yang akan membuat *node-red* berjalan dan hasil yang berasal dari *Node-Red* dapat dipantau juga melalui *Google Sheets* .

Dari hasil *Google Sheet* diatas memang tempat nilai yang dihasilkan tidak beraturan atau tidak tertata rapi dikarenakan dari alat monitoring yang memakai program yang dapat mengirim data dari setiap sensor dan bergantian selama 1 detik. Monitoring dari *Node-Red* ini juga dapat dilakukan dari tempat manapun, namun dibatasi dengan perangkat yang dipakai untuk monitoring dan alat monitoring PLTB harus terkoneksi internet

KESIMPULAN:

Sistem IoT berbasis *Node-Red* yang dipasang pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dapat memantau arus dan tegangan didalam *Dashboard Node-Red* dan membaca dengan rentan error rata-rata 0.06%. Kemudian kinerja yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin ini berpengaruh terhadap kecepatan angin yang didapat, semakin besar angin yang didapat maka tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin juga menghasilkan tegangan yang besar juga yaitu seperti pada hari pertama, kecepatan angin pada pagi hari sekitar 2,1 – 3.0 m/s menghasilkan tegangan 2 – 3 volt serta ampere untuk charging aki yaitu 170mApm.

Serta penggunaan *Google Sheets* dalam menerima data secara *realtime* melalui *Node-Red* dapat berfungsi dengan baik yaitu dengan keluarnya data tegangan, arus, dan daya setiap waktu, namun untuk pengeluaran data tersebut keluar satu per satu seperti data tegangan keluar terlebih dahulu, kemudian disusul dengan arus, daya dan seterusnya

SARAN

Pertama yaitu pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan generator atau alternator dengan spesifikasi yang lebih besar dan membuat dari bahan yang lebih kokoh pada turbin angin savonius agar mendapatkan hasil yang maksimal. Kedua, diharapkan untuk sistem monitoring dapat dikembangkan seperti sistem kontrol

atau platform IoT yang mudah untuk dipahami. Ketiga, Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk pembacaan data secara *realtime* memakai *Google Sheet* dapat di *parse* agar data tidak berantakan dan mudah dibaca

DAFTAR PUSTAKA

- Awi. Fransiskus Belioy, Rabi. Abdu, Dirgantara. Wahyu, 2022, *Pengimplementasian Metode Fuzzy Logic pada Kontrol Rumah Jamur Otomatis Berbasis Node- RED*, Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac. Vol. 9 No. 3 2022
- Bagus. Ardianto, 2020, *Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar*, Jurnal Universitas Negeri Surakarta Vol. 20 No. 4 - 7
- Haryudo. Subur Isnur, 2020, *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius*, Jurnal Teknik Elektro Vol. 01 No. 01 2020
- Fitriandi. Afrizal, Komalasari. Endah, dan Gusmedi. Herri, 2020, *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway*, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Vol. 10 No. 2 Mei 2020
- Gusriani. Nila dan Yuhendri. Muldi, 2020, *Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Arduino Berbasis GUI Matlab*, JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol. 1No. 2 2020
- Muttaqin. Idzani dan Suprpto. Muhammad, 2021, *Pembuatan Turbin Angin Savonius Bertingkat Berbahan Aluminium*, Jurnal JIEOM Vol. 4 No. 1 Juni 2021
- Nakhoda. Yusuf Ismail dan Saleh. Choirul, 2020, *Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III, No. 59–68.
- Ngurah. Gusti, Wijaya. Wirahadi, Parti. Ketut, Lalu. Dan, dan Wiranata. Febrian, 2021, *Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT)*, Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology 2. 2021 140-145
- Pratama. Dicky Bayu, Santoso. Dian Budhi, dan Rahmadewi. Reni, 2023, *Analisis Quality Of Service Dan Implementasi Sistem Monitoring Menggunakan Internet Of Things (Iot) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin*, Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro, Vol. 12 No. 1 2023
- Pratama. Randi Yonanda dan Yuhendri. Muldi, 2020, *Monitoring Turbin Angin Menggunakan Smartphone Android*, JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional), Vol. 06 No. 02 2020
- Pratama. Rizki Priya, 2020, *Pengendali Lampu Rumah Berbasis Esp8266 Dengan Protokol Mqtt*, Jurnal Teknik Elektro, Vol. 22 No. 1 Maret 2020
- Qintara. Muhammad Sulthan, Sumaryo. Sony, Budiman.

Faisal, 2020, *Sistem Pemantauan Dan Kontrol Parameter Baterai Aki Pada Robot Edutainment Berbasis Arduino & Android*, EProceedings of Engineering, Vol. 7 No. 1 April 2020 Page 258

Ramadhan. Ilham dan Santoso. Dian Budhi, 2022, *Penerapan Internet Of Things Pada Sistem Monitoring Pembangkit Hibrida*, Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Agustus 2022, 8(13), 168–176.

Simanjuntak. Daniel Bawer, Widodo. Bambang, Susilo. Susilo, Stepanus. Stepanus, dan Nempung. Judo Ignatius, 2021, *Sistem Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Pada Bilik Disinfektan Berbasis Blynk Dengan Menggunakan Nodemcu Esp8266*, Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 4 Oktober 2021.

Simanjuntak. Ir Jamsir dan Pangaribuan. Herman Saputra, 2020, *Sistem Monitoring Data Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega32*, ELPOTECS Jurnal, Vol. 3 No. 2 2020