

IoT-Integrated Android Mobile App For House Electricity Smart Control System

1st Prasidya Pramadresana Saftari
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University
Bandung, Indonesia
andresaftari@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Mia Rosmiati
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University
Bandung, Indonesia
mia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Listrik merupakan kebutuhan dasar bagi setiap orang pada saat ini, hal ini dikarenakan hampir semua perangkat yang digunakan oleh manusia menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Hal ini menyebabkan perlu adanya pengendalian penggunaan listrik secara otomatis, karena terkadang dengan semakin banyaknya perangkat yang digunakan, maka tagihan listrik menjadi semakin besar dan hal ini tidak pernah disadari oleh masyarakat, karena jika pelanggan pasca bayar maka informasi penggunaan baru diketahui pada akhir bulan pada saat dilakukan penagihan pembayaran listrik sedangkan bagi pengguna Pra-bayar maka informasi penggunaan listrik baru diketahui pada saat cadangan token-nya habis. Maka dari itu diperlukan sebuah perangkat yang dapat mengukur penggunaan daya listrik untuk setiap komponen yang terhubung ke dalam rangkaian listrik secara real-time dan informasinya dapat dikirimkan secara langsung menggunakan wireless media. Sistem yang dibangun merupakan bagian dari Smart Metering. Sistem ini menggabungkan komponen analog dan Arduino Uno yang berfungsi sebagai komponen microcontroller. Menurut survey pengguna, sebesar 80.38% menyatakan setuju dengan pengembangan aplikasi dan perangkat Smart Metering ini.

Kata kunci—*arus listrik, daya listrik, transformator, arduino uno*

Abstract— Electricity is one of the most crucial things in our routines. Almost all of our device depends on it as the power source. Therefore a monitoring tool is required due to increased electrical uses that affect the cost. For a postpaid consumer, these usage costs will be notified only at the end of the month, and the prepaid will only know when the token is expired. These circumstances often led people to wonder what has increased their electrical costs. This increased cost sometimes led by people who may be unaware of their high uses of electricity or even the use of devices with leakage current. This problem concludes the need for tools or software which can monitor every interconnected electrical component in real-time and send the information back to the user using wireless. This system is part of the Smart Metering project, which integrates analog components with Arduino Uno as a microcontroller and mobile device as monitoring tools. Based on the survey, over 80.38% of the respondents support the development of Smart Metering IoT and Mobile apps.

Keywords—*electrical current, electrical power, transformator, arduino uno*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era modern ini, konservasi energi merupakan isu yang menantang karena secara eksponensial meningkatkan kebutuhan energi. Salah satu energi yang paling dibutuhkan oleh manusia adalah energi listrik. Energi listrik ini sudah merupakan kebutuhan dasar, hal ini dikarenakan hampir semua perangkat yang digunakan oleh manusia menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Namun, perlu diperhatikan bahwa perekonomian, perubahan iklim, dan bahkan krisis energi saat ini dapat dipengaruhi oleh konsumsi energi yang berlebihan, termasuk listrik [1].

Ada salah satu langkah untuk menurunkan pemborosan energi listrik, yaitu melalui pemantauan konsumsi energi listrik yang dapat langsung dilihat konsumen [2]. Beberapa studi menunjukkan bahwa penghematan energi listrik

maksimum dapat dicapai dengan menggunakan mekanisme umpan balik langsung yaitu memberikan informasi penggunaan energi listrik secara real-time [3]. Penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan serta pemutus dan penyambung arus listrik rumah tangga secara real-time bernama Smart Metering.

Smart Metering ini bekerja sebagai monitor and control system yang bertujuan untuk dapat mengawasi segala aktivitas atau kegiatan yang terjadi pada suatu ruangan, daerah, atau alat tertentu yang dianggap penting. Sistem monitoring dapat digunakan untuk melihat dan memantau suatu perangkat energi listrik seperti meteran listrik rumah dengan batas tegangan sebesar 240V dan arus sebesar 30A. Selain itu, sistem ini juga berguna sebagai sistem controlling yang dapat digunakan untuk memutuskan listrik sebuah perangkat apabila melebihi kapasitas penggunaan. Sistem ini menggunakan dua buah perangkat utama, yaitu sensor ACS712 yang dimana sensor ini berfungsi untuk membaca arus ampere yang digunakan [4], dan relay dimana alat ini berfungsi sebagai saklar on/off pada listrik. Sehingga dari kedua alat tersebut penggunaan daya pada suatu perangkat elektronik dapat dikontrol dan dimonitoring.

B. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan yang akan dicapai adalah:

1. Membangun Smart metering yang dapat memonitoring penggunaan listrik secara real time.
2. Menjadi sumber informasi utama pelanggan untuk

mengetahui jumlah daya listrik yang digunakannya untuk setiap perangkat listrik yang digunakannya.

3. Membangun sebuah system dimana pengguna dapat memutuskan arus listriknya melalui aplikasi Android.

II. PENELITIAN TERKAIT

Dalam mewujudkan proyek akhir ini, penulis mengembangkannya melalui beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi adalah Penelitian Dasar dan Terapan yang dilakukan oleh tiga dosen Fakultas Ilmu Terapan, yaitu Ibu Mia Rosmiati, S.Si, M.T., Bapak Hariandi Maulid, S.T., M.T., dan Bapak Tri Brotoharsono, S.T., M.T. pada Februari 2021 dengan judul Smart Metering: Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Untuk Setiap Komponen yang Terhubung Dalam Rangkaian Listrik Berbasis IoT.

Penelitian ini merupakan referensi utama kami dalam melaksanakan proyek akhir ini dengan mengembangkan fitur utama Smart Metering yaitu *Monitoring* dan menambahkan fitur *Controlling* untuk mematikan serta menghubungkan arus listrik pada relay. Penelitian ini mengusulkan sebuah inovasi dalam relay listrik rumah tangga dimana pengguna dapat melakukan monitoring terhadap tegangan, daya, arus, serta power factor dari listriknya.

Untuk proyek akhir ini, kami menambahkan fitur *Controlling*, sehingga pengguna tidak hanya dapat memerhatikan keadaan listrik rumahnya. Fitur *controlling* ini dikembangkan agar pengguna dapat mematikan atau menyalakan relay listrik melalui Smart Metering mobile app. Fitur ini sangat berguna untuk memutus arus listrik apabila ada penggunaan listrik yang berlebih atau melewati batasnormal.

III. ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

A. Analisis Kebutuhan Pengguna

Aplikasi ini ditargetkan untuk rumah tangga yang memerlukan monitoring penggunaan listriknya secara real-time, seperti kalangan yang sudah berumah tangga atau mahasiswa yang sudah memiliki domisilinya sendiri. Berdasarkan survey yang digunakan, 9 dari 10 responden sering melakukan pembayaran listrik yang signifikan disebabkan oleh penggunaan alat elektronik yang berlebih. Dari data yang didapat, 50% tidak memperhatikan penggunaan listrik karena tidak adanya alat monitoring yang dapat menampilkan besar pemakaian dari setiap alat elektronik yang digunakan. Dikarenakan oleh masalah ini, seluruh sampel mendukung adanya penelitian Smart Metering ini agar semua alat elektronik di rumah dapat dimonitoring melalui smartphone secara remote.

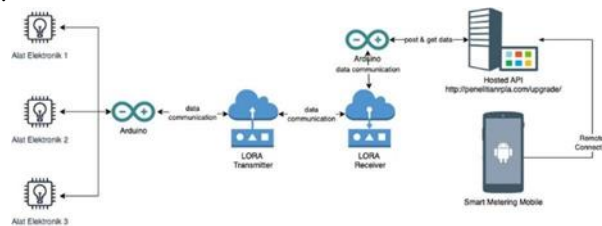
Informasi kebutuhan pengguna, karakteristik, dan apa yang tidak dibutuhkan oleh pengguna berhasil digali dengan metode survey. Ditargetkan 10 sampel, dari kalangan mahasiswa yang tinggal di rumahnya, mahasiswa yang

sedang kos, dan kalangan yang sudah berumah tangga. Berdasarkan informasi kebutuhan yang telah digali, terdapat beberapa fitur yang dibutuhkan sesuai data yang ada sebagai berikut.

1. Monitoring Listrik
 - a. Dengan menampilkan sejumlah informasi mengenai listrik, pengguna dengan mudah menentukan langkah-langkah yang harus diambil dalam menentukan penggunaan listrik.
 - b. Statistik yang menampilkan penggunaan harian.
2. Kontrol Listrik
 - a. Menyalakan dan mematikan arus listrik tanpa harus ada dirumah, mempermudah pengguna jika lupa mematikan listrik ketika meninggalkan rumah dalam keadaan kosong.

B. Perancangan Aplikasi

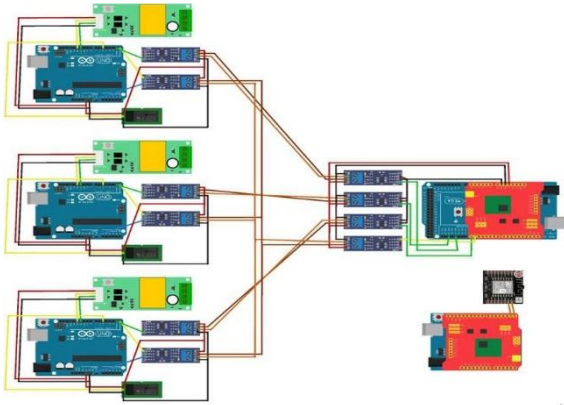
Proyek akhir ini merupakan proyek yang dikembangkan melalui penelitian Monitoring Listrik berbasis IoT dan terintegrasi Mobile Apps, yang diberi nama Smart Metering. Smart Metering ini terbagi menjadi dua buah komponen, yaitu Metering Unit dan Mobile App, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

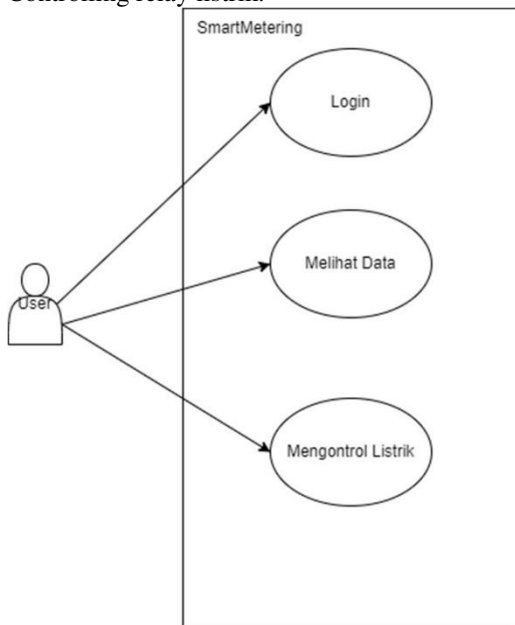
Cara kerja sistem dimulai dari Arduino yang mengirim data ketiga alat elektronik ke Hosted API menggunakan ESP8266 dan LORA. Lalu, Hosted API diakses oleh Smart Metering untuk melihat data yang dikirim Arduino berupa penggunaan daya, tegangan listrik, power factor, dan rated frequency. Ini adalah cara kerja dari fitur Monitoring System.

Untuk fitur Control System, dimulai dari Smart Metering mobile app, pengguna dapat melihat status dari Relay/Port elektronik sedang aktif atau dimatikan. Fitur ini bekerja seperti sekering remote, saat pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan relay, maka aplikasi mengirimkan status mati kepada Hosted API. Selanjutnya ESP8266 dan LORA di Arduino akan mematikan atau menghidupkan Relay/Port dari alat elektronik yang diubah statusnya. Fitur ini sangat cocok apabila pengguna ingin mematikan alat yang penggunaannya melebihi kapasitas atau mendekati korsleting listrik.



Gambar 2 Rangkaian Perangkat IoT

Gambar 3.2 diatas merupakan rangkaian elektronik, dimana pada rangkaian tersebut memanfaatkan arduino sebagai microcontroller utama, pzem sebagai sensor utama dalam mengambil nilai-nilai listrik, dan max485 yang memanfaatkan protokol komunikasi RS485 sebagai perantara komunikasi antar microcontroller. Untuk aksi yang dapat dilakukan dalam aplikasi adalah Login, Monitoring (Melihat) data listrik yang dikirim via IoT, serta Controlling relay listrik.



Sedangkan perangkat keras yang digunakan, termasuk perangkat IoT terdapat pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2 Spesifikasi PC

No	Spesifikasi Perangkat	Ketersediaan
1	Alienware Aurora R7 (Intel Core i7-8th gen overclock, RAM16GB, SSD)	Tersedia
2	Acer Predator Nitro 5 (Intel Core i7-10th gen, RAM 8GB,SSD)	Tersedia

Gambar 3 Use Case Diagram

C. *Kebutuhan Pengembangan Aplikasi*

Untuk mengimplementasikan aplikasi sesuai rancangan yang telah dibuat, dibutuhkan beberapa perangkat lunak dan perangkat keras tertentu. Perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan dan kebutuhan lainnya berlisensi dan bukan bajakan. Perangkat keras yang digunakan juga merupakan perangkat yang tersedia dan tidak ada kerusakan.

Semua perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan terdapat di Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Spesifikasi Software	Ketersediaan
1	Android Studio Bumblebee - 2021.1.1 Patch 2	Open source
2	Arduino IDE - version 1.8.15	Open source
3	Visual Studio Code - version 1.64.1	Open source
4	Postman - v9.8.1	Free Plan
5	Opera GX Browser - LVL3 (core: 83.0.4254.70)	Free
6	Flutter SDK version 2.2.0 (Stable)	Open Source
7	Flutter SDK version 2.8.0 (Stable)	Open Source
8	Figma Desktop	Free plan
9	Adobe Premiere Pro 2020	Education Plan
10	Adobe After Effect 2020	Education Plan
11	Microsoft Word 365	Education License
12	Google Docs	Open Source

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

3	Macbook Pro 2020 (Apple M1, RAM 8GB, SSD)	Tersedia
4	LoRa Dragino Shield	Tersedia
5	NodeMcu	Tersedia
6	Max485	Tersedia
7	PZEM004t	Tersedia

A. Implementasi Aplikasi

Aplikasi dibangun menggunakan *framework* Flutter, sehingga implementasi antarmuka sekaligus proses bisnis aplikasi menjadi lebih mudah dan cepat. Pengujian aplikasi ditujukan untuk meningkatkan performa aplikasi ke yang lebih optimal, lebih lancar, dan sesuai dengan keinginan.

Tabel 3 Spesifikasi Smartphone

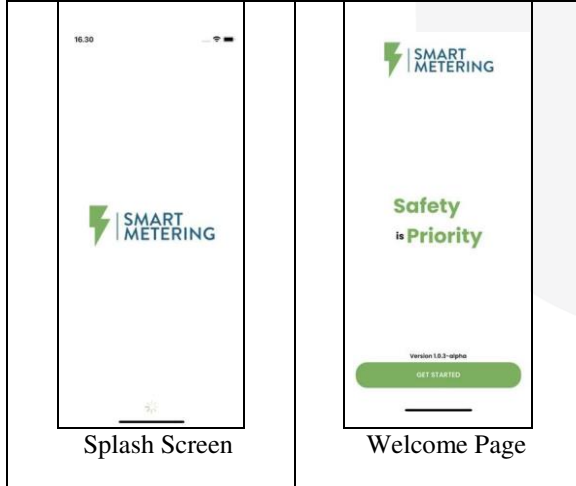
No	Spesifikasi Perangkat	Ketersediaan
1	Xiaomi Redmi 9 (6.3-inch, RAM 4GB)	Tersedia

Tabel 4 Perangkat IoT

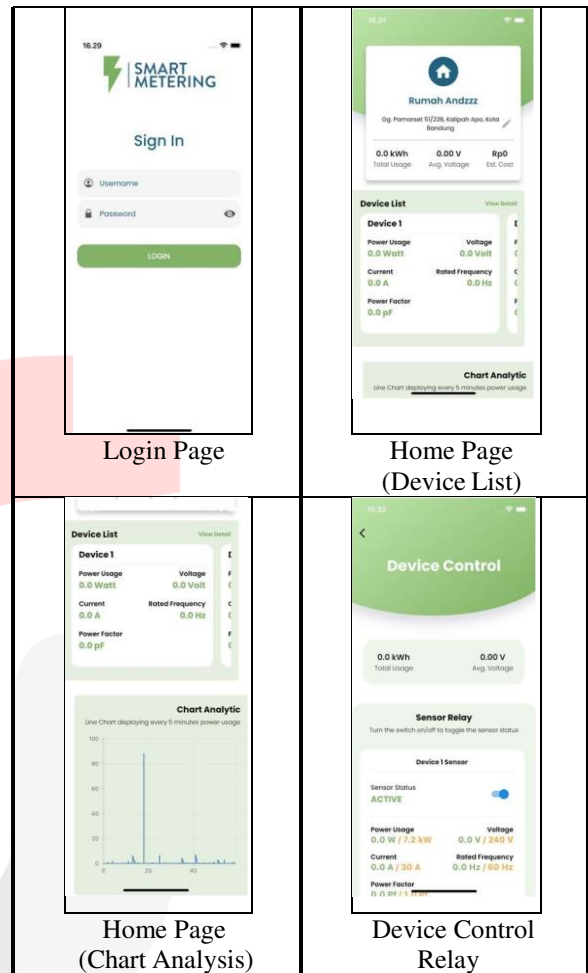
No	Spesifikasi Perangkat	Ketersediaan
1	Arduino Uno R3	Tersedia
2	Relay	Tersedia
3	Arduino Mega 2560	Tersedia

B. Implementasi Antarmuka Aplikasi

Tabel 5 Implementasi Antarmuka



Selain itu pengujian dapat menjadi dasar untuk menyatakan kelayakan sebuah aplikasi untuk digunakan oleh penggunanya. Berikut merupakan beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengoptimalkan aplikasi Smart Metering ini.



serta password default pengguna. Selanjutnya, data-data yang disimpan ataupun dikirim dari aplikasi Smart Metering mobile dapat diakses dalam bentuk json.

tanggal	jam	voltage	current	power	energy	frequency	pf	voltage	current	power	energy	frequency	pf	voltage	current	power	energy
2023/12/14	05:56:13	234.1	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234.3	0.058	6.1	1	0.068	50	234.3	0.035	0.4	0.05
2023/12/14	05:56:19	234.1	0.037	0.5	0.03	0.036	50	234.3	8	6.1	0.068	50	0.45	234.2	0.036	0.4	0
2023/12/14	05:56:23	234	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234.1	0.068	50	0.45	null	null	234.3	0	0.4	0.02
2023/12/14	05:56:29	234	0.037	0.5	0.036	50	0.06	234.3	0.058	6.1	0.068	50	0.45	234.2	0.036	0.012	50
2023/12/14	05:56:33	234	0.036	0.4	0.036	50	0.05	234.2	0.058	6.1	0.068	50	0.45	234.2	0.035	0.05	null
2023/12/14	05:56:38	234.1	0.037	0.5	0.036	5034.1	0.037	23445	null	null	null	null	null	234.1	0.03	50	0.05
2023/12/14	05:56:44	234.1	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234.3	0.037	6	0.068	50	0.45	234.2	0.036	0.5	0.01
2023/12/14	05:56:48	234.137	0.4	0.036	50	0.05	null	0	0.45	null	null	null	null	234.2	0.036	0.5	0.06
2023/12/14	05:56:51	234	0.037	0.5	0.036	50	0.06	2.068	50	0.45	null	null	null	234.2	0.035	0.5	0.01
2023/12/14	05:56:56	234	0.037	0.5	0.036	50	0.06	234.2	0.057	6	0.068	50	0.45	234.1	0.036	0.4	0.01
2023/12/14	05:56:59	234	6	null	null	null	null	234.1	0.058	6.1	0.068	50	0.45	234	0.035	0.4	0.01
2023/12/14	05:57:04	2330.037	0.4	0.036	50	0.05	null	234.1	0.058	6.1	0.068	50	0.45	234	0.035	0.4	0.01
2023/12/14	05:57:10	233.6	0.037	0.5	0.036	50	0.06	233.8	0.058	6.1	0.068	50	0.45234	0.9	0.036	0.5	0.01
2023/12/14	05:57:14	233.8	0.037	0.5	0.036	50	0.068	234	0.058	6.1	0.068	50	0.45	233.9	0.036	0.5	0.01
2023/12/14	05:57:18	233.8	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234.1	0.058	6.1	0.068	50	0.45	233.9	0.035	0.5	0.01
2023/12/14	05:57:21	233.5	0.037	0.4	0.036	50	0.4	233.7	0.058	6.34	0.058	6.1	0.068	233.7	0.036	0.5	0.01
2023/12/14	05:57:25	233.8	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234.1	0.058	6.1	0.068	50	0.45	234	0.035	0.4	0.01
2023/12/14	05:57:31	233.8	0.037	0.8	0.037	0.4	0.036	234	0.058	6	0.068	50	0.44	234	0.9	0.036	0.4
2023/12/14	05:57:36	233.8	0.037	0.4	0.036	50	0.05	234	0.058	6.1	0.068	50	0.45	233.9	0.035	0.4	0.01

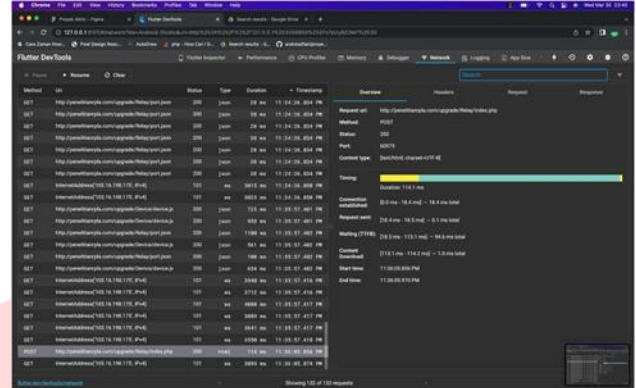
C. Implementasi Basis Data

Account		Device	
Username	Varchar	Waktu	
Password	Varchar	Tanggal	Date
		Jam	Time
		Port1	
		Voltage	Float
		Current	Float
		Power	Float
		Energy	Float
		Frequency	Float
		Pf	Float
		Port2	
		Pf	Float
		Frequency	Float
		Energy	Float
		Power	Float
		Current	Float
		Voltage	Float
		Port3	
		Pf	Float
		Frequency	Float
		Energy	Float
		Power	Float
		Current	Float
		Voltage	Float

Gambar 4 Implementasi Basis Data

Data disimpan dalam dua tabel basis data, yaitu Device untuk menyimpan data listrik yang didapat dari perangkat IoT dan account untuk menyimpan username

diuji kesesuaian datanya ini adalah fitur Login, Home Page (Monitoring Device dan Chart Analysis), Device Control Page (Relay Control). Sedangkan, pada *stress- testing* untuk menguji performa aplikasi, dijalankan skenario *fetching data* mulai dari Login Page sampai semua halaman memuat data. Komponen yang diuji dalam pengujian *benchmarking* performa ini adalah RAM (Memory), CPU Process, dan Network.



Gambar 7 Screenshot Benchmark Memory

```

1 // 20220318213711
2 // https://penelitianrpla.com/upgrade/Device/device.json
3
4 [
5   {
6     "port1": {
7       "voltage": 234.1,
8       "current": 0.037,
9       "power": 0.4,
10      "energy": 0.036,
11      "frequency": 50,
12      "pf": 0.05
13    },
14    "port2": {
15      "voltage": 234.3,
16      "current": 0.058,
17      "power": 6.1,
18      "energy": 1,
19      "frequency": 0.068,
20      "pf": 50
21    },
22    "port3": {
23      "voltage": 234.3,
24      "current": 0.035,
25      "power": 0.4,
26      "energy": 0.015,
27      "frequency": null,
28      "pf": null
29    },
30    "waktu": {
31      "tanggal": "2021/12/14",
32      "jam": "05:56:13"
33    }
34  },
35  {

```

Gambar 6 Json Response untuk Monitoring Device

D. Pengujian Aplikasi

Dalam proyek akhir ini dilakukan dua buah pengujian, yaitu *Blackbox (Stress Testing)* dan *Usability Test* melalui Google Form untuk melakukan survey pengguna. Pada *Blackbox testing*, dilakukan pengujian input-output melalui *automated testing* dan *unit testing*, lalu dilakukan pula pengujian performa aplikasi dengan *benchmarking scenario* selama satu sampai dua menit.

Pada *automated testing* dan *unit testing*, aplikasi diuji melalui simulasi dalam menjalankan sebuah fitur. Fitur yang

Selain pengujian aplikasi secara langsung melalui *Blackbox*, dilakukan juga *Usability Test*. Sebuah pengujian yang dengan mengikutsertakan *client* atau pengguna sebagai sampel untuk menguji kelayakan aplikasi di lapangan. Dalam proyek akhir ini, *usability test* dilakukan menggunakan Google Form dengan pertanyaan respon positif dan respon negatif untuk mengukur skala Likert dari masing-masing responden.

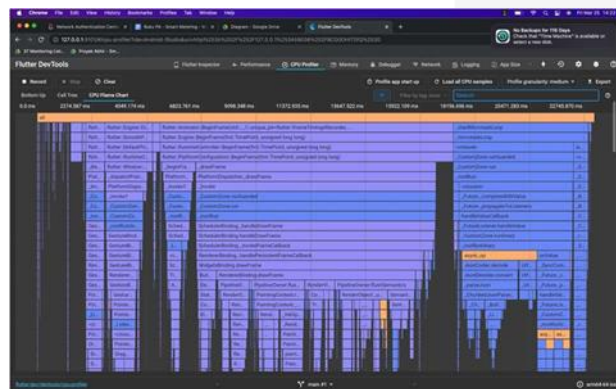
Tabel 6 Skala Likert Positif

Keterangan	Kode	Skala Penilaian
Sangat Tidak Setuju	STS	1
Tidak Setuju	TS	2
Netral	N	3
Setuju	S	4
Sangat Setuju	SS	5

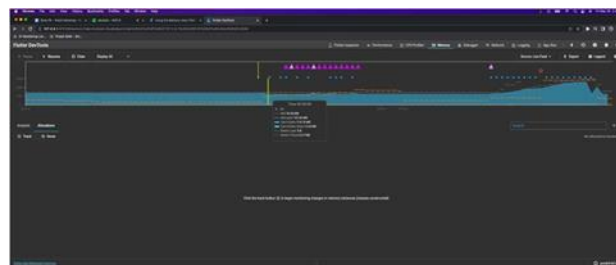
Tabel 7 Skala Likert Negatif

Keterangan	Kode	Skala Penilaian
Sangat Tidak Setuju	STS	5
Tidak Setuju	TS	4
Netral	N	3
Setuju	S	2
Sangat Setuju	SS	1

Rumus Penilaian yang digunakan untuk perhitungan Likert adalah sebagai berikut



Gambar 8 Screenshot *Benchmark CPU*



Gambar 9 Screenshot *Benchmark Network Test*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan selama penelitian, Smart Metering app dan perangkatnya, dapat membantu pengguna dalam memonitor penggunaan listrik rumah secara real-time. Hal ini diperkuat dengan dilakukannya survey pengguna yang menghasilkan rata-rata skor likert 80.38% jawaban positif untuk mewujudkan pengembangan aplikasi dan perangkat Smart Metering ini. Selain analisis melalui survey, melalui pengujian alpha sudah berjalan dengan stabil dan kendala yang dialami mencapai nilai minimum.

Setelah melakukan pengujian dan survey pengguna, ada beberapa saran yang didapatkan oleh responden untuk menjadikan sisi aplikasi dan sistem Smart Metering agar lebih baik lagi, sebagai berikut.

- A. Untuk dibuatkan *reminder* atau notifikasi apabila listrik hampir mendekati batas tidak wajar
- B. Menyediakan fitur multibahasa, terutama Indonesia dan Inggris agar dapat menjangkau para pengguna yang tidak mengerti bahasa Inggris
- C. Untuk dibuatkan *history* atau riwayat penggunaan perhari, perminggu dan perbulan dalam fitur *Chart Analysis*

REFERENSI

- [1] "Energy Consumption in United Kingdom," *Technical Report for Department of Energy & Climate Change*, 2010.
- [2] a. L. S. J. Uteley, "Domestic Energy Fact File 2008," *Technical Report for Building Research Establishment*, 2008.
- [3] K. D. a. J. L. K.E Martinez, "Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Households Electricity-Saving Opportunities," *Report Number E105*, 2010.
- [4] M. Akbar, "PENGENDALIAN PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID RENEWABLE ENERGY (SURYA, BAYU DAN PICOHIDRO) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMega2560," [Online]. Available: http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/316/2/D41115021_s_kripsi_23-10-. [Accessed 30 October 2021].
- [5] P. P. Saftari and R. Sukri, "SISTEM KONTROL LISTRIK RUMAH TANGGA | ANDROID MOBILE AND IOT-BASED," [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/12ke3-4InNo4iNHpF6EWUc25zgwFr6DQX/view?usp=sharing>. [Accessed 28 June 2022].

