



Monitoring Dan Datalogger Untuk Daya Keluaran Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Gery Prasetya¹, Fitri², Septyana Riskitasari³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

geryprasetya964@gmail.com, fitri@polinema.ac.id, septyana_riskitasari@polinema.ac.id

Abstract

Electrical energy can be generated from various primary energy sources by utilizing renewable energy, one of which is wind energy. Utilizing wind energy requires key equipment such as wind turbines, which need regular monitoring and maintenance to ensure optimal performance. Traditional monitoring with a multimeter is inefficient, thus the Internet of Things (IoT) technology is employed for automated data logging and monitoring. The designed datalogger system records wind speed, voltage, and current in real-time using a microcontroller. The measurement results show that the sensors used have an average error tolerance below 5%. The wind speed sensor RS-FSJT-N01 has an error of 0.089%, the wind turbine voltage sensor has an error of 0.08%, and the ACS712 5 ampere current sensor has an error of 0.051%. The data transmission speed is 2154 milliseconds per data record, with data stored online on a web server and offline on an SD memory card, ensuring reliable access and backup. A limitation of this research is the 2-second delay in real-time data display, necessitating improvements in data transmission and reading speeds in the future.

Keywords: *Internet of Things, Monitoring, Data Logger, Sensor, Microcontroller*

Abstrak

Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai jenis energi primer dengan memanfaatkan energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga angin. Pemanfaatan energi angin membutuhkan peralatan utama berupa turbin angin, yang memerlukan pemantauan dan perawatan untuk memastikan kinerjanya. Pemantauan konvensional menggunakan multimeter tidak efisien, sehingga teknologi Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk pemantauan dan pencatatan data secara otomatis. Sistem datalogger yang dirancang akan merekam kecepatan angin, tegangan, dan arus secara real-time menggunakan mikrokontroler. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor yang digunakan memiliki toleransi kesalahan rata-rata di bawah 5%. Sensor kecepatan angin RS-FSJT-N01 memiliki error sebesar 0,089%, sensor tegangan turbin angin memiliki error sebesar 0,08%, dan sensor arus ACS712 5 ampere memiliki error sebesar 0,051%. Kecepatan pengiriman data adalah 2154 milidetik per rekaman data, dengan penyimpanan online di web server dan offline di kartu memori SD, memungkinkan akses dan cadangan data yang andal. Keterbatasan penelitian ini adalah adanya keterlambatan 2 detik dalam tampilan data real-time, sehingga diperlukan peningkatan kecepatan pengiriman dan pembacaan data di masa depan.

Kata kunci: *Internet of Thing, Monitoring, Data Loger, Sensor, Mikrokontroler*

Diterima Redaksi : 26-03-2024 | Selesai Revisi : 20-06-2024 | Diterbitkan Online : 30-06-2024

1. Pendahuluan

Selama ini, manusia masih bergantung pada sumber energi fosil seperti minyak, batu bara, dan gas. Energi ini, yang merupakan peninggalan zaman purba, akan semakin habis seiring berjalannya waktu [1]. Tanpa penemuan cadangan baru, minyak bumi di Indonesia

akan habis dalam sembilan tahun, gas bumi dalam 22 tahun, dan batubara dalam 65 tahun. Oleh karena itu, manusia memerlukan energi listrik terbarukan, yang perkembangannya akan meningkat seiring waktu karena memiliki keunggulan dibandingkan energi fosil. [2-3]. Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai jenis energi primer dengan memanfaatkan energi terbarukan, seperti

tenaga angin. Untuk memanfaatkan energi terbarukan ini, diperlukan peralatan khusus. Misalnya, untuk tenaga angin dibutuhkan peralatan utama berupa turbin angin [4-7]. Sistem ini juga dapat digabungkan dengan penggunaan internet, mengingat manusia saat ini sangat bergantung pada internet. Dengan demikian, teknologi IoT (Internet of Things) dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan.

IoT (Internet of Things) adalah konsep yang bertujuan memperluas manfaat konektivitas internet dengan menghubungkan perangkat secara terus-menerus. Pemanfaatannya meliputi pengiriman data, datalogger, smart home, dan lain-lain. Karena kemudahan penerapannya, IoT juga dapat diterapkan dalam pembangkit listrik energi angin [8-11]. Pemantauan pembangkit listrik tenaga angin tidak bisa dilakukan terus-menerus dengan multimeter dan memerlukan perekaman data. Oleh karena itu, sistem datalogger diperlukan untuk monitoring dan pengolahan data pembangkit listrik tenaga angin [12-13].

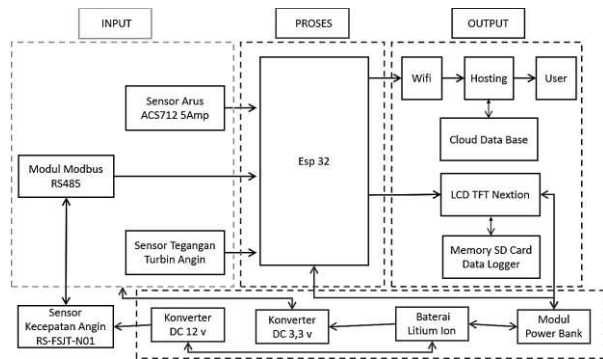
Sistem monitoring digunakan untuk mengukur dan memantau tegangan dan arus dari generator turbin angin. Monitoring mengumpulkan data parameter yang mempengaruhi kinerja turbin angin, seperti tegangan, arus, dan kecepatan angin. Sistem ini menghitung daya (watt) dari listrik DC yang dihasilkan oleh generator turbin angin. Datalogger akan merekam nilai tegangan (volt), arus (ampere), dan kecepatan angin (m/s) pada interval waktu tertentu yang dapat di akses pada memory sd card dan dapat di download pada website monitoring <https://energihibridiot.mdthosting.com/> untuk menganalisis kondisi serta korelasi antara lingkungan dan daya yang dihasilkan, dengan memanfaatkan IoT dan mikrokontroler.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan perancangan dan percobaan pada sistem alat yang akan dibuat secara keseluruhan mulai dari pembacaan sensor – sensor, memproses data menggunakan mikrokontroler, mengirim data pada database online maupun memori offline hingga bisa ditampilkan dan diamati oleh manusia dari manapun.

2.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok menunjuka representasi grafis dari proses atau sistem yang digunakan untuk menunjukkan langkah-langkah dalam sistem, serta hubungan antara sensor – sensor dan mikrokontroler kemudian menunjukan juga hubungan system dengan perangkat – perangkat external yang masih saling terkait

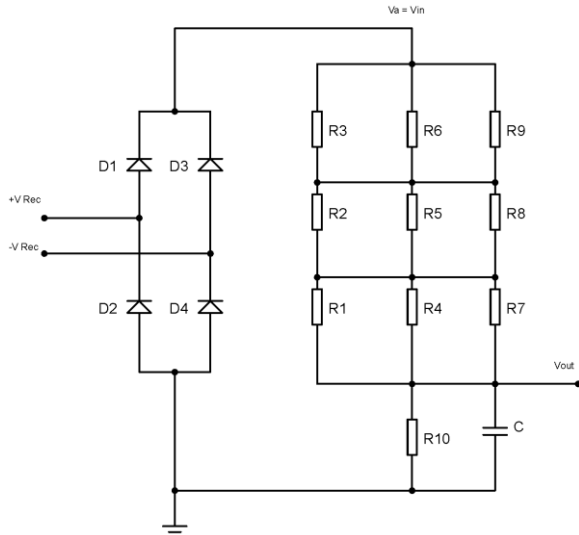


Gambar 1 Merupakan diagram blok pada sistem penelitian yang meliputi input, proses dan output

Dalam kontroler ESP32 akan membaca keadaan kecepatan Angin menggunakan sensor anemo cup RS-FSJT-N01 sebagai pengindra kecepatan angin kemudian dari sensor yang mendeteksi lingkungan tersebut dirubah sinyalnya menjadi sinyal listrik dan di inputkan kedalam mikrokontroler ESP32. Begitupun dari sensor arus dan tegangan pada Turbin Angin membaca perubahan arus dan tegangan kemudian nilai nya disesuaikan dengan yang dapat di terima oleh mikrokontroler ESP32. Setelah semua masukan dari sensor di terima oleh mikrokontroler ESP32 kemudian data akan di rubah dari nilai ADC menjadi data integer yang dapat di mengerti oleh mikrokontroler, setelah data integer didapat akan dilakukan perhitungan yang di inginkan sesuai dengan rumus yang di masukan pada program, data yang sudah jadi akan di kirimkan ke database website iot menggunakan get string sedangkan data yang akan di tambahkan pada monitor LCD TFT akan dikirimkan dengan komunikasi serial. Kemudian dari masing masing perangkat iot dan lcd data akan dirubah menjadi tampilan yang bisa di baca oleh manusia.

2.2. Rangkaian Sensor Tegangan Keluaran Rectifier Generator Turbin Angin

Rangkaian tersebut berfungsi untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh generator turbin angin yang maksimal bisa mencapai 0 – 100 Volt berdasarkan spesifikasi generator, menurunkan nya menjadi tegangan yang dapat di baca oleh mikrokontroler yang maksimal adalah 0 – 3,3 Volt namun tetap dapat mewakili nilai tegangan asli. Rangkaian ini bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor, dimana tegangan input memiliki range 0-120V dan tegangan output memiliki range 0-3,3V dan jika menggunakan R1 sampai R9 yang di gunakan adalah 220k ohm.



Gambar 2 Merupakan Gambar Rangkaian Sensor Tegangan Turbin angin Generator

Perhitungan dari nilai resistor yang digunakan pada rangkaian modul sensor tegangan ditunjukkan pada persamaan 1 berikut

$$\left[Volt = \frac{R1 \sim R9}{R1 \sim R9 + R10} \times Vin \right] \quad (1)$$

$$\left[3,3 \text{ volt} = \frac{220k \text{ ohm}}{220k \text{ ohm} + R10} \times 120 \text{ volt} \right]$$

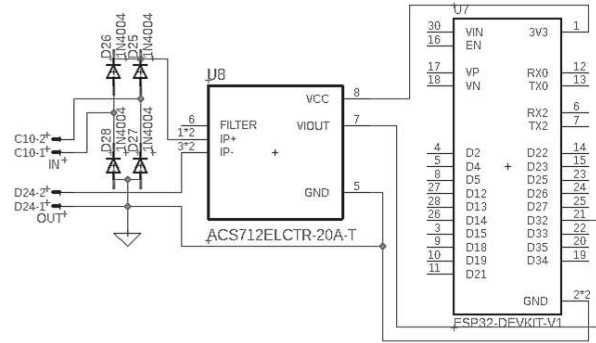
$$R10 = 220k \text{ ohm} \times \frac{3,3 \text{ volt}}{120 \text{ volt} - 3,3 \text{ volt}}$$

$$R10 = 220k \text{ ohm} \times 0,02823$$

$$R10 = 6,2106k \text{ ohm}$$

2.3. Rangkaian Sensor Arus ACS712

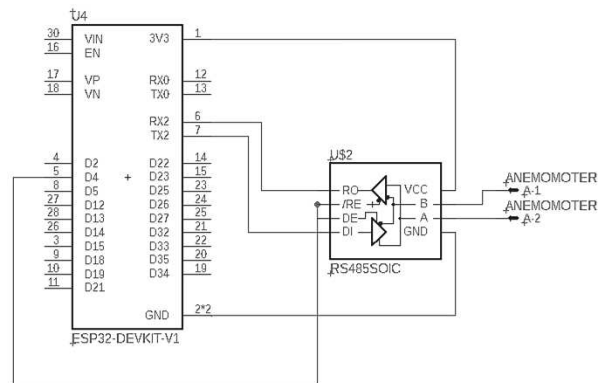
Sensor arus ACS712 adalah merupakan sensor untuk mendeteksi arus, ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A. ACS712 ini menggunakan VCC 5V. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Rangkaian sensor Arus ACS712, sensor tersebut di fungsikan untuk mengukur arus yang dihasilkan dari photovoltaic, generator turbin angin dan converter yang mengalir menuju port output. Pada rancangan ini menggunakan sensor arus ACS712 dengan maksimal ampere 5 ampere dengan asumsi arus yang di hasilkan oleh tiap tiap sumber tidak lebih dari 5 ampere



Gambar 3 Merupakan Rangkaian Sensor Arus ACS712 5amp

2.4. Rangkaian Sensor Anemometer RS-FSJT-N01

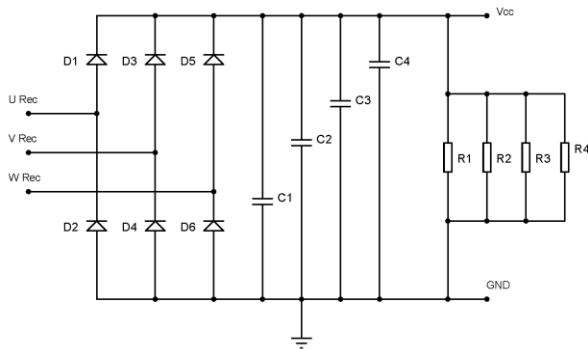
Sensor Anemometer dapat dibagi menjadi dua kelas: yang mengukur angin dari kecepatan, dan yang mengukur dari tekanan angin, tetapi karena ada hubungan erat antara tekanan dan kecepatan, yang dirancang untuk satu alat yang akan memberikan informasi tentang kecepatan angin. Menggunakan protokol komunikasi Modbus-RTU. Rangkaian sensor Anemometer RS-FSJT-N01 berfungsi untuk membaca input kecepatan angin yang memutar anemo cup dan mengubahnya menjadi sinyal digital yang dapat di baca oleh mikrokontroler dimana sensor tersebut menggunakan komunikasi modbus dan memerlukan modul serial RS485 untuk bisa tersambung dengan mikrokontroler Esp32. Pin yang terhubung dengan Esp32 adalah pin RO terhubung dengan pin RX esp32, pin DI terhubung dengan TX, pin RE, DE dihubungkan dengan pin d4/gpio4



Gambar 4 Merupakan Rangkaian Sensor Anemometer RS-FSJT-N01

2.5. Rangkaian Rectifier Turbin Angin

Rangkaian rectifier dirancang sebagai penyearah tegangan keluaran AC 3 fasa menjadi tegangan DC dengan range input 0 Volt AC – 100 Volt AC menjadi output 0 Volt DC – 100 Volt DC dengan menggunakan prinsip dioda bridge yang mengubah arus input AC, yaitu *Alternating Current* (arus bolak balik) agar menjadi output DC, yaitu *Direct Current* (arus searah).



Gambar 5 Merupakan Rangkain Rectivier 3 Phasa

3. Hasil dan Pembahasan

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan perancangan dan percobaan pada sistem alat yang akan dibuat secara keseluruhan mulai dari pembacaan sensor – sensor, memproses data menggunakan mikrokontroler, mengirim data pada database online maupun memori offline hingga bisa ditampilkan dan diamati oleh manusia.

3.1. Pengujian Anemometer RS-FSJT-N01

Pengujian anemometer yang berfungsi untuk membandingkan sensor anemometer yang digunakan telah sesuai dengan alat ukur *real* untuk mengetahui sensor tersebut dapat mendeteksi perubahan pada kecepatan angin yang di bacanya. Sensor ini menggunakan komunikasi Modbus, untuk itu di perukan modul RS458. Modul tersebut di pasang pada pin RX2, TX2 dan D4 untuk penghubung komunikasi modbus ke serial. Pada saat pengujian sensor kecepatan angin di catat hasil pengukuran sejumlah 20 data yang didapat dengan membandingkan nilai pengukuran dari sensor anemometer RS-FSJT-N01 data dibandingkan dengan Anemometer Unit-T UT363 yang jaraknya di atur untuk menyesuaikan kecepatan angin yang dihasilkan, Tabel hasil pengukuran anemometer dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian Sensor Anemometer Rs-Fsجت-N01

| No. | Anemometer Real (m/s) | Anemometer Three Cups (m/s) | Error (%) |
|-----|-----------------------|-----------------------------|-----------|
| 1. | 0,4 | 0,32 | 0,2 |
| 2. | 0,5 | 0,45 | 0,1 |
| 3. | 0,7 | 0,59 | 0,16 |
| 4. | 0,8 | 0,69 | 0,14 |
| 5. | 0,8 | 0,71 | 0,11 |
| 6. | 0,9 | 0,84 | 0,07 |
| 7. | 1 | 1,07 | 0,07 |
| 8. | 1,7 | 1,69 | 0,01 |
| 9. | 2,1 | 2,05 | 0,02 |
| 10. | 2,3 | 2,32 | 0,01 |

Dari tabel pengujian tersebut untuk mengetahui *error* rata – rata dari keseluruhan data pengujian, dapat dihitung menggunakan persamaan 2

$$error\ rata - rata = \left\| \frac{\sum error}{\sum sampling} \right\| \quad (2)$$

$$error\ rata - rata = \left\| \frac{0,89}{10} \right\|$$

$$error\ rata - rata = 0,089\%$$

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai *error* maksimal untuk pembacaan sensor kecepatan angin sebesar 0,2%, *error* minimal sebesar 0,01% dan *error* rata – rata adalah 0,089%.

3.2. Pengujian Sensor Tegangan Generator Turbin Angin

Pada pengujian sensor tegangan digunakan rangkaian pembagi tegangan yang terdiri dari R1 dan R2 yang di pasang secara seri berdasarkan Hukum tegangan Kirchhoff. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pembacaan rangkaian pembagi tegangan pada Esp 32 yang terpasang pada pin analog serta mengetahui selisih persentase error nya dengan multimeter tegangan.

Pada pengujian, data yang di ambil adalah dari sensor tegangan pada generator turbin angin yang inputnya diambil dari kenaikan tagangan yang di berikan dari powersupply yang di naikan tiap 2 volt yang di mulai dari 6 volt dan maksimal pada 35 volt, pada pengambilan data ini dapat di lihat pada Tabel 2

Tabel 2: Tabel Hasil Pengujian Sensor Tegangan Turbin angin Gegerator

| NO | Sumber Tegangan (V) | Multimeter (V) | Sensor Generator Turbin angin (V) | Error (%) |
|----|---------------------|----------------|-----------------------------------|-----------|
| 1 | 6 | 6 | 6,26 | 0,04333 |
| 2 | 8 | 8 | 8,965 | 0,12063 |
| 3 | 10 | 10 | 11,4 | 0,14 |
| 4 | 12 | 12 | 12,295 | 0,02458 |
| 5 | 14 | 14 | 14,22 | 0,01571 |
| 6 | 16 | 16 | 16,19 | 0,01187 |
| 7 | 18 | 18 | 18,175 | 0,00972 |
| 8 | 20 | 20 | 18,99 | 0,0505 |
| 9 | 22 | 22 | 21,9 | 0,004545 |
| 10 | 24 | 24 | 24,01 | 0,00042 |
| 11 | 26 | 26 | 25,87 | 0,005 |
| 12 | 28 | 28 | 27,575 | 0,015179 |
| 13 | 30 | 30 | 29,81 | 0,006333 |
| 14 | 33 | 33 | 32,33 | 0,020303 |
| 15 | 35 | 35 | 34,01 | 0,028286 |

Setelah dilakukan kalibrasi pada pengujian kedua maka dapat di lihat untuk *error* yang di hasilkan menjadi lebih sedikit, untuk mengetahui rata – rata *error* yang di hasilkan maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$error\ rata - rata = \left\| \frac{0,4964}{15} \right\|$$

$$error\ rata - rata = 0,033\%$$

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai *error* maksimal untuk pembacaan sensor tegangan pada generator turbin angin sebesar 0,08%, *error* minimal sebesar 0,0018% dan *error* rata – rata adalah 0,033%.

3.3. Pengujian Sensor Arus ACS712 5 Ampere

Pada pengujian sensor arus ACS712 5 ampere bertujuan untuk memastikan sensor arus dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, Dimana dapat membaca besaran arus yang mengalir dari sumber menuju beban. Pada pengujian sensor arus ACS712 data yang di ambil adalah dari arus tegangan yang mengalir dari power supply kemudian melewati sensor arus ACS712 kemudian ke multimeter dan menuju beban Rheostat, tegangan pada power supply diatur sehingga dapat menaikkan arus yang mengalir, pengambilan data dari sensor arus ACS712 dapat di lihat pada Tabel 3

Tabel 3 : Tabel Hasil Pengujian Sensor Arus Acs712

| NO | Sumber Tegangan (V) | Beban (Rheostat) | Arus Multimeter (A) | Arus Sensor (A) | Error (%) |
|----|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------|
| 1 | 4 | 14Ω | 0.23 | 0.20 | 0,13 |
| 2 | 6 | 14Ω | 0.38 | 0.36 | 0,05 |
| 3 | 7 | 14Ω | 0.43 | 0.41 | 0,046 |
| 4 | 8 | 14Ω | 0.47 | 0.49 | 0,042 |
| 5 | 10 | 14Ω | 0.59 | 0.64 | 0,084 |
| 6 | 11 | 14Ω | 0.67 | 0.62 | 0,074 |
| 7 | 13 | 14Ω | 0.83 | 0.81 | 0,03 |
| 8 | 15 | 14Ω | 0.98 | 0.96 | 0,02 |
| 9 | 18 | 14Ω | 1.22 | 1.20 | 0,02 |
| 10 | 20 | 14Ω | 1.38 | 1.36 | 0,015 |

Dari tabel pengujian tersebut untuk mengetahui error rata – rata dari keseluruhan data pengujian, dapat dihitung menggunakan persamaan 3

$$error\ rata - rata = \left\| \frac{0,511}{10} \right\|$$

$$error\ rata - rata = 0,0511\%$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan nilai error maksimal untuk pembacaan sensor cahaya sebesar 0,2%, error minimal sebesar 0,01% dan error rata – rata adalah 0,051%.

3.4. Pengujian Koneksi Ke Database

Pada pengujian koneksi ke database bertujuan untuk menguji komunikasi antara mikrokontroler Esp32 dengan penyimpanan cloud database, pada pengjian ini menggunakan webserver pada software laragon dan menjadikan laptop atau Pc menjadi penyimpanan database. Berikut merupakan proses pembuatan dan pengujian database yang akan digunakan



Gambar 6: Merupakan Tampilan Login Database Yang di Gunakan
 Gambar 6 merupakan menu login untuk database baik online maupun offline dan rata – rata memiliki

penampilan yang seperti Gambar tersebut, untuk username dan password memiliki konfigurasi standart username root dan password dikosongkan sedangkan untuk online diberikan dari penyedia layanan server yang di beli. Pengujian ini menentukan kecepatan pengiriman dan kecepatan respond dari pengiriman data yang dimasukan dalam database, untuk itu hasil pengujian dapat di tampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 7 berikut

Tabel 4 : Tabel Hasil Pengujian Sensor Arus Acs712

| Time (ms) | Serial Monitoring Arduino IDE |
|--------------|--|
| 09:38:40.069 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi-1234&lux-1234&windSpeed-1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:42.157 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi=1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:44.217 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi=1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:46.291 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi=1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:48.353 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi-1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:50.478 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi-1234&lux-1234&windSpeed-1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:52.730 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi=1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |
| 09:38:54.798 | http://192.168.100.62/gery/upload.php?suhu=1314&humi=1234&lux-1234&windSpeed=1234&solarVolt-1234 |

| date | temp | humi | lux | windSpeed | solarVolt |
|---------------------|------|------|------|-----------|-----------|
| 2023-12-06 09:38:37 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:40 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:42 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:44 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:46 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:48 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:50 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:52 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:54 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |
| 2023-12-06 09:38:56 | 1314 | 1234 | 1234 | 1234 | 1234 |

Gambar 8 Waktu Data Diterima Oleh Database

Setelah dilakukan pengujian pada koneksi Esp32 ke database yang menggunakan laragon dan laptop sebagai hosting webserver di dapat hasil pengiriman yang sesuai dengan data yang di kirimkan pada Esp32 ke database dengan selisih kecepatan pengiriman yang dapat di amati pada Tabel 4 berikut

Tabel 4: Tabel Kecepatan Pengiriman Data Ke Database

| NO | Database J : M : D | Esp32 Terkirim J : M : D : mD | Web Respon J : M : D : mD | Status |
|----|--------------------|-------------------------------|---------------------------|----------|
| 1 | 09:38:37 | 09:38:37.968 | 09:38:38.001 | Terkirim |
| 2 | 09:38:40 | 09:38:40.069 | 09:38:40.109 | Terkirim |
| 3 | 09:38:42 | 09:38:42.157 | 09:38:42.238 | Terkirim |
| 4 | 09:38:44 | 09:38:44.217 | 09:38:44.291 | Terkirim |
| 5 | 09:38:46 | 09:38:46.296 | 09:38:46.334 | Terkirim |
| 6 | 09:38:48 | 09:38:48.353 | 09:38:48.385 | Terkirim |
| 7 | 09:38:50 | 09:38:50.478 | 09:38:50.560 | Terkirim |
| 8 | 09:38:52 | 09:38:52.567 | 09:38:52.601 | Terkirim |
| 9 | 09:38:54 | 09:38:54.730 | 09:38:54.762 | Terkirim |
| 10 | 09:38:56 | 09:38:56.798 | 09:38:56.872 | Terkirim |

Dari hasil kecepatan pengiriman ke database pada Tabel 4 didapatkan bahwa kecepatan pengiriman tidak sampai 1 detik data sudah tersimpan pada database tergantung dengan delay pengiriman pada program Esp32 dan kecepatan Esp32 dalam mengeksekusi program.

3.5. Pengujian Penyimpanan Memory

Pada pengujian penyimpanan memori bertujuan untuk mengetahui koneksi pengiriman data menuju memori external dan mengetahui kapasitas penyimpanan data pada memori eksternal muat sampai berapa kapasitas penyimpanannya pada *software* nextion editor menggunakan atribut datalogger dengan pengaturan ke Tollbox kemudian pilih DataRecord kemudian seting sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan, beberapa fungsi attribute DataRecord pada nextion editor sebagai berikut:

Tabel 5: Tabel Atribut Nextion Editor yang Digunakan

| | |
|----------------------------|--|
| path sd0/default1.data | Berfungsi untuk memilih memori yang di gunakan |
| lenth 64 | Berfungsi untuk mengatur panjangkalimat |
| maxval 1600000 | Berfungsi untuk mengatur ukuran kapasitas memori |
| dez 9 | Berfungsi untuk mengatur jumlah kolom |
| dirN1^N2^N3^N4^N5^N6^N7^N8 | Berfungsi untuk mengatur nama kolom |

Setelah dilakukan pengujian fungsi DataRecord pada Lcd TFT nextion menggunakan memory external SD card didapatkan hasil fungsi DataRecord dapat menyimpan log data pada kartu memori Sd Card dengan nama file sesuai dengan nama pada penulisan program pada page1 berdasarkan input tanggal pada perangkat laptop untuk hasil penyimpanan file tersebut dapat dilihat pada Gambar 9

| Name | Date modified | Type | Size |
|---------------|------------------|-----------|------------|
| 3.data | 03/09/2023 19:08 | DATA File | 100.002 KB |
| 11.data | 11/09/2023 17:32 | DATA File | 100.002 KB |
| 15.data | 15/11/2023 06:18 | DATA File | 100.002 KB |
| 18.data | 18/09/2023 13:42 | DATA File | 100.002 KB |
| 24.data | 25/09/2023 04:27 | DATA File | 100.002 KB |
| 30.data | 30/08/2023 12:06 | DATA File | 100.002 KB |
| default1.data | 18/11/2023 12:08 | DATA File | 100.002 KB |

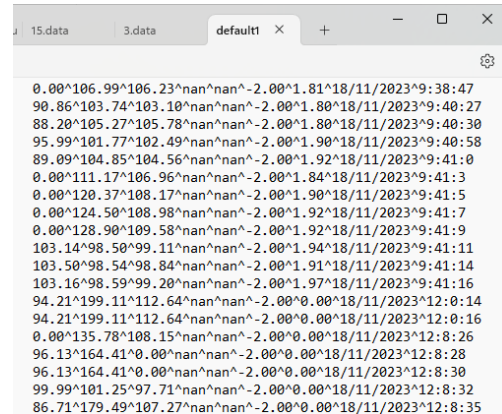
Gambar 9: Hasil File Penyimpanan DataRecord

Dari hasil file penyimpanan log data pada kartu memori Sd Card didapatkan bahwa file tiap penyimpanan data perhari berkapasitas 100.002 KB atau 0,1 Gb dengan asumsi menggunakan memori Sd Card berkapasitas 8 Gb dapat menggunakan persamaan dibawah ini untuk menghitung berapa lama data yang dapat di tampung [14].

$$JumlahData(Hari) = \frac{Kapasitas\ SD\ Card}{Ukuran\ File\ Perhari} \quad (3)$$

$$JumlahData(Hari) = \frac{8.000.000\ KB}{100.002\ KB} = 79,9984\ Hari$$

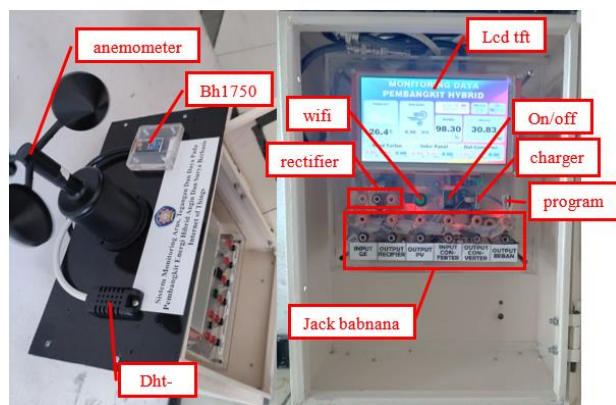
Dari persamaan 3 dapat di lihat bahwa kartu memor Sd card dapat menampung data selama 79 hari dimana hal ini sudah lebih dari cukup dari kebutuhan penyimpanan data selama satu bulan yang mana Cuma membutuhkan 3.100.062 KB dimana isi file data tersebut seperti pada Gambar 10



Gambar 10: Hasil Penulisan DataRecord

3.6. Pengujian Keseluruhan Sistem Monitoring

Pengujian keseluruhan Sistem Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Pembangkit Energi Angin Berbasis Internet of Things bertujuan untuk mengetahui apakah alat telah bekerja secara sempurna sesuai dengan spesifikasi target yang di tentukan mulai dari pembacaan setiap sensor yang terpasang hingga pengiriman data ke database website dan kartu memory offline. Untuk mengetahui bentuk akhir alat secara keseluruhan dapat di lihat pada Gambar 11



Gambar 11: Tampilan Alat Dari Atas dan Dalam Box

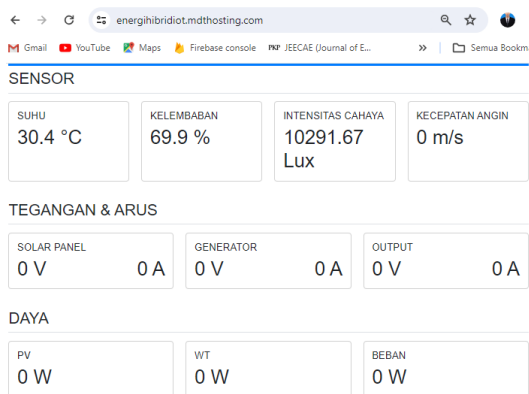
Dari Gambar 11 menunjukkan tampilan alat Monitoring Dan Datalogger Untuk Daya Keluaran Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin secara keseluruhan menunjukkan komponen atau sensor – sensor yang terpasang pada alat yang dapat di akses tanpa membongkar lebih lanjut. Pada menu monitoring dapat memantau semua nilai dari variabel yang di monitoring,

Tabel view untuk melihat riwayat data loger dan grafik realtime, untuk tampilanya dapat di lihat pada Gambar 12



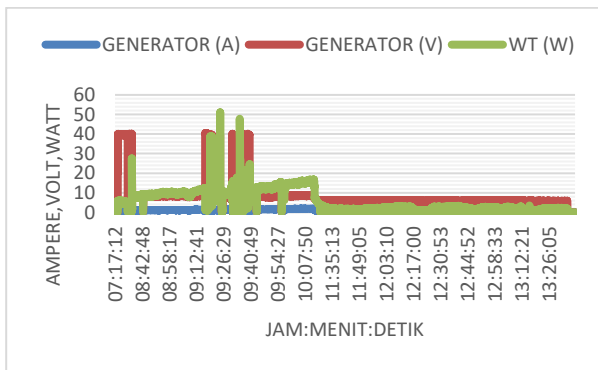
Gambar 12: Menu Tampilan Utama Monitoring Lcd

Kemudian untuk memantau monitoring secara online maka perlu mengakses website yang sudah di hosting pada link <https://energihibridiot.mdthosting.com/> guna melakukan pemantauan secara online, Untuk tampilan awal pada menu tampilan monitoring website dapat di lihat pada Gambar 13



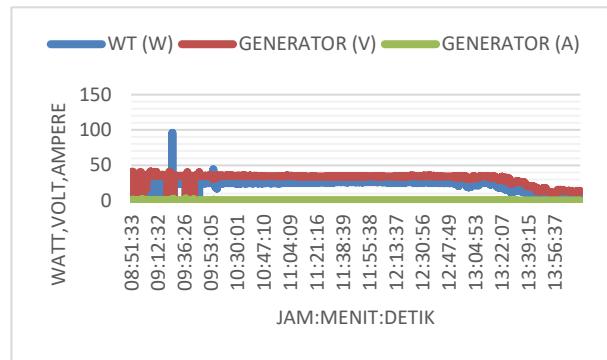
Gambar 13: Tampilan Utama Monitoring Website

Pada pengujian alat Monitoring Dan Datalogger Untuk Daya Keluaran Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang di lakukan di Politeknik Negeri Malang Gedung AJ lantai 4 dilakukan pada tanggal 25 Oktober 2023 sampai tanggal 27 Oktober 2023, dapat di ketahui bahwa pada Gambar grafik daya yang dihasilkan:



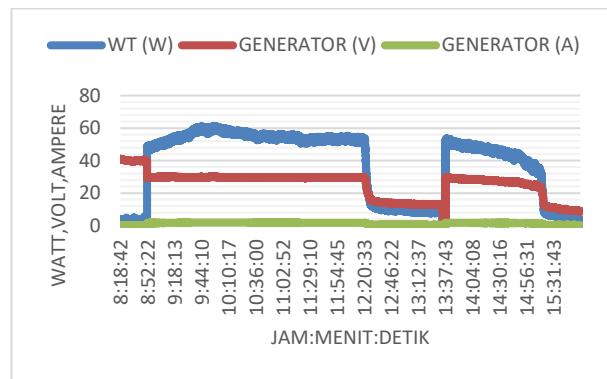
Gambar 14: Data Pengujian Pada Tanggal 25 Oktober 2023

Dapat di lihat dari Gambar 14 pengujian dan pengambilan data pada tanggal 25 Oktober 2023 dimulai pada pukul 07:17 dan pengujian berakhir pada pukul 13:39 dengan data akhir yang masuk dalam excell adalah 8198 baris cell dikarenakan kondisi lingkungan akan hujan maka pengujian di akhiri pada pukul tersebut, pengujian berjalan selama 6 jam 15 menit selama pengujian datalogger mencatat beberapa parameter tertinggi yang di capai masing masing nilai monitoring diantaranya Kecepatan angin 4 M/s terjadi pada pukul 13:06, Tergangan generator turbin angin 40,51 volt terjadi pada pukul 09:17, Arus generator turbin angin 2,6 ampere terjadi pada pukul 09:37



Gambar 15: Data Pengujian Pada Tanggal 26 Oktober 2023

Dapat di lihat dari Gambar 15 pengujian dan pengambilan data pada tanggal 26 Oktober 2023 dimulai pada pukul 08:51 dan pengujian berakhir pada pukul 14:13 dengan data akhir yang masuk dalam excell adalah 10154 baris cell, pengujian berjalan selama 6 jam 22 menit selama pengujian datalogger mencatat beberapa parameter tertinggi yang di capai masing masing nilai monitoring diantaranya Kecepatan angin 5,09 M/s terjadi pada pukul 12:22, Tergangan generator turbin angin 41,14 volt terjadi pada pukul 08:52, Arus generator turbin angin 2,94 ampere terjadi pada pukul 09:37.



Gambar 16: Data Pengujian Pada Tanggal 27 Oktober 2023

Dapat di lihat dari Gambar 16 pengujian dan pengambilan data pada tanggal 27 Oktober 2023 dimulai pada pukul 08:18 dan pengujian berakhir pada pukul 15:59 dengan data akhir yang masuk dalam excell adalah 15801 baris cell, pengujian berjalan selama 7 jam 41 menit, selama pengujian datalogger mencatat beberapa

parameter tertinggi yang di capai masing masing nilai monitoring Kecepatan angin 5,14 M/s terjadi pada pukul 13:27, Tergangan generator turbin angin 41,27 volt terjadi pada pukul 08:18, Arus generator turbin angin 2,04 ampere terjadi pada pukul 09:55.

Berdasarkan pengujian dan pengambilan data yang di lakukan dari tanggal 25 sampai 27 Oktober 2023 dapat di tentukan rata rata kecepatan pengiriman data dari perangkat hingga masuk ke database online dengan membagi total data yang di dapat dengan total waktu pengujian dan pengambilan data, untuk itu dapat di tulis persamaan 4 berikut

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Pengiriman} &= \frac{\sum \text{waktu pengujian}}{\sum \text{data masuk}} \quad (4) \\ KP &= \frac{(22930) + (19301) + (27675) \text{ Detik}}{(8198) + (10154) + (15801) \text{ Data}} \\ &= \frac{73566 \text{ Detik}}{34153 \text{ Data}} \\ &= 2,154 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Pada pengujian ini berjalan sesuai semestinya dimana datalogger dari online maupun offline dapat di baca dan data secara realtime dapat ditampilkan melalui monitoring maupun grafik, serta dari total pengujian yang dilakukan selama 3 hari dengan total 20 Jam 26 Menit 6 Detik didapatkan data berjumlah 34153 caris cell dalam excel dapat di hitung bahwa rata – rata kecepatan pengiriman data menuju database online 2,154 detik per 1 pengiriman data.

4. Kesimpulan

Pada penelitian alat monitoring dan datalogger untuk daya keluaran sistem pembangkit listrik tenaga angin, bertujuan untuk mencatat dan melakukan pemantauan kondisi pembangkit listrik tenaga angin. Melalui Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem monitoring dan datalogger pada website mempermudah akses data secara online, dengan backup data offline pada SD card. NodeMCU Esp 32 digunakan untuk mengolah data dari sensor karena dilengkapi dengan *wifi* untuk koneksi internet dan 2 buah komunikasi serial untuk komunikasi ke LCD TFT Nextion. Sensor yang digunakan menunjukkan kesalahan dalam ambang batas yang ditentukan. Sistem mencatat data setiap 2,154 detik, mampu merekam data selama satu bulan, dan

menyimpan hasil dalam format Excel dan TXT, menyediakan akses online dan cadangan offline. Keterbatasan penelitian ini adalah kecepatan pengiriman dan penyimpanan data yang berkisar 2 detik, menyebabkan data real-time tertunda selama 2 detik. Ke depannya, diperlukan peningkatan kecepatan pengiriman dan pembacaan data untuk mengurangi latensi dan meningkatkan efisiensi sistem.

Daftar Rujukan

- [1] Aly, A., & Rahma, I. E. 2022. *Ilmu alamiah dasar*. Bumi Aksara.
- [2] Prihandana, R. 2008. *Energi hijau: Pilihan bijak menuju negeri mandiri energi*. Niaga Swadaya.
- [3] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi, 2020. *Transisi Energi Mutlak Diperlukan* [Online] (Updated 22 Okt 2020) Tersedia di : <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.tran> sisi.energi.mutlak.diperlukan. [Accessed 28 Juli 2023]
- [4] Pradana, H. H. 2018. Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Tenaga Surya Dan Angin Di Fakultas Teknologi Industri.
- [5] Aryanto, F., Mara, M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1).
- [6] Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. 2019. Analisa pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator dc.
- [7] Lubis, A. (2007). Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(2).
- [8] Efendi, Y. 2018. Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21-27.
- [9] Hidayat, D., & Sari, I. (2021). Monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 4(1), 525-530.
- [10] Sawitri, D. (2023). Internet Of Things Memasuki Era Society 5.0. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 8(1).
- [11] Endra, R. Y., Cucus, A., Affandi, F. N., & Hermawan, D. (2019). Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Web Pada Smart Room Dengan Menggunakan Konsep Internet Of Things. *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)*, 10(2).
- [12] Putra, G. F., & Fajar, M. (2023). *Sistem Data Logger Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT Menggunakan Sensor PZEM-004T* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri ujung Pandang).
- [13] Agustira, Y. M. 2020. *Sistem datalogger untuk monitoring pembangkit listrik tenaga Hybrid (angin dan surya) skala rumah*. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- [14] Wijayanto, D., Haryudo, S. I., Wrahatnolo, T., & Nurhayati, N. 2022. *Rancang Bangun Monitoring Arus dan Tegangan Pada PLTS Sistem On Grid Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya