

Rancang Bangun Sistem Aplikasi Monitoring Daya Listrik Rumah Berbasis Android

Alfa Wahyu Budianto¹, Rizki Putra Utama Endriansyah², Muhammad Ferrari Firmansyah³, Muhammad Priyono Tri Sulistyanto⁴, Danang Aditya Nugraha⁵, Muhammad Ghufron⁶, Fauzan Azhiman⁷, Kurriawan Budi Pranata^{*8}

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang,

⁶Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

⁷PT. Inovasi Teknologi Desa, Balai Inkubator Teknologi Kawasan Puspitek, Gedung 720, Muncul, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314

^{*8}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

*correspondence email : kurriawan@unikama.ac.id

Abstract— The need for household-scale electricity consumption is very closely dependent on household appliances that use electrical energy. The demand for household electricity has increased along with the Work From Home (WFH). If this is not managed optimally based on the aspect of its use, it will unconsciously have an impact on economic spending. The purpose of this study focuses on a prototype monitoring system for electrical quantities in the form of voltage, current strength and electric power in real time via the Android platform. The prototype that was created was able to collect realtime data every 1 minute and 5 minutes, respectively, resulting in a measurement accuracy of 92.99% and 81.85%. As well as reading accuracy of (36.60 + 2.42) Watt and (27 + 4.96) Watt. Based on the error results and the results of the reading accuracy of the prototype, a comparison was made between the delay of data retrieval per 1 minute and 5 minutes, it can be concluded that it has a higher reading accuracy per 1 minute. So that the suggestions and recommendations from further researchers regarding the design of electrical energy monitoring management use a delay time of more than one minute so as not to lose a lot of data information from the measurement results.

Index Terms— Work From Home, electricity, prototype, android.

Abstrak— Kebutuhan konsumsi listrik skala rumah tangga sangat bergantung pada peralatan rumah tangga yang menggunakan energi listrik. Kebutuhan listrik rumah tangga meningkat seiring dengan Work From Home (WFH). Jika hal ini tidak dikelola secara optimal berdasarkan aspek pemanfaatannya, secara tidak sadar akan berdampak pada pengeluaran ekonomi. Tujuan penelitian ini berfokus pada prototipe sistem monitoring besaran listrik berupa tegangan, kuat arus dan daya listrik secara real time melalui platform Android. Prototipe yang dibuat mampu mengumpulkan data secara realtime setiap 1 menit dan 5 menit, menghasilkan akurasi pengukuran sebesar 92,99% dan 81,85%. Serta akurasi pembacaan (36.60+2.42) Watt dan (27+4.96) Watt. Berdasarkan hasil error dan hasil akurasi pembacaan prototipe dibuat perbandingan antara delay pengambilan data per 1 menit dan 5 menit, dapat disimpulkan memiliki akurasi pembacaan per 1 menit yang lebih tinggi. Sehingga saran dan rekomendasi dari peneliti selanjutnya mengenai perancangan manajemen monitoring energi listrik menggunakan waktu tunda lebih dari satu menit agar tidak banyak kehilangan informasi data dari hasil pengukuran.

Kata Kunci—Sekitar empat kata kunci atau frasa dalam urutan abjad yang terpisah oleh titik-koma.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok dalam sendi-sendi perkembangan teknologi yang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan konsumsi yang sangat besar terhadap ketergantungan daya listrik [1]. Berdasarkan laporan badan pusat statistik Kota Malang, kebutuhan daya listrik terpasang pada tahun 2019 sebesar 951.581.196 VA selanjutnya mengalami peningkatan pada tahun 2020 sebesar 1.513.321.526. Artinya pada selisih satu tahun pada tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 561.740.330 VA [2]. Peningkatan ini sejalan dengan kondisi penambahan jumlah penduduk kota malang yang berujung pada

perkembangan sektor perumahan bagi warga baru yang datang di kota malang. Penggunaan daya listrik pada sektor pengembangan wilayah perumahan inilah yang berdampak sangat besar pada konsumsi listrik rumah tangga [3]. Apalagi pada tahun 2020 telah terjadi wabah besar COVID 19 telah mengakibatkan konsumsi daya listrik pada lingkungan industri cenderung turun, namun pada perumahan mengalami kenaikan [4]. Hal ini karena kebijakan *lockdown* yang disebabkan karyawan kantor melakukan pekerjaan dari rumah yang disebut *Work From Home* (WFH). Pada kebijakan WFH inilah konsumsi daya listrik pada sektor rumah tangga menanjak mengalami peningkatan drastis. Apalagi mayoritas penghuni sektor perumahan adalah warga pendatang dari luar kota malang yang memiliki status sebagai karyawan industri, karyawan perkantoran, dan pelajar yang melakukan studi di wilayah kampus kota malang namun tidak bisa pulang kampung karena efek dari *lockdown* [5].

Kejadian ini memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap efektifitas dan kualitas sistem daya kelistrikan berdasarkan penggunaan yang sesuai standart. Oleh sebab itu, sangat bermanfaat sekali bagi suatu industri pengelola tenaga kelistrikan untuk merumuskan optimalisasi pada aspek penggunaan teknis untuk memonitoring penggunaan daya listrik secara efektifitas dengan menekankan biaya [6]. Monitoring penggunaan daya listrik ini sangat perlu dilakukan pengukuran secara real time untuk menunjukkan keakuratan yang pasti terhadap efektifitas penggunaannya. Selain dilakukan pengukuran juga membutuhkan analisis terhadap hasil pengukuran yang dilakukan untuk menjaga kepresisian dan keakuratan data yang telah diukur agar sesuai dengan standart hasil pengukuran. Oleh karena itu, pentingnya terdapat suatu teknologi yang dapat melakukan suatu monitoring daya listrik sekaligus dapat mengukur, melakukan pengawasan, kondisi pengambilan data real time agar efektifitas penggunaan konsumsi daya listrik sesuai dengan standart layanan kelistrikan terhadap manajemen biaya daya yang dikeluarkan [7].

Sehingga pada peelitian ini akan berfokus pada pembuatan suatu prototype sistem monitoring daya listrik sektor rumah tangga untuk dapat memaantau penggunaan daya melalui metode parancangan hardware berupa sensor pengukuran besaran daya listrik dan pernacangan software display untuk memonitoring keluaran dari sensor yang terukur secara realtime melalui platform android.

Pengujian prototyepe dilakukan secara berkala hingga orde lima hari pengujian dengan pengambilan data secara real time dengan delay waktu yang berbeda-beda untuk menguji keseksamaan pembacaan yang di hasilkan oleh prototyepe yang dibuat. Hasil pengukuran data selanjutnya dianliis menggunakan metode perhitungan ralat sebagai acuan kepastian pembacaan alat yang terukur terhadap standart nilai data real yang ditentukan. Hasil analisis ini dapat dijadikan referensi keakuratan pembacaan dari system yang telah dibuat jika diterapkan secara real pada kondisi sebenarnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daya Listrik Sesaat

Secara besaran fisis yang ditinjau dalam penelitian ini adalah tegangan, kuat arus dan daya listrik pada listrik AC rumah tangga skala perumahan yang di sense menggunakan sensor PZEM-004T [8]. Ketiga besaran listrik tersebut dimonitoring setiap waktu dengan delay waktu sesaat per tiap 1 menit dan 5 menit dalam kurun waktu masing-masing 5 hari. Besaran daya listrik merupakan besaran yang dapat dihitung jika diketahui nilai dari tegangan listrik dan kuat arus listrik. Karena yang diukur adalah besaran listrik AC dan pengambilan data monitoring juga fungsi waktu sesaat, maka daya yang terukur adalah daya sesaat yang diambil saat melakukan pengambilan data per tiap 1 menit dan 5 menit. Maka daya sesaat yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$p(t) = V(t) \times i(t) \quad (1)$$

dimana :

$$\begin{aligned} V(t) &= V_m \cos(\omega t + \theta_v) \\ i(t) &= i_m \cos(\omega t + \theta_i) \end{aligned}$$

Maka persamaan (1) menjadi:

$$p(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v) \times i_m \cos(\omega t + \theta_i) \quad (2)$$

Dengan menggunakan identitas perkalian trigonometri:

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2} [\cos (A - B) + \cos (A + B)]$$

Maka persamaan 2 menjadi :

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m i_m \cos (\theta_v - \theta_i) \times \frac{1}{2} V_m i_m \cos (2\omega t + \theta_v + \theta_i) \quad (3)$$

Pada persamaan 3 ini daya sesaat memiliki dua bagian, yang pertama bebas terhadap fungsi waktu artinya dapat dikatakan sebagai konstanta. Nilai konstanta ini bergantung dari perbedaan fasa antara tegangan dan arus. Sedangkan bagian yang kedua terikat dengan fungsi waktu dimana variabel t melekat pada variabel frekuensi angular 2ω [9]. Oleh sebab itu daya sesaat ini sulit untuk dihitung dan diamati secara konsisten karena daya sesaat selalu berubah sesuai dengan perubahan waktu. Teori ini sesuai dengan yang dikerjakan pada penelitian ini bahwa monitoring daya real time setiap satuan waktu selalu berubah dalam pengambilan data.

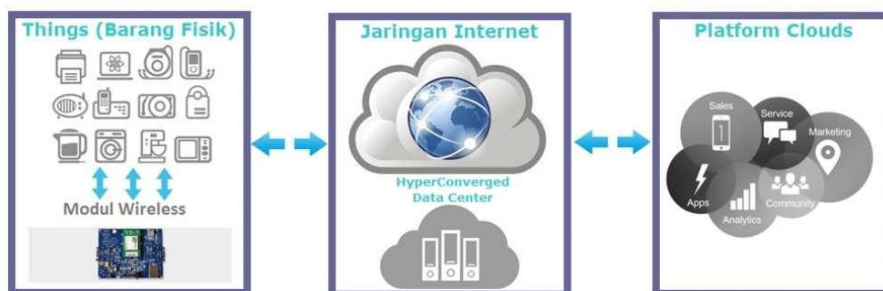
2.2 Monitoring Daya Listrik

Kebutuhan peralatan rumah tangga telah menuntut banyak konsumsi daya listrik. Oleh karena itu sangat penting untuk memantau dan mengukur sistem kelistrikan dan peralatannya. Pemantauan sistem kelistrikan ini biasanya kita sebut *smart monitory electrical* yang membantu mendukung komunikasi waktu nyata untuk merekam konsumsi energi listrik yang digunakan oleh pelanggan [10]. Tujuan dari hal tersebut sangat berpengaruh pada keuangan pengguna karena kenaikan tarif dasar listrik. Masalah ini dapat dikurangi jika pengguna dapat mengatur penggunaan listriknya dengan baik. Sebelumnya, sebagian besar pengguna tidak menyadari listrik mereka konsumsi karena fakta bahwa tagihan listrik dikeluarkan oleh perusahaan listrik negara hanya pada akhir setiap bulan, tanpa memberikan perincian atau perincian penggunaan. Dengan mengandalkan pada informasi yang diberikan dalam tagihan listrik tersebut, pengguna tidak bisa menentukan bagian mana dari rumah atau bangunan mereka yang dikonsumsi listrik paling banyak. Ini karena sebagian besar perusahaan listrik negara mengukur konsumsi energi rumah tertentu dengan menggunakan meteran umum, yang hanya akan memberikan umum atau membaca listrik secara keseluruhan untuk seluruh rumah. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan perangkat pemantauan seperti *smart monitory electrical* pada akhirnya akan berdampak lebih jauh bagi pengguna untuk melihat energi yang dikonsumsi oleh setiap bagian rumah. Sistem monitoring daya listrik yang kami usulkan pada penelitian ini akan menawarkan fitur pemantauan tegangan, kuat arus, dan daya listrik yang memiliki fitur perekaman data dan tampilan grafik dalam waktu nyata. Dimana data perekaman tersebut dapat diunggah ke database online yang dapat diinialisasi dan kemudian diakses oleh aplikasi Android.

2.3 Implementasi IoT Berbasis Android

Internet Of Things (IoT) adalah sebuah gagasan dimana semua benda fisik di dunia nyata dapat berkomunikasi secara dua arah satu dengan yang lainnya menjadi satu sistem menerapkan jaringan internet sebagai media komunikasinya untuk memproses dan mentransfer informasi data benda fisik tersebut [11]. Benda yang dimaksud ini berupa peralatan seperti mesin, kamera, sensor, dan aktuator untuk memperoleh data, mengirim data, dan melakukan kinerjanya sendiri berdasarkan informasi yang diperoleh secara independent [12]. Salah satu contoh kasus implementasi dari IoT adalah sebuah mesin kulkas yang dapat memberikan informasi data kepada pemiliknya melalui pesan chat WA, SMS bahkan email masuk melalui Android tentang stok makanan dan minuman yang sudah habis maupun yang harus dibutuhkan untuk esok paginya [13].

Teori dasar kinerja IoT terdiri dari tiga elemen yaitu benda fisik yang dilengkapi modul IoT, pernakat koneksi internet dan cloud data center untuk menyimpan aplikasi beserta data base yang dapat di tunjukkan pada Gambar 1.



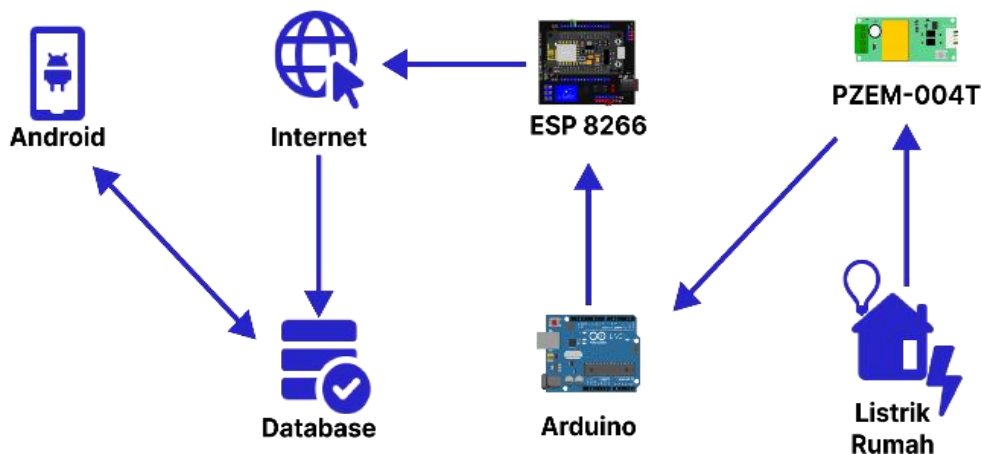
Gambar 1. Teori dasar kinerja IoT

(<http://www.myspsolution.com/news-events/cara-kerja-konsep-internet-of-things/>)

Gambar 1 menunjukkan bahwa sebuah benda fisik dapat memberikan informasi IP address melalui internet agar dapat berkomunikasi dengan benda lain dengan IP address yang lainnya. Demikian juga kinerja IoT telah diterapkan dalam penelitian ini yang mengimplementasikan pada sensor dalam jaringan IoT. Sensor pada penelitian ini bertugas sebagai detektor dan identifikasi parameter besaran fisis berupa daya listrik suatu peralatan yang selanjutnya akan mengirim data melalui jaringan nirkabel dan tersimpan dalam suatu data base dan ditampilkan secara real time tentang kondisi atau status perubahan data dari daya listrik. Pada konteks penelitian ini IoT diterapkan sebagai generator transmisi distribusi data kepada pengguna yang termonitoring melalui android [14].

III. METODE PENELITIAN

A. 3.1. Model Prototype Sistem Monitoring Daya

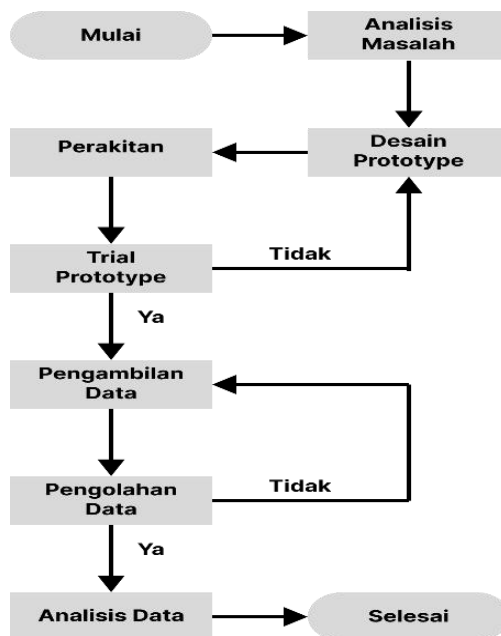


Gambar 2. Model Prototype

Prototype ini terdiri 3 bagian penting, antara lain : ESP 8266, PZEM-004T, dan Arduino sebagai input data, database atau localhost sebagai penyimpanan dan pengolahan data, dan aplikasi android sebagai output data. Data yang terukur dari sensor sebagai input data lalu di teruskan kepada modul Wi-Fi untuk di hubungkan ke database untuk dilakukan pengolahan data lebih lanjut agar dapat memperoleh data yang di inginkan. Hasil olah data dapat ditampilkan dalam aplikasi android dan dapat diakses melalui secara online. Sistem tersebut akan menampilkan data penggunaan listrik pada suatu rumah yang sudah di implementasikan sistem monitoring daya listrik.

B. 3.2. Metode Pengembangan Prototype

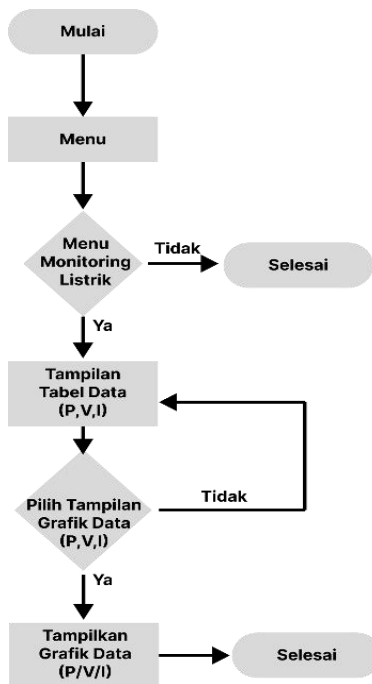
Metode yang digunakan dalam pengembangan tersebut untuk membuat sebuah prototype yang berfungsi sebagai pengukur dan memonitor daya. Gambar 3. Merupakan model pengembangan menggunakan metode prototype.

Gambar 3. Metode *Prototype*

Penjelasan pada Gambar 3 dapat dijabarkan sebagai berikut ini:

- Analisis masalah; Tahap ini adalah tahapan awal dalam menganalisis penggunaan daya listrik dengan kondisi yang berbeda. Untuk dapat mengetahui kebutuhan pengguna perlu dilakukan pengambilan data dan studi literatur sebagai bahan penelitian tentang *monitoring* daya listrik pada sistem kelistrikan PLN skala rumah tangga, selanjutnya kebutuhan dalam membangun sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan, serta membuat skenario untuk menghasilkan analisis perbandingan perubahan daya listrik pada sistem *monitoring* kelistrikan PLN skala rumah tangga.
- Desain dan Perakitan prototype; Pada tahapan pembuatan *prototype* ini, dilakukan dari pembuatan alat menggunakan Arduino sebagai *microcontroller*, sensor PZEM-004T sebagai *input* data dan juga ESP 8266 sebagai *Wi-Fi* untuk menyambungkan ke internet. Setelah pembacaan dari sensor lalu data akan di kirim ke *ThingSpeak* data tersebut akan di olah. Setelah di olah akan di teruskan ke aplikasi android dan akan di tampilkan datanya.
- Trial dan pengambilan data; Pada tahap ini pengambilan data dilakukan di salah satu rumah di Desa Rejosari Kecamatan Bantur Kabupaten Malang. Data-data tersebut adalah tegangan, daya, dan arus. Data-data tersebut akan dianalisis untuk menghasilkan sebuah kesimpulan tentang nilai daya listrik di Rumah peneliti pada periode 1 November sampai dengan 5 November 2022.
- Metode Pengolahan dan analisis Data; Hasil pengukuran melalui sensor arus, tegangan, dan daya. Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk 3 tabel dan 6 grafik yang terdiri dari perbedaan waktu per tiap 1 menit dan waktu per tiap 5 menit.

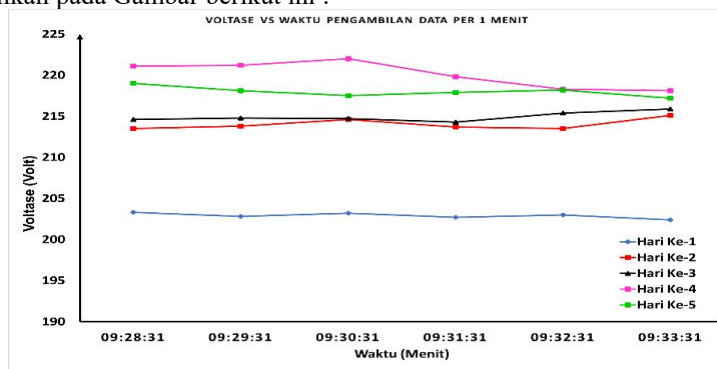
Secara umum penelitian ini mengacu pada diagram alir yang disajikan pada Gambar 4 bahwa menu fitur pengukuran yang disajikan dalam penelitian adalah besaran fisis tegangan, arus listrik dan daya listrik yang masing-masing dapat di pantau dalam bentuk data tabulasi dan grafis.



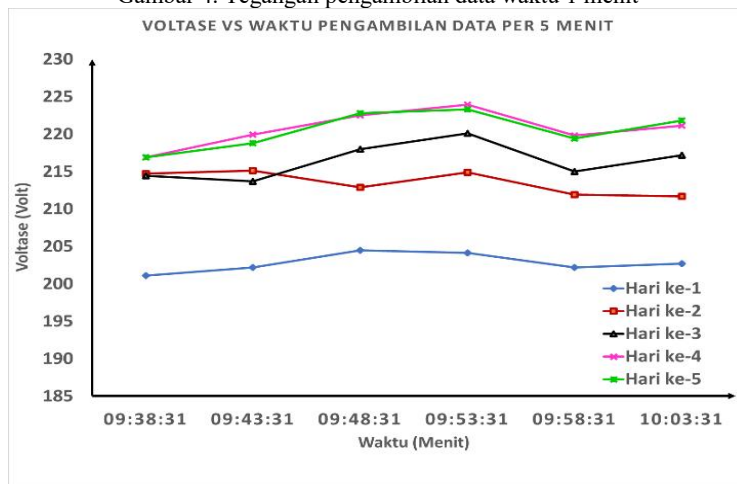
Gambar 4. Alur Monitoring

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang di analisis merupakan data yang di ambil dari suatu adaptor laptop yang merupakan salah satu fasilitas peralatan elektrolit di rumah tempat uji. Data yang di analisis adalah arus, tegangan, dan daya yang akan di tampilkan pada Gambar berikut ini :

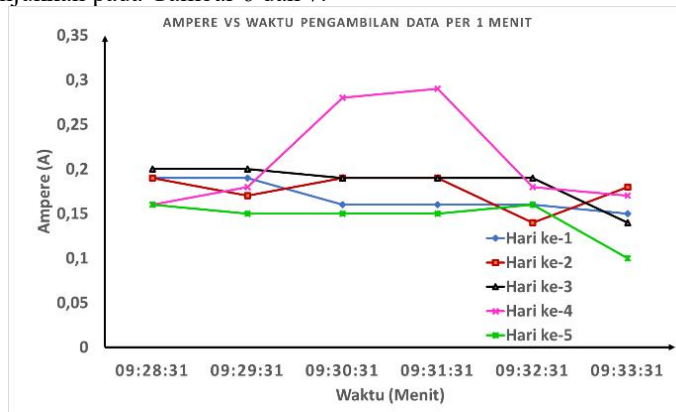


Gambar 4. Tegangan pengambilan data waktu 1 menit

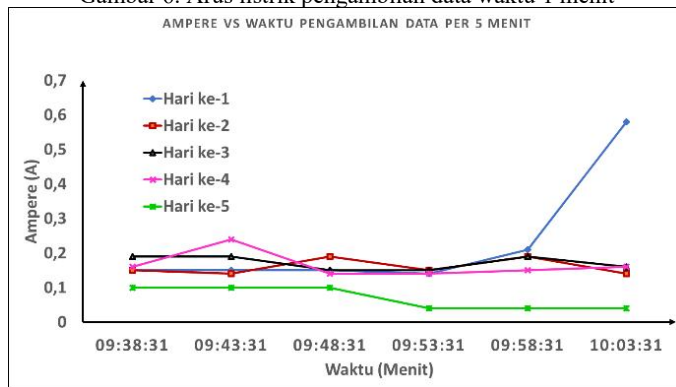


Gambar 5. Tegangan pengambilan data waktu 5 menit

Pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan pengambilan data grafik tegangan pengambilan per tiap 1 menit dan 5 menit yang menunjukkan pola grafik yang identik. Namun pada pengambilan data tegangan baik 1 menit maupun 5 menit terjadi perbedaan selisih yang cukup besar pada pengambilan data hari ke-1 daripada hari-hari yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada hari ke-1 saat pengambilan data dapat dipastikan konsumsi penggunaan energi dirumah sangat rendah daripada hari-hari selanjutnya. Sedangkan konsumsi energi listrik terbesar dapat diidentifikasi pada hari ke-4. Data ini juga diperkuat pada pengambilan data kuat arus listrik yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.

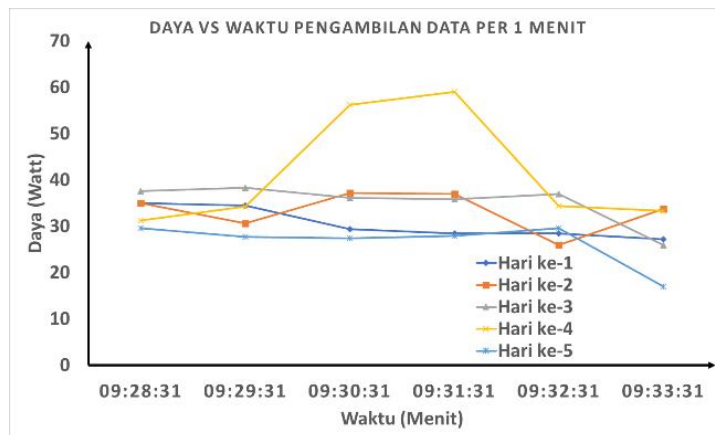


Gambar 6. Arus listrik pengambilan data waktu 1 menit

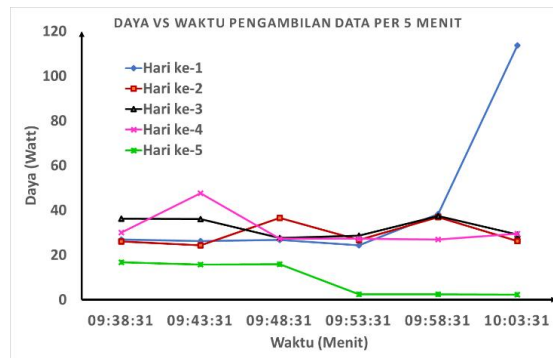


Gambar 7. Arus listrik pengambilan data waktu 5 menit

Telah ditunjukkan gambar 6 dan 7 pengambilan data grafik kuat arus listrik per tiap 1 menit dan 5 menit. Pada hari ke-4 telah ditunjukkan Gambar 6 pengambilan data per tiap satu menit pada jam 09 menit ke 30 detik ke 31 hingga rentang jam 09 menit ke 31 detik ke 31 dan Gambar 7 pengambilan data per tiap 5 menit pada waktu jam 09 menit 38 detik ke 31 nilai kuat arus terlihat lebih besar dari hari-hari yang lainnya. Artinya pada hari ke empat saat pengambilan data ini menunjukkan konsumsi kuat arus pada rumah yang dijadikan obyek pengukuran mengkonsumsi kuat arus lebih banyak daripada hari-hari yang lainnya. Hasil pengukuran ini tentunya akan berpengaruh pada nilai daya yang terukur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Daya listrik pengambilan data waktu 1 menit



Gambar 9. Daya listrik pengambilan data waktu 5 menit

Pada gambar 8 pengambilan data daya listrik per tiap 1 menit dan Gambar 9 pengambilan data grafik daya listrik per tiap 5 menit juga menunjukkan bahwa daya listrik yang terukur pada hari ke-4 mengalami konsumsi daya listrik yang besar daripada hari-hari lainnya. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 8 pada jam 09 menit ke 30 detik ke 31 hingga jam 09 menit ke 31 detik ke 31 mengalami lonjakan daya listrik yang cukup drastis. Begitupun juga pada Gambar 9 pada jam 09 menit ke 43 detik ke 31 juga mengalami lonjakan daya listrik. Sehingga dapat dipastikan pengukuran daya listrik pada hari ke-4 ini rumah yang dijadikan obyek penelitian ini mengalami peningkatan daya listrik yang diinisialisasi melalui tampilan data pada Gambar 8 dan 9.

Hal ini sejalan dengan tampilan grafik sebelumnya yaitu tampilan pada grafik tegangan, kuat arus listrik dan daya listrik yang memiliki hubungan berbanding lurus secara formula maupun hasil pengukuran secara experiment yaitutegang, kuat arus listrik dan daya listrik sama-sama memiliki nilai kenaikan jika suatu rumah obyek pengukuran mengkonsumsi daya listrik yang besar.

Selain melakukan hasil analisis secara grafis terkait dengan perubahan konsumsi daya listrik yang terjadi pada obyek pengukuran rumah yang dilakukan, maka prototype sistem monitoring juga dilakukan analisis keakuratan pembacaan daya listrik untuk mencari seberapa besar selisih error dari hasil pengukuran dan perhitungan. Hasil analisis tersebut telah dilampirkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengukuran dengan Waktu 1 Menit dan 5 Menit

Pengambilan Data Setiap 1 Menit						Pengambilan Data Setiap 5 Menit					
Hari	Waktu	Voltase (V)	Ampere (A)	Daya (W) Terukur	Daya (W) Terhitung	Hari	Waktu	Voltase (V)	Ampere (A)	Daya (W) Terukur	Daya (W) Terhitung
1	09:28:31	203,3	0,19	35	38,627	1	09:38:31	201,1	0,15	26,9	30,165
1	09:29:31	202,8	0,19	34,5	38,532	1	09:43:31	202,2	0,15	26,3	30,33
1	09:30:31	203,2	0,16	29,4	32,512	1	09:48:31	204,5	0,15	26,7	30,675
1	09:31:31	202,7	0,16	28,4	32,432	1	09:53:31	204,1	0,14	24,4	28,574
1	09:32:31	203	0,16	28,4	32,48	1	09:58:31	202,2	0,21	38,3	42,462
1	09:33:31	202,4	0,15	27,2	30,36	1	10:03:31	202,7	0,58	113,7	117,566
2	09:28:31	213,5	0,19	35	40,565	2	09:38:31	214,7	0,15	26,1	32,205
2	09:29:31	213,8	0,17	30,6	36,346	2	09:43:31	215,1	0,14	24,4	30,114
2	09:30:31	214,6	0,19	37,2	40,774	2	09:48:31	212,9	0,19	36,6	40,451
2	09:31:31	213,7	0,19	37	40,603	2	09:53:31	214,9	0,15	26,7	32,235
2	09:32:31	213,5	0,14	25,9	29,89	2	09:58:31	211,9	0,19	36,9	40,261
2	09:33:31	215,1	0,18	33,7	38,718	2	10:03:31	211,7	0,14	26,2	29,638
3	09:28:31	214,6	0,2	37,6	42,92	3	09:38:31	214,4	0,19	36,2	40,736
3	09:29:31	214,8	0,2	38,3	42,96	3	09:43:31	213,7	0,19	36,1	40,603
3	09:30:31	214,7	0,19	36,1	40,793	3	09:48:31	218	0,15	27,6	32,7
3	09:31:31	214,3	0,19	35,8	40,717	3	09:53:31	220,1	0,15	28,6	33,015
3	09:32:31	215,4	0,19	36,9	40,926	3	09:58:31	215	0,19	37,4	40,85
3	09:33:31	215,9	0,14	25,9	30,226	3	10:03:31	217,2	0,16	29,2	34,752
4	09:28:31	221,1	0,16	31,2	35,376	4	09:38:31	216,9	0,16	30,1	34,704
4	09:29:31	221,2	0,18	34,2	39,816	4	09:43:31	219,9	0,24	47,7	52,776
4	09:30:31	222	0,28	56,2	62,16	4	09:48:31	222,5	0,14	27,3	31,15
4	09:31:31	219,8	0,29	59	63,742	4	09:53:31	223,9	0,14	27,2	31,346
4	09:32:31	218,3	0,18	34,4	39,294	4	09:58:31	219,8	0,15	27	32,97
4	09:33:31	218,1	0,17	33,3	37,077	4	10:03:31	221,1	0,16	29,5	35,376
5	09:28:31	219	0,16	29,6	35,04	5	09:38:31	216,9	0,1	16,8	21,69
5	09:29:31	218,1	0,15	27,7	32,715	5	09:43:31	218,8	0,1	15,7	21,88
5	09:30:31	217,5	0,15	27,4	32,625	5	09:48:31	222,8	0,1	15,9	22,28
5	09:31:31	217,9	0,15	27,9	32,685	5	09:53:31	223,3	0,04	2,5	8,932
5	09:32:31	218,2	0,16	29,6	34,912	5	09:58:31	219,4	0,04	2,5	8,776
5	09:33:31	217,2	0,1	17	21,72	5	10:03:31	221,8	0,04	2,2	8,872

Pada Tabel 1 diatas sudah menunjukkan hasil pengambilan data antara arus, tegangan, daya terukur (daya yang di ukur dengan sensor PZEM-004T) dan daya terhitung (daya yang di hitung dengan perkalian tegangan dan arus). Terlihat juga di tabel bahwa adanya perbedaan daya terukur dan juga daya terhitung. Dikarenakan sensor PZEM-004T yang kurang akurat. Hasil dari Tabel 1 tersebut masih ada perbedaan antara daya listrik yang terukur per tiap satu menit dan per tiap 5 menit dengan daya listrik yang terhitung yang ditunjukkan pada tabel 1 pada kolom bagian daya terukur dan kolom daya terhitung. Dianalisis yang pertama pada bagian pengambilan data setiap 1 menit telah menunjukkan selisih yang tidak sebegitu jauh antara daya listrik yang terukur dengan daya listrik yang terhitung. Telah dirata-rata daya listrik yang terukur pada pengambilan data 1 menit sebesar 36,60 W sedangkan rata-rata daya listrik yang terhitung pada pengambilan data per tiap 1 menit sebesar 38,18 W.

Hasil rata-rata ini memiliki selisih sebesar 1,58 W. Selisih ini tidak sebegitu besar jika dibandingkan data daya listrik pengambilan data per tiap 5 menit. Hasil rata-rata daya listrik pengukuran pengambilan data per tiap 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 27 W. Sedangkan rata-rata daya listrik yang terhitung pada setiap pengambilan data per tiap 5 menit sebesar 35,65 W. Hasil rata-rata ini memiliki selisih sebesar 8,64 W. Selisih dari pengambilan data per tiap 5 menit ini sangat besar jika dibandingkan dengan selisih pengambilan data per tiap 1 menit. Perbedaan selisih yang sangat jauh ini dapat dipantau dari Tabel 1 pengukuran daya listrik per tiap 5 menit pada pengukuran hari ke-5 yaitu pada kolom 11 dan 12. Pada kolom 11 dan 12 bagian pengukuran hari ke-5 menunjukkan selisih yang sangat besar antara data daya listrik yang terukur dengan daya listrik yang terhitung. Diambil sample pada urutan data bagian hari ke-5 pada 3 terakhir dari bawah menunjukkan nilai 2,5 W untuk data yang terukur sedangkan data daya yang terhitung sebesar 8,93 W. Jika dikorelasikan pada data gambar grafik yaitu pada Gambar 9 pengukuran hari ke-5 menunjukkan data daya listrik sangat menurun tajam yang terjadi pada jam 09 menit 53 detik ke 31 hingga mengalami konstan turun pada jam 10 menit ke 03 detik ke 31. Artinya pada pengukuran hari ke-5 ini dapat dipastikan sistem prototype monitoring yang telah dibuat mengalami penurunan performa. Penurunan performa ini dapat diasumsikan dari sumber indera pengukuran sensor PZEM-004T atau dari sumber kelistrikan rumah tempat uji lapang saat pengambilan data. Kendala-kendala teknis saat pengukuran ini menjadi perhatian khusus sebagai acuan rekomendasi bagi peneliti selanjutnya. Untuk memastikan keakuratan data yang dihasilkan dari alat prototype monitoring system daya kelistrikan yang dibuat telah dilakukan analisis error mutlak dan ralat nisbi dari hasil data pengukuran yang didapat untuk mendapatkan keakuratan pembacaan data. Hasil perhitungan analisis perhitungan error ralat mutlak dan ralat nisbi ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Analisis Error pada Hasil Pengukuran Alat pada Waktu Tiap 1 Menit

Hari	Hari Ke-				
	1	2	3	4	5
Ralat Mutlak	1,38	1,76	1,87	5,16	1,94
Rabat Nisbi	4,52%	5,32%	5,35%	12,47%	7,33%
Keseksamaan	95,47%	94,67%	94,64%	87,52%	92,66%

Tabel 2 merupakan rekapitulasi hasil analisis ralat mutlak dan ralat nisbi dari data daya listrik pengambilan data per tiap 1 menit dari hari ke-1 sampai hari ke-5. Berdasarkan Tabel 2, nilai akurasi keseksamaan pembacaan pada system rototype monitoring daya listrik yang dibuat menunjukkan nilai diatas 85% dengan rata-rata pengukuran dari hari ke-1 sampai hari ke-5 memberikan nilai rata-rata ralat mutlak sebesar 2,42, rata-rata ralat nisbi sebesar 6,99% dan rata-rata keseksamaan sebesar 92,99 % sedangkan rata-rata pengukuran daya listrik per tiap 1 menit sebesar 36,60 W. Artinya hasil pengukuran alat prototype system monitoring daya listrik pada kasus uji pengambilan data per tiap 1 menit menghasilkan pembacaan sebesar $(36,60 \pm 2,42)$ Watt dengan nilai keseksamaan atau kepresisian data sebesar 92,99% dan error pembacaan sebesar 6,99%. Hasil ini relatif sangat bagus jika dibandingkan dengan data pengukuran daya listrik pada kondisi pengambilan data per tiap 5 menit yang secara umum hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Error pada Hasil Pengukuran Alat pada Waktu Tiap 5 Menit

Hari	Hari Ke-				
	1	2	3	4	5
Ralat Mutlak	14,34	2,31	1,83	3,29	3,07
Rabat Nisbi	33,57%	7,86%	5,63%	10,45%	33,18%
Keseksamaan	66,42%	92,13%	94,36%	89,54%	66,81%

Tabel 3 merupakan rekapitulasi hasil analisis perhitungan ralat mutlak, ralat nisbi, dan keseksamaan dari data daya listrik kondisi pengambilan data per tiap 5 menit dari hari ke-1 sampai hari ke-5. Berdasarkan Tabel 3, nilai akurasi keseksamaan pembacaan pada system prototype monitoring daya listrik yang dibuat

menunjukkan nilai masih ada yang dibawah 85% yaitu pada pengukuran hari ke-1 sebesar 66,41% dan hari ke-5 sebesar 66,81%. Hasil ini akan berpengaruh pada kepresisian pembacaan alat yang dibuat. Hasil rata-rata pengukuran dari hari ke-1 sampai hari ke-5 memberikan nilai rata-rata ralat nilai mutlak sebesar 4,96, rata-rata ralat nisbi sebesar 18,13 % dan rata-rata keseksamaan sebesar 81,85 % sedangkan rata-rata pengukuran daya listrik per tiap 5 menit sebesar 27 Watt. Artinya hasil pengukuran alat prototype system monitoring daya listrik pada kasus uji pengambilan data per tiap 5 menit menghasilkan pembacaan sebesar $(27 \pm 4,96)$ Watt dengan nilai keseksamaan atau kepresisian data sebesar 81,85% dan error pembacaan sebesar 18,85 %. Hasil ini relatif sangat kurang sekali jika dibandingkan dengan data pengukuran daya listrik dengan kondisi pengambilan data per tiap 1 menit error pembacaan sebesar 6,99% sedangkan kondisi pengambilan data per tiap 5 menit memiliki error pembacaan sebesar 18,85%. Pembacaan hasil error ini dapat diindikasikan bahwa pada pengambilan data per tiap 1 menit memiliki akurasi tinggi dikarenakan setting pengambilan data real time meminimalisir pengaruh loss data atau kehilangan data sangat sedikit dan dipastikan pengambilan data lebih semut daripada kondisi pengambilan data per tiap 5 menit yang memungkinkan banyak informasi data-data yang hilang jika dilakukan setting real time delay 5 menit per tiap pengambilan data. Namun, kelemahan dari setting pengambilan data dengan delay jeda waktu yang singkat akan dipastikan data yang tersimpan jumlahnya sangat besar dan membutuhkan system ruang system database penyimpanan data yang sangat besar. Informasi ini sangat penting bagi penelitian selanjutnya untuk membuat prototype sistem monitoring yang memiliki akurasi tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun monitoring daya kelitrikan rumah tangga berbasis android secara real time pada pengukuran daya kelitrikan rumah tangga dan menganalisis pengambilan data daya kelitrikan pada kondisi delay pengambilan data yang berbeda yaitu pengambilan data per tiap 1 menit dan 5 menit. Berdasarkan hasil pengukuran pada daya listrik adaptor laptop skala rumah tangga di Desa Rejosari Kecamatan Bantur Kabupaten Malang pada tanggal 1 November 2022 sampai dengan 5 November 2022 secara waktu nyata telah diketahui bahwa terjadi lonjakan daya listrik pada hari ke-4 jika dibandingkan dengan saat pengukuran hari ke-1, ke-2, ke-3 dan ke-5. Hasil pengukuran daya listrik pada delay waktu pengukuran pengambilan data 1 menit memiliki selisih dengan data daya listrik yang terhitung yaitu sebesar 1,58 Watt. Sedangkan selisih daya listrik dengan delay waktu pengambilan data per tiap 5 menit sebesar 8,64 Watt. Analisis perbedaan pembacaan dari prototype yang dibuat antara pembacaan daya listrik yang teukur dengan yang terhitung ini dilanjutkan dengan analisis akurasi pembacaan dari prototype yang dibuat melalui analisis error ralat mutlak, ralat nisbi dan keseksamaan. Berdasarkan hasil analisis error pada setiap kondisi pengambilan data per tiap 1 menit dan per tiap 5 menit didapatkan kepresisian atau keseksamaan pengukuran data yang dihasilkan dari prototype yang dibuat sebesar 92,99% pada setiap pengambilan data per tiap 1 menit. Sedangkan keseksamaan pengukuran pengambilan data per tiap 5 menit sebesar 81,85 %. Adapun juga dilakukan analisis ketelitian pembacaan dari prototype sistem monitoring daya listrik secara real time dengan delay pengambilan data per tiap 1 menit sebesar $(36,60 \pm 2,42)$ Watt. Sedangkan setting real time dengan delay pengambilan data per tiap 5 menit sebesar $(27 \pm 4,96)$ Watt. Berdasarkan hasil error dan hasil ketelitian pembacaan dari prototype yang dibuat perbandingan antara delay pengambilan data per tiap 1 menit dan per tiap 5 menit maka dapat disimpulkan memiliki akurasi ketelitian pembacaan lebih tinggi per tiap 1 menit. Sehingga saran dan rekomendasi dari peneliti selanjutnya tentang pembuatan rancang bangun monitoring manajemen energi listrik menggunakan delay waktu yang lebih semut dari satu menit agar tidak loss banyak informasi data dari hasil pengukuran yang dilakukan jika dikondisikan prototype yang dirancang bangun pengambilan data secara waktu nyata.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam kegiatan Penelitian ini dan sarana belajar kami dalam menulis artikel penelitian. Dimana ucapan terima kasih tersebut diantaranya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, dan Program Studi Sistem Informasi. Selain itu pihak-pihak lainnya yang terlibat dalam penelitian ini juga turut kami ucapkan terima kasih kepada Jurusan Fisika Universitas Brawijaya yang telah membantu menganalisis data penelitian kami. Kami ucapkan terima kasih juga kepada PT. Inovasi Teknologi Desa, Balai Inkubator Teknologi Kawasan Puspittek, Gedung 720, Muncul, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314 yang telah memberikan konsultasi bimbingan terkait dengan riset manajemen energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. B. Pranata, Y. Triasari, and N. Khairati, "Experimental study of the capacity and electrode structure on six cell dynamic lead acid battery," *TELKOMNIKA*, vol. 19, no. 4, 2021, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v19i4.17845.
- [2] "Badan Pusat Statistik Kota Malang," 2022.
<https://malangkota.bps.go.id/indicator/7/272/1/daya-terpasang-produksi-dan-distribusi-listrik-pt-pln-persero-pada-cabang-ranting-pln-menurut-kecamatan-di-kota-malang.html>
- [3] B. E. Prasetyo, W. Hayuhardhika, N. Putra, D. Syauby, and A. Bhawiyuga, "Sistem Monitoring Trafo Distribusi PT . PLN (Persero) Berbasis Io," *Jtiik*, vol. 7, no. 1, pp. 205–210, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071951.
- [4] P. E. Ramadhani, "Konsumsi Listrik Turun 24 Persen Efek Corona Covid-19," *Liputan6.com*, 2020.
<https://www.liputan6.com/bisnis/read/4227399/konsumsi-listrik-turun-24-persen-efek-corona-covid-19>
- [5] D. Despa, G. F. Nama, M. A. Muhammad, and T. Septiana, "Teknologi Internet Of Things (IoT) Sistem Kelistrikan 3 Fasa dengan Data Real Time Pengukuran Besaran Listrik (Studi Kasus : Pengaruh Covid-19 Pada Konsumsi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Lampung)," vol. 9, no. 4, pp. 735–742, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202294269.
- [6] Z. Ramadhan, S. R. Akbar, and G. E. Setyawan, "Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Web dan Protokol Komunikasi Websocket," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 205–211, 2019.
- [7] M. A. H. M. Isa, M. F. A. Latip, N. Zaini, and Y. F. Alias, "Android-based application for real time energy monitoring of domestic electricity," *Proc. - 2015 IEEE Conf. Syst. Process Control. ICSPC 2015*, no. December, pp. 134–139, 2016, doi: 10.1109/SPC.2015.7473573.
- [8] E. Kurniawan, D. S. Pangaudi, and E. N. Widjatmoko, "Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 5, no. 1, pp. 63–68, 2022, doi: 10.30651/cl.v5i1.8772.
- [9] E. Wira, "Rumus Daya Sesaat dan Daya Rata Rata," *Wira Electrical*, 2022.
<https://wiraelectrical.com/id/rumus-daya-sesaat-dan-daya-rata-rata/>
- [10] N. A. Prasetyo, A. G. Prabawati, and Suyoto, "Smart home: Power electric monitoring and control in Indonesia," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 13, no. 3, pp. 143–151, 2019, doi: 10.3991/ijim.v13i03.10070.
- [11] M. P. T. Sulistyanto, K. B. Pranata, A. N. Afandi, S. Sendari, and I. Sulistiyowati, "Monitoring electrical energy in electronic energy audits through internet of things technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1402, no. 7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/7/077067.
- [12] M. Suhaidi, "Penerapan Internet Of Thing (IOT) dalam Perancangan Aplikasi Pengaman Sepeda Motor berbasis Android," *J. Ilmu Komput. dan Bisnis*, vol. 10, no. 1, pp. 2167–2172, 2019, doi: 10.47927/jikb.v10i1.149.
- [13] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberri Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [14] Binus, "Cara Kerja Konsep Internet of Things," *PT. Strategic Partner Solution*, 2019.
<http://www.myspsolution.com/news-events/cara-kerja-konsep-internet-of-things/>