

Designing PLTS and PLTB Prototype with IoT Based Monitoring System

Perancangan Prototype PLTS dan PLTB dengan system Monitoring Berbasis IoT

Dimas Ekasaputra¹⁾, Dr. Syamsudduha Syahririni, ST.,MT^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: syahririni@umsida.ac.id

Abstract. *The design of this IoT-based PLTS and PLTB Monitoring System Prototype was created to obtain a prototype capable of monitoring voltage and current, as well as comparing the power values generated by PLTB and PLTS. The power values generated by PLTB and PLTS. The data obtained from the sensors will be displayed on an LCD and Android device, which can be viewed in real time and will generate values for accuracy comparison. This research and development (R&D) method focused on designing a prototype Solar Power Plant (SPP) and Wind Power Plant (WPP) that can be monitored in real time through the application. Data collection was conducted using the observation method, paying attention to each process and stage in the design of the prototype system. The results of the current monitoring test for the PLTS prototype showed an average accuracy of 98.2% and an average voltage accuracy of 97.8% using 10 samples. For PLTB current monitoring, the average accuracy was 96.78% and the voltage accuracy was 99.62%. From the above results, it can be concluded that the current and voltage measurements obtained from the INA219 sensor displayed on the LCD and Android are not the same, depending on the sensitivity and precision levels of the measurement sensor. Additionally, on the Android device, there is significant delay due to the use of Localhosting, which has a time difference of 0.001 second, resulting in inconsistencies in the result and yielding accuracy values that can be averaged.*

Keywords – ACS712 Current Sensor, Microcontroller, Sound Alarm, Detection System

Abstrak. *Perencanaan Sistem Monitoring Prototype PLTS dan PLTB Berbasis IoT ini dibuat untuk memperoleh sebuah prototype agar dapat melakukan monitoring tegangan dan arus, serta melakukan perbandingan nilai daya yang dihasilkan dari PLTB dan PLTS. Data yang didapat dari sensor akan ditampilkan pada LCD dan Android yang dapat dilihat secara real time dan akan menghasilkan nilai untuk mendapatkan perbandingan ketepatan. Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (research and development/R&D) yang berfokus pada perancangan prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang dapat dimonitor secara waktu nyata melalui aplikasi. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi, dengan memperhatikan setiap proses dan tahapan dalam perancangan sistem prototype tersebut. Hasil Pengujian Monitoring Arus untuk Prototype PLTS memiliki Tingkat ketepatan bernilai rata – rata 98.2% dan untuk rata – rata tegangan 97.8% dengan menggunakan 10 sampel. Untuk monitoring arus PLTB memiliki Tingkat ketepatan bernilai rata – rata 96.78% dan tegangan 99.62% dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran Arus dan tegangan yang dihasilkan dari sensor INA219 yang diambil pada LCD dan Android tidak sama tergantung pada Tingkat sensitivitas dan Tingkat presisi sensor alat ukur dan juga pada android sangat delay karena menggunakan Localhosting yang memiliki selisih waktu 0.001 detik, maka akan terjadi ketidaksamaan hasil dan akan mendapatkan nilai ketepatan yang dapat di rata – rata.*

Kata Kunci – Sensor INA219, ESP 32, PLTS, PLTB, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Orang-orang mulai mencari sumber energi alternatif karena kebutuhan energi yang terus meningkat dikombinasikan dengan penurunan cadangan minyak bumi. Oleh karena itu, energi terbarukan adalah alternatif yang ramah lingkungan, bebas polusi, dan memiliki sumber daya yang tidak terbatas. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) adalah contoh energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi energi surya lebih dari 400 GW dan energi angin lebih dari 150 GW. Menurut International Renewable Energy Agency (IRENA), telah dilaksanakan 172 MW energi surya dan 154 MW energi angin pada tahun 2020. Kedua teknologi ini memiliki potensi besar untuk menghasilkan listrik yang bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan [1].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi dari sinar matahari.

Di Indonesia, potensi energi surya sangat besar karena intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun, dengan rata-rata radiasi mencapai 4,8 kWh/m²/hari. Hal ini menjadikan energi matahari sebagai salah satu sumber utama dalam produksi listrik [2]. Sementara itu, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan sistem pembangkit yang memanfaatkan energi angin untuk menghasilkan listrik, melalui perputaran turbin angin yang terhubung dengan alternator. Perputaran ini kemudian menghasilkan tegangan listrik. Kecepatan dan kekuatan angin yang cukup tinggi di beberapa daerah di Indonesia berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, guna mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Secara keseluruhan, kapasitas listrik yang dihasilkan sangat ditentukan oleh kecepatan serta volume angin yang tersedia [3].

Sebagaimana telah diketahui secara luas, ketersediaan energi dari matahari dan angin bersifat tidak stabil. Pembangkit tenaga surya, misalnya, akan mengalami penurunan kinerja saat malam hari atau ketika sinar matahari terhalang oleh awan. Demikian pula, pembangkit tenaga angin dapat mengalami hambatan ketika angin tidak bertiup atau tidak cukup kuat untuk memutar turbin. Untuk mengatasi keterbatasan ini, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem pembangkit hibrida, yaitu sistem yang mengombinasikan pemanfaatan energi surya dan angin secara bersamaan [4]. Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) merupakan sistem pembangkitan listrik yang memanfaatkan kombinasi dari dua atau lebih jenis sumber energi yang berbeda. Salah satu contohnya adalah perpaduan antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), yang dikenal dengan istilah Hybrid PV-Wind [5]. Arduino uno merupakan mikrokontroler yang memiliki 6 inputan analog dan 14 inputan digital dimana mikrokontroler ini menggunakan chip atmega328 dan tegangan kerja yang dibutuhkan sebesar 5v dc [6].

Sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya. Data yang dikumpulkan biasanya berupa data yang realtime. Secara umum tujuan monitoring adalah untuk mendapatkan data-data atau pandangan agar diperoleh umpan balik bagi kebutuhan tertentu [7].

Blynk adalah platform cloud IoT yang dirancang untuk aplikasi iOS dan Android. Pengguna dapat mengendalikan perangkat seperti Arduino, ESP32, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet[8]. Blynk juga merupakan sebuah dashboard digital dengan interface grafis pada pembuatan suatu fungsi. Proses pengiriman data dari mikrokontroler dikirim ke Web Server melalui jaringan WiFi. Kemudian smartphone Android akan mengambil data tersebut untuk ditampilkan pada aplikasi melalui antarmuka yang dapat diatur sesuai kebutuhan [9].

Pendekatan topologi terbaru dalam sistem pembangkit hybrid mengintegrasikan kedua sumber energi agar mampu menghasilkan listrik secara optimal dan memungkinkan pemantauan melalui teknologi Internet of Things (IoT)[10]. Dalam sistem ini, IoT berperan dalam mengumpulkan informasi mengenai output energi dari masing-masing pembangkit, seperti panel surya dan turbin angin. Informasi tersebut kemudian dapat dianalisis secara langsung (real-time) untuk mengevaluasi performa sistem serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi secara keseluruhan [1].

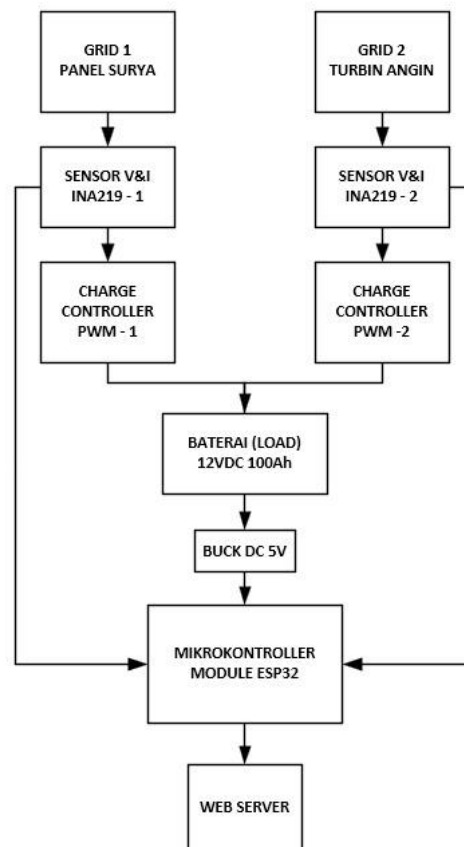
Melihat begitu pentingnya sistem monitoring pada PLTS dan PLTB. maka penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Prototype PLTS dan PLTB Berbasis IoT” ini dibuat untuk memperoleh sebuah prototype agar dapat melakukan monitoring tegangan dan arus, serta melakukan perbandingan nilai daya yang dihasilkan dari PLTB dan PLTS. Data yang didapat dari sensor akan ditampilkan pada LCD dan Android yang dapat dilihat secara real time dan akan menghasilkan nilai untuk mendapatkan perbandingan ketepatan.

II. METODE

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (research and development/R&D) yang berfokus pada perancangan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang dapat dimonitor secara waktu nyata melalui android. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi, dengan memperhatikan setiap proses dan tahapan dalam perancangan sistem prototipe tersebut. Penelitian ini dirancang dengan struktur dan alur kerja yang sistematis guna memastikan tercapainya tujuan yang telah ditetapkan.

A. Blok Diagram Sistem

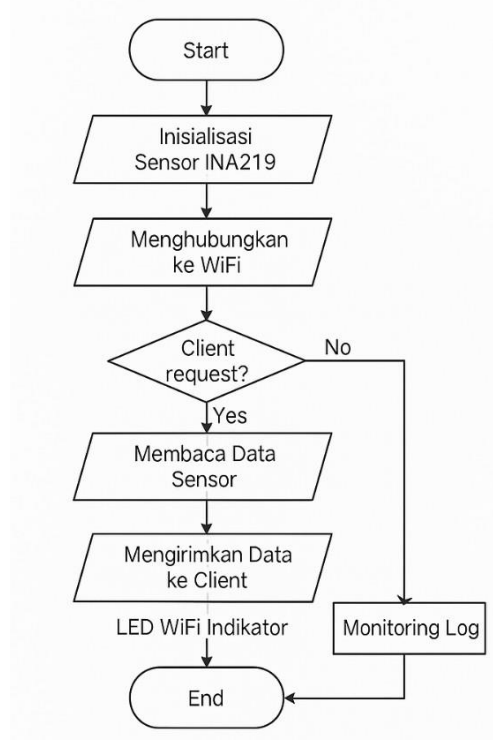
1. Dari Perancangan sistem dimulai dengan merangkai sistem PLTS dan PLTB. Adapun jenis PLTS yang digunakan adalah MonoCrystalline dengan kapasitas 100 WP. PLTB menggunakan kincir horizontal dengan output generator 0-15v, arus dan tegangan PLTS dan PLTB akan melalui sensor INA219 kemudian diteruskan di charge controller untuk mengisi baterai., Arus dan tegangan yang mengalir melalui INA219 juga mengalir pada ESP32 selanjutnya dapat dilihat melalui android secara real time



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

B. Flowchart Sistem

Saat prototipe dinyalakan arus dan tegangan akan mengalir kepada sensor INA219 ketika ESP 32 sudah tersambung dengan wifi data pada sensor INA219 akan dikirimkan ke android jika tidak maka data pada sensor akan ditampilkan di LCD, data yang dihasilkan merupakan arus dan tegangan yang diperoleh dari PLTS dan PLTB.



Gambar 2. Flowchart Sistem

C. Perancangan Software

Perangkat lunak ditulis dengan Arduino IDE, menggunakan library INA219 dan ESP32 . Algoritma mencakup pembacaan arus dan tegangan, mengirimkan data sensor INA219 ke android dan LCD.

```

1  #include <Wire.h>
2  #include <Adafruit_INA219.h>
3  #include <WiFi.h>
4  #include <ESPAsyncWebServer.h>
5  // --- INA219 Sensors ---
6  Adafruit_INA219 ina219_1(0x40);
7  Adafruit_INA219 ina219_2(0x41);
8  // --- WiFi ---
9  const char* ssid = "D1";
10 const char* password = "123456789";
11 String ipAddress = "0.0.0.0";
12 // --- LED WiFi status ---
13 #define LED_WIFI 2
14 bool ledState = false;
15 unsigned long lastLedToggle = 0;
16 // --- Web Server ---
17 AsyncWebServer server(80);
18 // --- Sensor Data ---
19 float voltage1, current1, power1; float voltage2, current2, power2;

19 float voltage1, current1, power1; float voltage2, current2, power2;
20 // --- HTML Web Page ---
21 const char index_html[] PROGMEM = R"rawliteral(
22 <!DOCTYPE html><html><head><meta charset="UTF-8">
23 <title>ESP32 REAL-TIME MONITORING</title>
24 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
25 <style>
26   body { font-family: Arial; background: #f2f2f2; margin: 0; text-align: center; }
27   h1 { color: #2c3e50; margin: 20px 0 10px; }
28   #ip { font-size: 14px; color: #555; margin-bottom: 10px; }
29   .card { background: #fff; padding: 20px; margin: 20px auto;
30   border-radius: 12px; box-shadow: 0 4px 8px rgba(0,0,0,0.1); max-width: 400px; }
31   .title { font-size: 18px; margin-bottom: 15px; color: #333; }
32   .row { display: flex; align-items: center; margin-bottom: 12px; justify-content: space-between; }
33   .label { font-size: 16px; color: #666; }
34   .value { font-size: 20px; font-weight: bold; color: #2c3e50; }
35 </style>
36 <script>
37   function updateData() {
38     fetch('/data').then(res => res.json()).then(data => {
39       document.getElementById('v1').innerText = data.voltage1 + " V";
40       document.getElementById('c1').innerText = data.current1 + " A";
41       document.getElementById('p1').innerText = data.power1 + " W";
42       document.getElementById('v2').innerText = data.voltage2 + " V";
43       document.getElementById('c2').innerText = data.current2 + " A";
44       document.getElementById('p2').innerText = data.power2 + " W";
45       document.getElementById('ip').innerText = "ESP32 IP: " + data.ip;
46     });

```

```

47   setInterval(updateData, 2000);
48   window.onload = updateData;
49 </script>
50 </head><body>
51 <h1>ESP32 REAL-TIME MONITORING</h1>
52 <div id="ip">ESP32 IP: 0.0.0.0</div>
53 <div class="card">
54   <div class="title">Grid 1 Monitoring</div>
55   <div class="row"><div class="label">⚡ Voltage</div><div class="value" id="v1">0.0 V</div></div>
56   <div class="row"><div class="label">💧 Current</div><div class="value" id="c1">0.0 A</div></div>
57   <div class="row"><div class="label">🔌 Power</div><div class="value" id="p1">0.0 W</div></div>
58 </div>
59 <div class="card">
60   <div class="title">Grid 2 Monitoring</div>
61   <div class="row"><div class="label">⚡ Voltage</div><div class="value" id="v2">0.0 V</div></div>
62   <div class="row"><div class="label">💧 Current</div><div class="value" id="c2">0.0 A</div></div>
63   <div class="row"><div class="label">🔌 Power</div><div class="value" id="p2">0.0 W</div></div>
64 </div>
65 </body></html>
66 )rawliteral";

67 void setup() {Serial.begin(115200);delay(1000);pinMode(LED_WIFI, OUTPUT);digitalWrite(LED_WIFI, LOW);
68 Serial.println("INA Monitoring Starting...");
69 if (!ina219_1.begin()) {
70   Serial.println("❌ INA219 #1 tidak terdeteksi!");
71   while (1);}
72 if (!ina219_2.begin()) {
73   Serial.println("❌ INA219 #2 tidak terdeteksi!");
74   while (1);}
75 Serial.println("✅ INA219 sensor initialized");
76 WiFi.begin(ssid, password);
77 Serial.println("📶 Menghubungkan ke WiFi...");
78 server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
79   request->send_P(200, "text/html", index_html); });
80 server.on("/data", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
81   String json = "{";
82   json += "\"voltage1\":" + String(voltage1, 2) + ",";
83   json += "\"current1\":" + String(current1, 3) + ",";
84   json += "\"power1\":" + String(power1, 3) + ",";
85   json += "\"voltage2\":" + String(voltage2, 2) + ",";
86   json += "\"current2\":" + String(current2, 3) + ",";
87   json += "\"power2\":" + String(power2, 3) + ",";
88   json += "\"ip\":" + ipAddress + ",";
89   json += "}";
90   request->send(200, "application/json", json);});
91 server.begin();}

```

```

92 void loop() {
93     bool wifiConnected = (WiFi.status() == WL_CONNECTED);
94     // LED WiFi indikator
95     if (wifiConnected) {
96         digitalWrite(LED_WIFI, HIGH);
97         ipAddress = WiFi.localIP().toString();
98     } else {
99         ipAddress = "0.0.0.0";
100         if (millis() - lastLedToggle >= 1000) {
101             lastLedToggle = millis();
102             ledState = !ledState;
103             digitalWrite(LED_WIFI, ledState); } }
104     // Baca sensor INA219
105     voltage1 = ina219_1.getBusVoltage_V();
106     current1 = ina219_1.getCurrent_mA() / 1000.0; // Ampere
107     power1 = ina219_1.getPower_mW() / 1000.0; // Watt
108     voltage2 = ina219_2.getBusVoltage_V();
109     current2 = ina219_2.getCurrent_mA() / 1000.0; // Ampere
110     power2 = ina219_2.getPower_mW() / 1000.0; // Watt
111     // Filter noise kecil
112     if (voltage1 < 1) voltage1 = 0;
113     if (current1 < 0.001) current1 = 0;
114     if (power1 < 0.001) power1 = 0;
115     if (voltage2 < 1) voltage2 = 0;
116     if (current2 < 0.001) current2 = 0;
117     if (power2 < 0.001) power2 = 0;

118     // Monitoring log
119     static unsigned long lastPrint = 0;
120     if (millis() - lastPrint >= 2000) {
121         lastPrint = millis();
122         Serial.println("-> ----- Monitoring -----");
123         Serial.print("-> Grid 1 - V: "); Serial.print(voltage1); Serial.print(" V, ");
124         Serial.print("I: "); Serial.print(current1, 3); Serial.print(" A, ");
125         Serial.print("P: "); Serial.print(power1, 3); Serial.println(" W");
126         Serial.print("-> Grid 2 - V: "); Serial.print(voltage2); Serial.print(" V, ");
127         Serial.print("I: "); Serial.print(current2, 3); Serial.print(" A, ");
128         Serial.print("P: "); Serial.print(power2, 3); Serial.println(" W");
129         Serial.println("-> WiFi: " + String(wifiConnected ? "Connected" : "Disconnected"));
130         Serial.println("-> IP: " + ipAddress);
131         Serial.println();}
132     delay(100);}

```

Gambar 3. Kode Program pada Arduino IDE.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat monitoring PLTS dan PLTB Sesuai dengan perencanaan, pada PLTS menggunakan Solar Panel 100 wp, sedangkan PLTB menggunakan Generator dengan output 0-15v, dalam proyek ini arus dan tegangan akan di kelola sensor INA219 dilanjutkan ke ESP32 lalu dapat ditampilkan di Android dengan bantuan Arduino IDE.

A. Pengujian Pengukuran Monitoring PLTS

Sensor INA219 dihubungkan dengan aliran listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Dalam proses ini, sensor berfungsi untuk mendeteksi arus dan tegangan yang dihasilkan, kemudian mengirimkan data tersebut sebagai input ke LCD. Setelah itu, data dari LCD diproses dan dikirimkan ke ESP32. Selanjutnya, data dari ESP32 diteruskan ke perangkat Android melalui pemrograman berbasis localhost menggunakan Arduino IDE. Setelah seluruh prosedur dijalankan sesuai urutan, langkah berikutnya adalah melakukan observasi dan pengambilan data baik dari LCD maupun Android untuk keperluan dokumentasi. Tabel 1 dan Tabel 2 berikut menyajikan hasil pengumpulan data sebanyak 10 sampel yang diambil pada waktu berbeda. Data ini digunakan untuk membandingkan pembacaan arus dan tegangan

antara tampilan di LCD dan Android, guna memperoleh nilai presisi dari sistem yang digunakan

Tabel 1. Pengujian Monitoring Arus (A) PLTS

No.	Waktu (WIB)	LCD	Android	Ketepatan (%)
1.	8:00	9.82	9.70	98.8
2.	8:30	9.60	9.50	98.9
3.	9:00	7.38	7.50	98.4
4.	9:30	4.12	4.20	98.1
5.	10:00	7.76	8.10	95.8
6.	11:30	3.37	3.50	96.3
7.	12:00	2.70	2.70	100.0
8.	12:30	2.07	2.00	96.5
9.	13:00	1.00	1.00	100.0
10.	13:30	2.09	2.10	99.5

Rata – rata Keseluruhan dari hasil adalah 98.2%

Tabel 2. Pengujian Monitoring Tegangan (Vdc) PLTS

No.	Waktu (WIB)	LCD	Android	Ketepatan (%)
1.	8:00	14.48	14.12	97.5
2.	8:30	15.71	15.91	98.7
3.	9:00	17.98	18.04	99.7
4.	9:30	19.02	18.83	99.0
5.	10:00	20.90	21.35	97.9
6.	11:30	19.44	18.63	95.7
7.	12:00	18.15	18.08	99.6
8.	12:30	20.09	19.51	97.0
9.	13:00	18.26	17.68	96.7
10.	13:30	21.78	20.90	95.8

Rata – rata Keseluruhan dari hasil adalah 97.8%

Berdasarkan hasil pengambilan data sebanyak 10 kali, dapat diketahui bahwa nilai arus pada panel surya yang diukur menggunakan avometer dan yang ditampilkan di smartphone memiliki tingkat presisi terendah sebesar 95,8% dan tertinggi mencapai 100%, dengan rata-rata presisi keseluruhan sebesar 98,2%. Sementara itu untuk pengukuran tegangan panel surya yang dibandingkan antara Avometer dan tampilan di smartphone menunjukkan Tingkat presisi paling rendah sebesar 95.7% dan tertinggi sebesar 90% dengan nilai rata – rata dari seluruh percobaan adalah 97.8%.

B. Pengujian Pengukuran Monitoring PLTB

Tabel 3. Pengujian Monitoring Arus (A) PLTB

No.	Waktu (WIB)	LCD	Android	Ketepatan (%)
1.	15:00	0.1	0.098	98
2.	15:30	0.2	0.190	94.7
3.	16:00	0.3	0.250	97
4.	16:30	0.5	0.490	97.9
5.	17:00	0.8	0.750	93.3
6.	19:00	1.1	1.090	99
7.	19:30	1.1	1.098	99.8
8.	20:00	1.2	1.020	90
9.	20:30	1.1	1.095	98.3
10.	21:00	1.2	1.190	99.8

Rata-rata keseluruhan dari hasil adalah 96.78%.

Tabel 4. Pengujian Monitoring Tegangan (Vdc) PLTB

No.	Waktu (WIB)	LCD	Android	Ketepatan (%)
1.	15:00	6.9	6.850	99.2
2.	15:30	7.6	7.500	98.6
3.	16:00	8.9	8.895	99.9
4.	16:30	11.3	11.250	99.5
5.	17:00	12.5	12.490	99.9
6.	19:00	14.1	14.090	99.9
7.	19:30	14.5	14.480	99.8
8.	20:00	14.9	14.895	99.9
9.	20:30	14.5	14.400	98
10.	21:00	14.8	14.750	99.8

Rata-rata keseluruhan dari hasil adalah 99.62%

Berdasarkan 10 kali pengambilan data arus dan tegangan pada PLTB, diperoleh hasil bahwa nilai arus yang diukur menggunakan avometer dan yang ditampilkan melalui smartphone memiliki tingkat presisi terendah sebesar 90%, dan tertinggi mencapai 99,8%, dengan nilai rata-rata presisi keseluruhan sebesar 96,78%. Sementara itu untuk tegangan yang diukur dari PLTB, nilai presisi terendah tercatat sebesar 98% dan tertinggi sebesar 99.9% dengan rata – rata presisi dari seluruh percobaan sebesar 99.62%. Adanya perbedaan hasil pengukuran arus yang dihasilkan oleh pembangkit disebabkan oleh perbedaan tingkat sensitivitas dan akurasi antara sensor yang digunakan dan alat ukur multimeter. Multimeter memiliki tingkat sensitivitas dan presisi yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan pembacaan yang lebih akurat. Hal inilah yang menyebabkan nilai arus listrik yang ditampilkan di aplikasi smartphone berbeda dengan hasil yang ditunjukkan oleh multimeter.

C. Evaluasi Kinerja Sistem Secara Umum

Sistem berhasil mengintegrasikan sensor INA219, mikrokontroler ESP32, LCD dan android localhosting dengan baik. Rangkaian prototipe menunjukkan stabilitas selama pengujian . Sistem juga memiliki antarmuka pengguna yang cukup informatif.

Beberapa keunggulan sistem yang dicatat adalah sebagai berikut :

- Sistem bekerja secara real-time.
- Komponen ekonomis dan mudah dirakit.

V. SIMPULAN

Berdasarkan Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring arus pada prototype PLTS, diperoleh tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,2% untuk arus dan 97,8% untuk tegangan, menggunakan 10 sampel data. Sementara itu, untuk system monitoring arus pada PLTB, tingkat ketepatan rata-ratanya tercatat sebesar 96,78% untuk arus dan 99,62% untuk tegangan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara pembacaan arus dan tegangan yang ditampilkan pada LCD dan perangkat Android. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh perbedaan tingkat sensitivitas serta presisi dari sensor INA219 dibandingkan alat ukur lainnya. Selain itu, keterlambatan pada perangkat Android juga menjadi faktor, mengingat sistem menggunakan localhosting yang menyebabkan delay sekitar 0,001 detik, sehingga memengaruhi hasil akhir dan nilai akurasi yang dapat dirata-ratakan. Selain itu, kinerja prototype PLTS dan PLTB juga sangat bergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan kecepatan angin, yang dapat dieksplorasi lebih lanjut dalam penelitian atau jurnal lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing dan dosen penguji atas arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penelitian berlangsung. Rasa terima kasih juga kepada keluarga dan teman-teman yang telah memberikan semangat, doa, serta bantuan teknis maupun non-teknis selama proses penyusunan laporan ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

REFERENSI

- [1] H. Abdillah, T. Asrori, M. A. Baihaqi, D. H. T. Prasetyo, and A. Muhammad, "Sistem Monitoring dan Manajemen Energi pada Pembangkit Hybrid PLTS, PLTB, dan PLN berbasis Internet of Things," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 41–50, 2023, doi: 10.26905/jasiek.v5i2.10920.
- [2] B. Winardi, A. Nugroho, and E. Dolphina, "Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri," *J. Tekno*, vol. 16, no. 2, pp. 1–11, 2019, doi: 10.33557/jtekno.v16i1.603.
- [3] Mirza Mirza, Rakhmad Syafutra Lubis, and Mansur Gapy, "Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. Vol. 4, No, no. 4, pp. 2252–7036, 2019.
- [4] A. Gusmao, "Desain Kontrol Pembangkit Listrik Hibrid Tenaga Surya, Tenaga Angin dan Baterai," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, no. 1.1, pp. 163–165, 2019.
- [5] D. Hidayanti and G. Dewangga, "Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin dan Surya dengan Penggerak Otomatis pada Panel Surya," *Eksergi*, vol. 15, no. 3, p. 93, 2020, doi: 10.32497/eksergi.v15i3.1784.
- [6] S. Syahririni and D. Hadidjaja, "Aplikasi Alat Ukur Partikulat Dan Suhu Berbasis Iot," *Dinamik*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.35315/dinamik.v25i1.7512.
- [7] M. A. Sahuri, D. Hadidjaja, A. Wisaksono, and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Suhu Tubuh Dan Jantung Pasien Saat Perawatan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Dinamik*, vol. 26, no. 2, pp. 68–79, 2021, doi: 10.35315/dinamik.v26i2.8691.
- [8] S. Sigit and F. Setiawan, "Alat Monitoring Transformator Menggunakan Metode Tracking Berbasis Arduino Pada Pt. Pln," *J. CERITA*, vol. 4, no. 2, pp. 190–200, 2018, doi: 10.33050/cerita.v4i2.643.
- [9] D. P. Nanggala, "Prototipe Perangkap Biawak Otomatis untuk Kolam Ikan Nila Berbasis Smartphone Smartphone-based Automatic Monitor Lizard Trap Prototype for Tilapia Fish Ponds," vol. 7, pp. 133–140, 2025.
- [10] Y. Apriani, "Monitoring Arus dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Off Things," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 889–895, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i2.543.

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.