



Perancangan Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Pada Aplikasi Petrikor Berbasis Internet of Things

Rafi Anwar Apolanni

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received:

Revised:

Accepted:

Generator Thermoelectric Power Plant (PETRIKOR) is an innovative technology capable of generating electricity from a temperature difference. However, to improve efficiency and optimize PETRIKOR performance, remote monitoring and management is a critical factor. This system also allows manual control to optimize electricity production from PETRIKOR according to changes in the environment or power demand. Furthermore, the Kodular platform for IoT applications is used to connect the PETRIKOR system to the internet, so that data can be accessed and monitored remotely via a mobile or smartphone application. The result of this research is a monitoring and control system for PETRIKOR that is efficient and easily monitors the operational conditions of PETRIKOR. It is hoped that this research can make a positive contribution to the application of PETRIKOR technology in real environments and facilitate the integration of IoT-based sustainable energy systems. **Keywords:** Thermoelectric Power Plant Generator, Power Optimization, Heat Utilization, Seebeck Effect, Peltier.

Keywords: Internet of Things, Wifi, Kodular, Wemos D1 R1.

Current Address: Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Singaperbangsa University, Karawang, West Java.

(*) Corresponding Author: 1910631160030@student.unsika.ac.id

How to Cite: Apolanni, R. (2025). Perancangan Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Pada Aplikasi Petrikor Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(3.D), 210-222. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11783>

INTRODUCTION

Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator (PETRIKOR) adalah sebuah teknologi inovatif yang berpotensi besar sebagai sumber energi listrik alternatif. Sistem ini memanfaatkan efek termoelektrik untuk mengubah perbedaan suhu menjadi energi listrik tanpa adanya gerakan mekanis atau bahan bakar tambahan. Teknologi ini menjanjikan kemampuan untuk menghasilkan listrik dari sumber panas seperti panas pada api kompor melalui alumunium, untuk menghantarkan panas pada peltier dan sudah dirancang pada kompor. Pada penelitian ini akan berfokus pada Analisis Internet of Things pada PETRIKOR (Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator) pada aplikasi smartphone. Alat ini akan berfungsi sebagai pengukur voltase presentase battery dengan sensor voltage, dan ampere menggunakan sensor INA 219 pada pengukuran arus. Dan data pengukuran akan dikirimkan dengan jaringan internet ke firebase dari alat yg telah dibuat, mikrokontroler yang digunakan yaitu Wemos D1 R1, untuk monitoringnya sendiri digunakan aplikasi PETRIKOR yang berfungsi sebagai platform IoT yang dapat diakses oleh smartphone.

Sistem monitoring pembangkit listrik termoelektrik generator (Petrikor), para pengelola dan teknisi dapat memonitor kondisi sistem secara real-time dan mengambil langkah-langkah tindakan secara cepat jika terjadi gangguan atau penurunan performa. Selain itu, data yang dikumpulkan dari sistem monitoring juga dapat digunakan untuk analisis kinerja optimalisasi efisiensi energy.

METHODS

Dalam penyusunan Laporan Kerja Praktik ini, metode yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu sebagai berikut :

- a. Metode Interview (Wawancara)
Adalah metode yang dilakukan dengan cara bertanya jawab dengan narasumber, pembimbing, teknisi, serta pihak – pihak yang terkait dengan materi tersebut.
- b. Metode Literatur (Sumber Data Tertulis)
Adalah metode yang menggunakan buku pedoman ataupun buku teori serta sumber literatur lain yang mendukung perolehan data yang berhubungan dengan materi laporan.
- c. Metode Observasi (Pengamatan Langsung)
Adalah metode perolehan data dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek atau perangkat guna penyusunan laporan.
- d. Metode Praktikum
Adalah metode yang dilakukan dengan praktik langsung dalam pengoperasian maupun pembuatan sebuah perangkat yang akan dijadikan bahan laporan.
- e. Metode Searching
Adalah metode yang dilakukan dengan cara mencari data di laman internet.

RESULTS & DISCUSSION

1. SISTEM KERJA MONITORING PADA APLIKASI PETRIKOR

Sistem monitoring Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator (PETRIKOR) berbasis Internet of Things dirancang untuk dapat terpantau dan terjaga pada sistem monitoring dengan menggunakan software aplikasi android yang terintegrasi dengan mikrokontroler Wemos D1 R1 dan data yang terkirim oleh mikrokontroler Wemos D1 R1 akan terintegrasi ke database Firebase realtime sehingga monitoring dan kontrol nyala serta mati alatnya dapat dilakukan secara realtime pada aplikasi.

a. Implementasi Perangkat Lunak

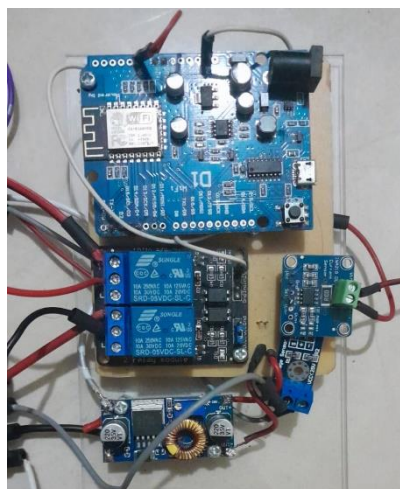
Implementasi sistem monitoring pada alat ini membahas tentang hasil implementasi pada alat PETRIKOR. Pembahasan akan dibagi menjadi implementasi program dan implementasi antarmuka. Implementasi merupakan salah satu tahapan untuk menerapkan sebuah perancangan yang telah dibuat secara langsung pada sebuah alat. Implementasi bertujuan untuk mengetahui apakah perancangan alat dan programnya dapat bekerja pada semestinya.

b. Implementasi Perancangan Perangkat Keras

Pin yang digunakan pada Wemos D1 R1 ESP8266 masing-masing memiliki fungsi yang berbeda pada kinerja sistem. Pin Vin dan Gnd terhubung dengan +12V yang digunakan sebagai sumber daya utama sehingga papan Wemos D1 R1 ESP8266 dapat digunakan. Selanjutnya pin yang digunakan adalah Pin D1 dan D2 yang dihubungkan dengan In 1 dan In 2 pada Relay 2 channel karena pada pin tersebut yang tersedia untuk I2C. Vcc dan Gnd pada Relay 2 channel dihubungkan ke 5V dan ground pada mikrokontroler.

Wemos D1 R1 ESP8266	Modul	Port Modul
Pin D1	Relay 2 Channel	In 1
Pin D2		In 2
5V		Vcc
Gnd		Gnd
Wemos D1 R1 ESP8266	Modul	Port Modul
Pin D3	Sensor INA219	SCL
Pin D4		SDA
Vin		Vcc
Gnd		Gnd
Wemos D1 R1 ESP8266	Modul	Port Modul
Pin A0	Sensor Voltage	S
Gnd		-

Mikrokontroler Pin D3 dan D4 dihubungkan ke SCL dan SDA pada port Sensor INA 219, Vcc dan Gnd pada sensor INA 219 dihubungkan pada 5V dan Gnd mikrokontroler. Untuk sensor Voltage Port S dihubungkan dengan Pin A0 pada mikrokontroler dan port – atau minus dihubungkan ke pin Gnd pada pin mikrokontroler.



c. Implementasi Perancangan Perangkat Lunak

Pembacaan realtime database firebase meliputi proses inialisasi Wi-Fi, api key, dan url. Pengaturan dan konfigurasi data disesuaikan dengan kebutuhan . terdapat beberapa perintah eksekusi set float untuk Voltage, arus, battery, dan get data value untuk kontrol.

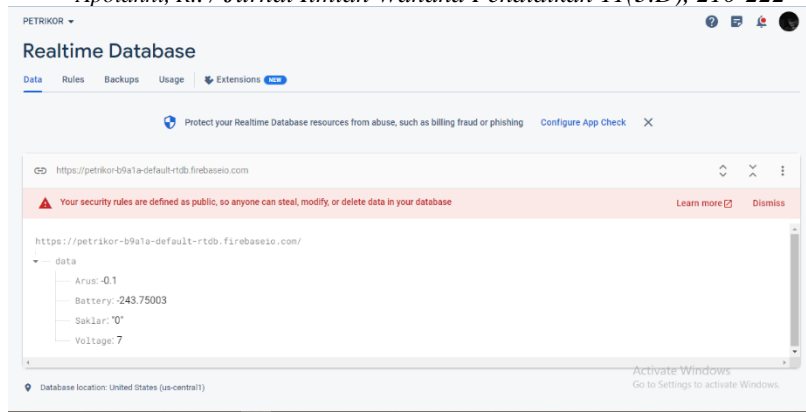
```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseESP8266.h>
```

```
#include <Adafruit_INA219.h> // You will need to download this library
#include <Wire.h>
#define FIREBASE_HOST "petrikor-b9a1a-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "AIzaSyCSwIb8VuyBGX_RTbCKjNWJmnRzyRA1TdM" // Replace
with your actual Firebase auth key

const char* WIFI_SSID = "Galaxy A13 537E";
const char* WIFI_PASSWORD = "1111111111";
void setup()
{
  Serial.begin(230400);
  pinMode(Relay, OUTPUT);
  pinMode(Relay2, OUTPUT);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.println();
  }
  Serial.print("Connected to Wi-Fi. IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  sensor219.begin();
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH); // Initialize Firebase
void loop()
{
  // Determine voltage at ADC input
  adc_voltage = (adc_value * ref_voltage) / 1024.0;

  // Calculate voltage at divider input
  in_voltage = adc_voltage / (R2 / (R1 + R2));
  Firebase.setInt(firebaseData, databasePath + "/Voltage", in_voltage); //
Change to setFloat for sending floating-point values
  if (Firebase.getString(firebaseData, databasePath + "/Saklar"))

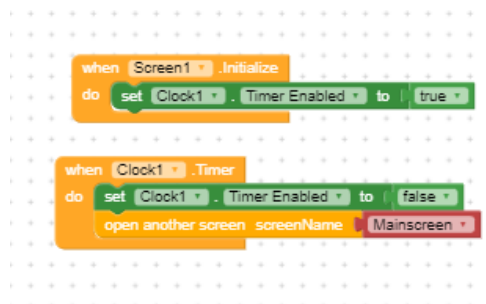
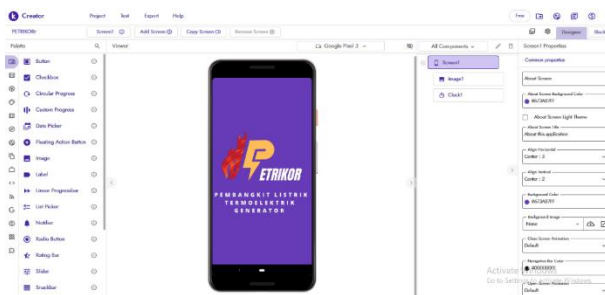
  {
    String saklar = firebaseData.stringData();
    if (saklar == "0")
  }
  busVoltage = sensor219.getBusVoltage_V();
  current = sensor219.getCurrent_mA();
  power = busVoltage * (current/1000); // Calculate the Power
  Firebase.setInt(firebaseData, databasePath + "/Arus",current);
  Firebase.setInt(firebaseData, databasePath + "/Battery",battery_read());
```



Pada database yang digunakan terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai suatu input variabel yang akan diambil dan digunakan pada aplikasi. Variabel float set "temperature" merupakan output dari hasil pembacaan sensor suhu. Dan variabel "dataValue" terdapat value "0" dan "1" yang dimana value 0 merupakan keadaan untuk kontrol manual alat mati, dan 1 adalah keadaan untuk mengontrol alat. Gambar dibawah merupakan menampilkan variabel yang terdapat pada realtime database yang telah dibuat.

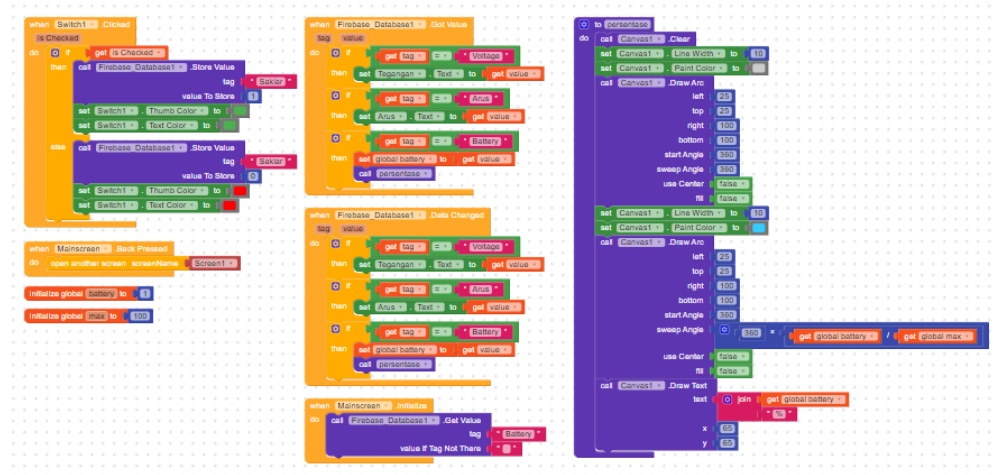
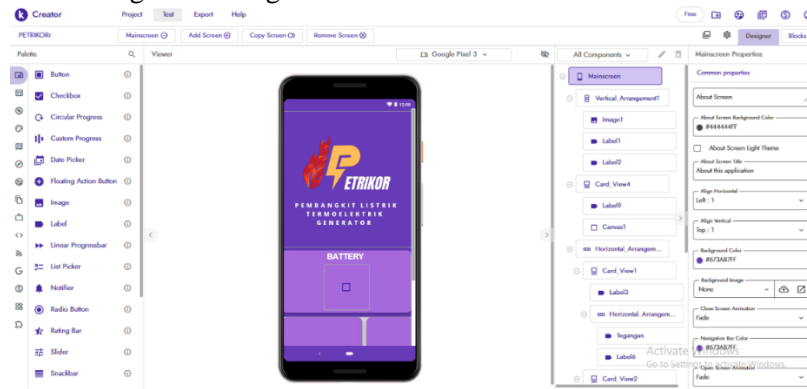
d. Implementasi Sistem Aplikasi

1) Booting Screen



Bagian ini merupakan tampilan awal saat masuk kedalam aplikasi PETRIKOR. Pada layar tersebut diatur dengan menggunakan blok “clock” dengan durasi 2 detik.

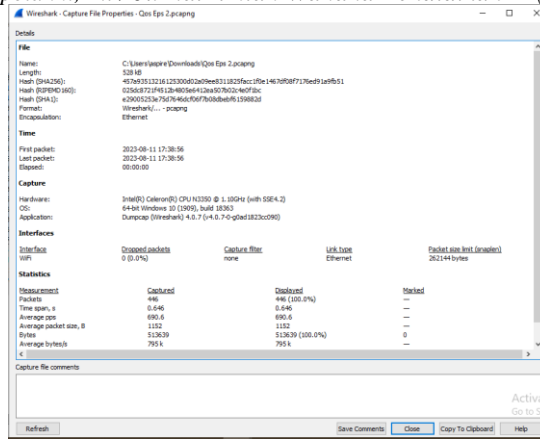
2) Monitoring Kontroling



Pada fungsi tampilan monitoring ini, akan menampilkan tampilan Volt, Arus, dan presentase battery yang terdeteksi oleh sensor pada PETRIKOR dan akan ditampilkan pada screen monitoring.

Pada fungsi tampilan kontroling ini akan ditampilkan untuk mengontrol alat berdasarkan switch atau saklar otomatis pada relay yang ingin user aktifkan dan non aktifkan. Ketika tegangan dan arus kurang dari 10V yang diberikan pada battery ke rangkaian sensornya maka tanda presentase battery akan habis dan alat akan berhenti bekerja dan switch otomatis tidak akan berfungsi.

3) Pengujian Quality of Service



Pada pengujian ini dilakukan pengujian Qos yang digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu service. Pengujian ini melakukan pengukuran aliran paket data secara waktu nyata dan melaporkan hasilnya kepada monitoring aplikasi.

No	Time	Time 2	Time 1	Delay	Delay 1	Delay 2	Jitter
1	0	0,29531	0	0,29531	0,29531	0	-0,29531
2	0,29531	0,29531	0,29531	0	-0,03255	0,032552	0,065104
3	0,29531	0,327862	0,29531	0,032552	0,000559	0,031993	0,031434
4	0,327862	0,359855	0,327862	0,031993	-0,00801	0,040003	0,048013
5	0,359855	0,399858	0,359855	0,040003	0,0335	0,006503	-0,027
6	0,399858	0,406361	0,399858	0,006503	0,006503	0	-0,0065
7	0,406361	0,406361	0,406361	0	0	0	0
8	0,406361	0,406361	0,406361	0	-0,00019	0,000195	0,00039
9	0,406361	0,406556	0,406361	0,000195	0,000195	0	-0,00019
10	0,406556	0,406556	0,406556	0	-0,00061	0,000609	0,001218
11	0,406556	0,407165	0,406556	0,000609	-0,00632	0,006927	0,013245
12	0,407165	0,414092	0,407165	0,006927	0,006927	0	-0,00693
13	0,414092	0,414092	0,414092	0	-0,00119	0,00119	0,00238
14	0,414092	0,415282	0,414092	0,00119	-0,00539	0,006582	0,011974
15	0,415282	0,421864	0,415282	0,006582	0,006582	0	-0,00658
16	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
17	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
18	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
19	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
20	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
21	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
22	0,421864	0,421864	0,421864	0	0	0	0
23	0,421864	0,421864	0,421864	0	-0,0004	0,000397	0,000794
24	0,421864	0,422261	0,421864	0,000397	0,000397	0	-0,0004
25	0,422261	0,422261	0,422261	0	0	0	0
26	0,422261	0,422261	0,422261	0	-0,00066	0,000663	0,001326
27	0,422261	0,422924	0,422261	0,000663	8E-06	0,000655	0,000647
28	0,422924	0,423579	0,422924	0,000655	0,000655	0	-0,00065
29	0,423579	0,423579	0,423579	0	0		0
30	0,423579						
Rata - rata Delay=						0,014606	
Rata - rata Jitter =						0,00576	

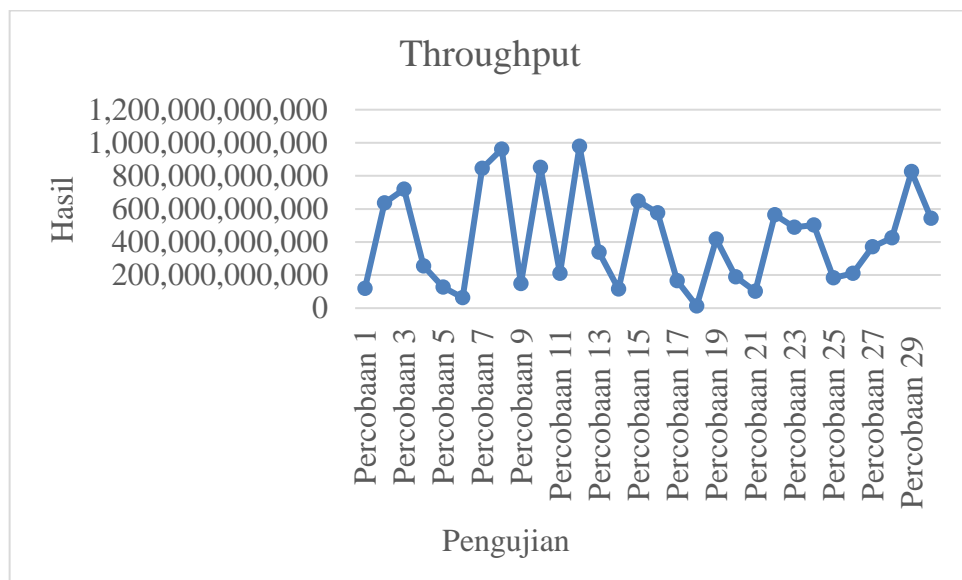
Tabel tersebut merupakan hasil pengujian jaringan yang dilakukan dengan menggunakan software Wireshark.

Pengujian Throughput

No.	Nama	Bytes	Time Span	Kilo Bytes	Hasil
1	Percobaan 1	1073086	71.983	8	119.259.936.374
2	Percobaan 2	513639	0.646	8	636.085.448.916

3	Percobaan 3	3717014	41.320	8	719.654.211.036
4	Percobaan 4	5207	16.384	8	254.248.046.875
5	Percobaan 5	7275787	45.650	8	127.505.577.218
6	Percobaan 6	13165	16.585	8	63.503.165.511
7	Percobaan 7	22788	21.561	8	845.526.645.332
8	Percobaan 8	5081130	42.264	8	961.788.756.388
9	Percobaan 9	2206898	11.906	8	148.288.123.635
10	Percobaan 10	5314744	49.953	8	851.159.129.582
11	Percobaan 11	2347604	8.934	8	210.217.506.156
12	Percobaan 12	32872	2.685	8	979.426.443.203
13	Percobaan 13	543238	12.859	8	337.965.938.253
14	Percobaan 14	4384	3.056	8	114.764.397.906
15	Percobaan 15	4704	5.814	8	647.265.221.878
16	Percobaan 16	15253	21.177	8	576.210.039.193
17	Percobaan 17	5076888	24.525	8	165.606.948.012
18	Percobaan 18	8895422	8895422	8	13.248.555.841
19	Percobaan 19	42845	8.224	8	416.780.155.642
21	Percobaan 21	2066974	16.353	8	101.117.788.785
22	Percobaan 22	3615509	51.262	8	564.240.021.849
23	Percobaan 23	258240	4.221	8	489.438.521.677
24	Percobaan 24	1088304	17.348	8	501.869.495.043
25	Percobaan 25	511239	22.357	8	182.936.529.946
26	Percobaan 26	514142	19.596	8	209.896.713.615
27	Percobaan 27	36107	7.792	8	370.708.418.891
28	Percobaan 28	1795602	33.762	8	425.472.898.525
29	Percobaan 29	2313314	22.428	8	825.152.131.264
30	Percobaan 30	1511016	22.276	8	542.652.540.851
	Total	56843073	9.521.713	8	12.590.427.156.003
	Rata – rata	1894769,1	317390,4483		419.680.905.200

Merupakan hasil pengukuran nilai Throughput, yang dimana dapat dilihat keseluruhan pengujian Aplikasi PETIKOR, hasil rata-rata pada jaringan cukup baik, karena memenuhi syarat tabel standarisasi.



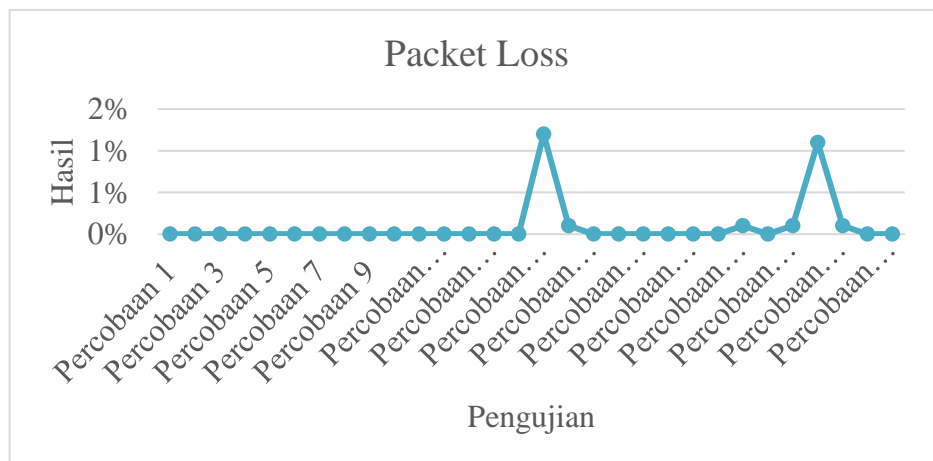
menampilkan grafik Throughput pada pengujian QoS, kecepatan transfer data pada pengujian ini terdapat kenaikan dan penurunan pada setiap percobaan data sensor. Perubahan kecepatan data transfer tersebut disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi jaringan, seperti sinyal dan cuaca.

Pengujian Packet Loss

No.	Nama	Kirim	Terima	Kirim	x 100	Jumlah
1	Percobaan 1	1075	1075	1075	100	0%
2	Percobaan 2	446	446	446	100	0%

3	Percobaan 3	4100	4100	4100	100	0%
4	Percobaan 4	36	36	36	100	0%
5	Percobaan 5	6315	6315	6315	100	0%
6	Percobaan 6	85	85	85	100	0%
7	Percobaan 7	54	54	54	100	0%
8	Percobaan 8	5410	5410	5410	100	0%
9	Percobaan 9	1944	1944	1944	100	0%
10	Percobaan 10	5433	5432	5433	100	0,0%
11	Percobaan 11	2069	2069	2069	100	0%
12	Percobaan 12	67	67	67	100	0%
No	Nama	Kirim	Terima	Kirim	X100	Jumlah
13	Percobaan 13	565	565	565	100	0%
14	Percobaan 14	26	26	26	100	0%
15	Percobaan 15	30	30	30	100	0%
16	Percobaan 16	85	84	85	100	1,2%
17	Percobaan 17	21847502	21847476	21847502	100	0,1%
18	Percobaan 18	5016	5016	5016	100	0%
19	Percobaan 19	8853	8853	8853	100	0%
20	Percobaan 20	941	941	941	100	0%
21	Percobaan 21	2126	2126	2126	100	0%
22	Percobaan 22	4020	4018	4020	100	0,0%
23	Percobaan 23	344	344	344	100	0%
24	Percobaan 24	1433	1432	1433	100	0,1%
25	Percobaan 25	583	583	583	100	0%
26	Percobaan 26	811	810	811	100	0,1%
27	Percobaan 27	90	89	90	100	1,1%
28	Percobaan 28	2291	2288	2291	100	0,1%
29	Percobaan 29	2796	2796	2796	100	0%
30	Percobaan 30	1408	1408	1408	100	0%
	Rata-rata Packet Loss					0,9%

Merupakan hasil pengukuran nilai packet loss, yang dimana dapat dilihat keseluruhan pengujian aplikasi PETRIKOR, hasil rata-rata pada jaringan sangat baik dikarenakan hasil persenan menunjukan 0,09% atau tidak ada kendala saat pengiriman data, hal ini memenuhi syarat standarisasi.



Grafik pada packet loss menunjukkan garis lurus mendatar pada percobaan 1 sampai 15 dengan nilai yang berada pada nilai 0, lalu grafik berubah menjadi naik turun pada percobaan 16 sampai 30 yang berarti nilai yang didapatkan mengalami perubahan selama kurun waktu pengujian.

4) Hasil Quality of Service

Pada keseluruhan pengujian sistem alat PETRIKOR berbasis IoT menggunakan software wireshark, bisa didapatkan standarisasi dari pengalamatan pada tabel dibawah ini:

Delay

Untuk menghitung pengujian delay diambil dari sampel percobaan 2 Pada pengujian delay percobaan 2 didapatkan hasil :

$$\begin{aligned} \text{Total Delay} &= 0,423579 \text{ s} \\ \text{Rata-rata Delay} &= 0,014606172 \text{ s} = 1,4606172 \text{ ms} \end{aligned}$$

<i>Kategori</i>	<i>Delay</i>	<i>Indeks</i>
<i>Sangat bagus</i>	<150 ms	4
<i>Bagus</i>	150 – 300 ms	3
<i>Sedang</i>	300 – 450 ms	2
<i>Jelek</i>	>450 ms	1

Jitter

Untuk menghitung pengujian Jitter diambil dari sampel percobaan 2 Pada pengujian percobaan 2 Jitter didapatkan hasil :

$$\begin{aligned} \text{Total Jitter} &= 0,167041 \text{ s} \\ \text{Rata-rata Jitter} &= 0,005760034 \text{ s} = 5,760034 \text{ ms} \end{aligned}$$

<i>Kategori</i>	<i>Jitter</i>	<i>Indeks</i>
<i>Sangat bagus</i>	0 ms	4
<i>Bagus</i>	0 – 75 ms	3
<i>Sedang</i>	75 – 125 ms	2
<i>Jelek</i>	125 – 225 ms	1

Throughput

Untuk menghitung pengujian Throughput diambil dari sampel percobaan 2. Pada pengujian Throughput 2 didapatkan hasil :

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= (\text{Jumlah Bytes})/(\text{Time Span}) \\ &= 513639/0.646 = 795106.811146 \text{ b} \times 8 = 6362 \text{ KBps} (100\%) \end{aligned}$$

<i>Kategori</i>	<i>Throughput</i>	<i>Indeks</i>
<i>Sangat bagus</i>	100%	4
<i>Bagus</i>	75%	3
<i>Sedang</i>	50%	2
<i>Jelek</i>	25%	1

Packet Loss

Untuk menghitung pengujian Packet Loss diambil dari sampel percobaan 16. Pada pengujian 16 Packet Loss didapatkan hasil :

$$\text{Packet Loss} = ((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) / (\text{Paket dikirim})) \times 100 = ((85 - 84) / 85) \times 100 = 1,2 \%$$

<i>Kategori</i>	<i>Packet Loss</i>	<i>Indeks</i>
<i>Sangat bagus</i>	0 – 2 %	4
<i>Bagus</i>	3 – 14 %	3

<i>Sedang</i>	12 – 24 %	2
<i>Jelek</i>	>25 %	1


Pada keseluruhan pengujian sistem alat Smart Infantometer berbasis android menggunakan software wireshark, bisa didapatkan standarisasi dari pengalaman pada tabel dibawah ini:

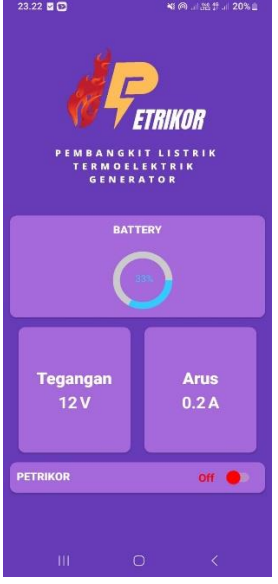
No	Parameter	Indeks	Kategori
1	<i>Delay</i>	4	Sangat Bagus
2	<i>Throughput</i>	1	Kurang Baik
3	<i>Packet Loss</i>	4	Sangat Bagus
	Rata-rata	3	Bagus

Setelah dikelompokan dalam tabel, maka nilai QoS secara keseluruhan daripengujian pertama sampai ke tiga dapat dilihat bahwa hasil rata-rata QoS pada jaringan Wi-fi memuaskan, karena memenuhi syarat dari THIPON yaitu rata-rata indeks 4.

5) Pengujian Black-Box Testing pada Alat Petrikor

Pengujian kotak hitam (black box testing) adalah metode pengujian perangkat lunak di mana menguji fungsionalitas suatu aplikasi tanpa memerhatikan rincian internal tentang bagaimana kode diimplementasikan. Dalam metode ini, fokus utama adalah pada input yang diberikan ke sistem dan keluaran yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan input tersebut. Tester tidak memiliki pengetahuan tentang struktur atau logika internal dari perangkat lunak yang sedang diuji. Metode ini lebih berorientasi pada pengalaman pengguna dan spesifikasi eksternal daripada pada implementasi teknis.

No	Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
1	Proses awal masuk aplikasi	Awal masuk aplikasi	Menampilkan logo PETRIKOR 2 detik lalu masuk screen menu	Valid	

2	Proses Screen Monitoring dan Kontroling	Masuk Menu Monitoring dan kontroling	Masuk kedalam screen Monitoring dan Kontroling	Valid	
---	---	--------------------------------------	--	-------	---

CONCLUSION

Dari hasil pembahasan sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Pembangkit listrik termoelektrik generator (PETRIKOR) dengan antarmuka aplikasi Kodular dan Firebase sebagai tempat database realtime berbasis IoT dalam mengoptimalkan monitoring dan pengontrolan sistem energi alternatif. Sistem ini memungkinkan pengumpulan data secara real-time tentang performa dan kondisi PETRIKOR melalui koneksi jaringan. Dalam perancangan sistem monitoring dan kontroling PETRIKOR menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1 ESP8266 untuk dapat mengirim dan menerima data serta intruksi melalui internet. Data tegangan, arus, presentase battery, serta kontrol aktif/nonaktif switch pada alat PETRIKOR dikumpulkan oleh Wemos D1 R1 dan dapat disimpan di real time database firebase.
2. Hasil pengujian Quality of Service nilai secara keseluruhan yang didapat adalah nilai Throughput 100% dengan indeks 4 sangat bagus. Nilai packet Loss 1,2% dengan indeks 4 kategori sangat bagus. Nilai rata-rata delay 1,4606172 ms dengan indeks 2 kategori sedang. Nilai rata-rata jitter 5,760034 ms dengan indeks 3 kategori bagus.

REFERENCES

1. Sasmita, Sandy Angriawan, et al. "Alternatif pembangkit energi listrik menggunakan prinsip termoelektrik generator." *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 21.1 (2019): 57-61.
2. Pradana, Adlan Bagus, et al. "Perancangan Purwarupa Pembangkit Termoelektrik sebagai Media Pembelajaran Konversi Energi." *Jurnal Edukasi Elektro* 5.1 (2021): 14-19.
3. Pradana, Muhammad Ady, and Mahendra Widyartono. "Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Aluminium, Kuningan Dan seng." *Jurnal teknik elektro* 9.2 (2020).
4. Fadhlurrohman, Haris Ihsanul, Fiqqih Faizah, and Lady Silk Moonlight. "RANCANG BANGUN GENERATOR TERMOELEKTRIK DENGAN MENGGUNAKAN SEEBECK EFFECT BERBASIS ARDUINO." *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*. Vol. 6. No. 1. 2022.
5. Rony Setiawan. "Memahami Apa Itu Internet Of Things." *Dicoding*. 8 September 2021. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-internet-of-things/>.

6. Agus AP. "Pemanfaatan Platform Kodular Dalam Pembelajaran Informatika. " Radarsemarang. 24 Januari 2022.
<https://radarsemarang.jawapos.com/untukmu-guruku/721390891/pemanfaatan-platform-kodular-dalam-pembelajaran-informatika>.