

Rancang Bangun Sistem *Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Aplikasi Android Pada Panel Pp-3 Lab. A Gedung Deli Universitas Telkom*

1st Eko Nur Andre Prasetyo
*Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia*
 ekonurandre@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Asep Suhendi
*Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia*
 suhendi@telkomuniversity.ac.id

3rd Casmika Saputra
*Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia*
 casmika@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan elektronik. Energi listrik pada sebuah bangunan yang dikonsumsi secara berlebihan dapat mengakibatkan pemborosan dari bangunan tersebut. Hal ini disebabkan karena pengguna tidak mengetahui berapa besar daya listrik yang terpakai. Untuk mengetahui banyaknya jumlah pemakaian dari energi listrik yang digunakan, perlu dilakukan monitoring agar tidak terjadi penggunaan energi listrik secara berlebihan. Besarnya penggunaan energi listrik yang terpakai hanya dapat dilihat melalui kWh meter yang disediakan oleh PLN secara manual tanpa dilengkapi parameter kelistrikan yang lengkap. Pada penelitian ini dikembangkan aplikasi monitoring penggunaan listrik pada suatu bangunan berbasis android dengan tujuan untuk mempermudah proses monitoring pemakaian listrik dan diharapkan mampu membantu proses penghematan energi listrik yang terpakai. Adapun parameter listrik yang diukur yaitu tegangan, arus, daya aktif, dan energi listrik serta biaya tagihan dari listrik yang digunakan. Sistem dirancang menggunakan modul PZEM 004T sebagai alat ukur parameter listrik dan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul wifi sebagai alat untuk mengirim data menuju database yang dapat terhubung dengan aplikasi android. Terdapat puncak pemakaian daya yang terlihat pada jam tertentu, terutama jam 14:00 hingga 15:30 dengan puncak pemakaian daya mencapai 1100 W. Akurasi dari sistem yang dibuat untuk pengukuran tegangan, daya, dan arus masing-masing adalah 97,56%, 99,86%, dan 99,89%.

Kata kunci — Monitoring Listrik, ESP8266, PZEM-004T, Aplikasi Android, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi listrik di masa sekarang berdampingan dengan perkembangan dari kemajuan teknologi di dunia. Sebagian besar peralatan yang ada saat ini baik di dalam industri maupun rumah tangga membutuhkan energi listrik untuk mengoperasikannya. Hal ini menyebabkan energi listrik menjadi kebutuhan primer yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat saat

ini. Pertumbuhan dari penggunaan energi listrik yang semakin meningkat, namun tidak diimbangi dengan peningkatan dari ketersediaan kapasitas pasokan yang seimbang dapat mengakibatkan terjadinya krisis energi listrik di masa depan [1]. Konsumsi listrik per kapita adalah 92,2%, dengan nilai target dan capaian tahun 2021 masing-masing adalah 1.203 kWh dan 1.109 kWh per kapita [2]. Peningkatan terhadap pertumbuhan energi listrik tersebut tentu dapat menghabiskan ketersediaan sumber energi tak terbarukan yang ada saat ini jika dalam proses pemanfaatannya tidak efektif dan efisien. Hal yang terkadang terjadi dalam kehidupan sehari-hari adalah para pengguna lupa untuk mematikan alat ataupun perangkat elektronik yang digunakan sehingga cenderung terjadi pemborosan listrik. Energi listrik menjadi salah satu komponen yang sangat dibutuhkan untuk menunjang keberhasilan dalam aspek lain. Pengukuran energi listrik juga masih dilakukan secara manual dan tidak dapat dipantau dari jarak jauh sehingga perlu pengecekan secara berkala untuk mengetahui berapa besar energi listrik yang telah digunakan [3].

Pada era digitalisasi saat ini, perkembangan konsep internet of things (IoT) merupakan salah satu konsep yang berkembang dengan sangat maju dan pesat. Setiap kebutuhan manusia dapat terpenuhi dengan memanfaatkan penggunaan jaringan internet yang dapat diakses dimanapun. IoT merupakan sebuah sistem yang mampu menghubungkan device dengan jaringan internet. Dengan demikian, konsep internet of things (IoT) sangat efektif untuk diterapkan dalam penggunaan pemantauan dan pengontrolan penggunaan energi listrik pada sebuah bangunan. Sebuah sistem yang mampu menghubungkan device dengan jaringan internet. Dengan demikian, konsep internet of things (IoT) sangat efektif untuk diterapkan dalam penggunaan pemantauan dan pengontrolan penggunaan energi listrik pada sebuah bangunan.

Penelitian terkait monitoring penggunaan energi listrik telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan beberapa metode pendekatan, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Rizal Akbar [4] adalah membuat sistem

monitoring penggunaan energi listrik pada peralatan rumah tangga dengan menggunakan sensor arus ACS712 dan trafo step-down sebagai sensor tegangan berbasis Atmega328 yang bertujuan untuk memanajemen penggunaan listrik dengan baik. Penelitian lain dilakukan Fazrin Muhammad [5] menggunakan Arduino Uno untuk Sistem Pengukuran dan Logging Penggunaan Daya Listrik pada Suatu Bangunan. Fazrin melakukan percobaan yaitu membuat sistem audit energi pada suatu bangunan dengan menggunakan sensor SCT-013-030 sebagai sensor arus dan sensor ZMPT101B sebagai sensor tegangan yang dapat memberikan laporan pembacaan secara real time. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Rikal Chania [6] berupa sistem monitoring energi listrik menggunakan mikrokontroler atmega 2560 sebagai pemroses dan pengolah data berbasis SMS yang dapat dipantau melalui handphone. Namun pada penelitian yang telah dipaparkan diatas, tingkat akurasi sensor pada penelitian tersebut masih rendah, sedangkan untuk meningkatkan keakuratan dari suatu sistem monitoring sangat diperlukan kehandalan dan presisi dalam pengukuran.

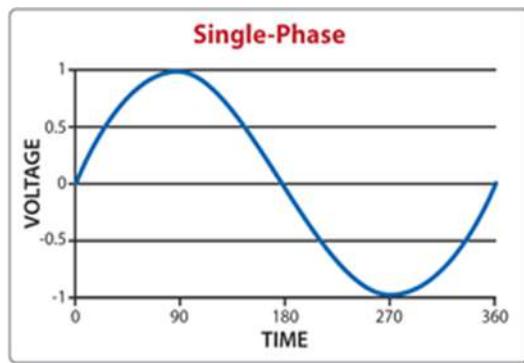
Berdasarkan permasalahan tersebut dirancang sistem monitoring parameter listrik berbasis Aplikasi Android dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT). Sistem ini terdiri dari modul sensor PZEM-004T sebagai alat ukur, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pemroses data sekaligus sebagai modul komunikasi berbasis IoT. Adapun parameter listrik yang akan diukur adalah tegangan, arus, dan daya. Dengan terintegrasinya sistem IoT yang terhubung, nilai penggunaan tegangan, arus, dan daya dapat dilihat secara realtime melalui aplikasi.

II. KAJIAN TEORI

A. Listrik

Listrik merupakan sumber energi vital, mengalir melalui konduktor karena muatan bergerak, memungkinkan arus listrik [7]. Listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena sebagian besar alat-alat yang digunakan untuk memudahkan pekerjaan manusia terutama dalam rumah tangga menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga untuk mengoperasikannya. Pentingnya listrik sebagai salah satu inovasi teknologi terbesar yang telah merevolusi berbagai aspek kehidupan manusia, seperti transportasi, komunikasi, proses industri, dan kehidupan sehari-hari[7].

PLN merupakan sebuah perusahaan yang mengatur mengenai pendistribusian kelistrikan yang ada di Indonesia. Sumber listrik PLN yang digunakan oleh masyarakat merupakan energi listrik dengan arus bolak-balik(AC) yang dihasilkan melalui proses pembangkitan dari generator berbagai macam pembangkit baik itu pembangkit listrik bertenaga air (PLTA), pembangkit listrik bertenaga panas bumi (PLTP) ataupun pembangkit listrik lainnya. Listrik yang biasa didistribusikan untuk kebutuhan rumah tangga merupakan listrik 1 phase. Umumnya listrik 1 phase yang didistribusikan oleh PLN memiliki tegangan berkisar 220-240 Volt dengan frekuensi 50 Hz.



GAMBAR 2.1
(Gelombang Listrik 1 Phase)

B. Tegangan Listrik

Tegangan listrik, diukur dalam volt, memainkan peran penting dalam menentukan aliran arus dalam rangkaian listrik [8]. Hubungan antara tegangan dan arus dalam rangkaian kelistrikan adalah suatu hal yang saling berkaitan, karena terdapatnya arus pada suatu rangkaian listrik diakibatkan oleh adanya tegangan listrik yang membuat elektron dapat bergerak dari satu titik ke titik lainnya.

C. Arus Listrik

Arus Listrik merupakan banyaknya jumlah muatan elektron yang mengalir melalui sebuah jalur pada rangkaian dalam waktu tertentu. Arus listrik muncul karena adanya pengaruh beda potensial pada kedua ujung penghantar antar dua titik. Arus listrik, didefinisikan oleh persamaan Maxwell, adalah aliran muatan melalui rangkaian, dipengaruhi oleh perbedaan potensial [9]. Arus listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan arahnya, yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Arus AC bergerak bolak-balik dan tidak bergantung pada arah kutub. Arus listrik yang digunakan di Indonesia memiliki standar frekuensi dengan nilai sebesar 50 Hz.

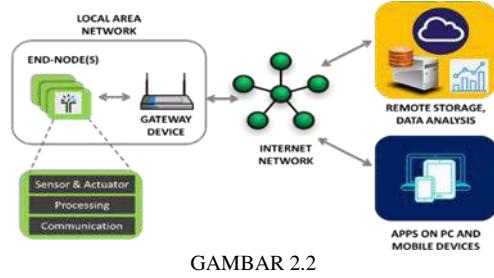
D. Daya Listrik

Daya Listrik merupakan besarnya energi listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian kelistrikan setiap detik. Mengetahui daya pada suatu rangkaian elektrik merupakan salah satu fungsi yang berhubungan dengan efisiensi dan hemat energi. Dalam merancang suatu rangkaian elektronik harus benar-benar memperhitungkan efisiensi daya dari input ke output. Hal ini bila tidak diperhatikan maka akan terjadi lost daya yang besar. Maka itulah pentingnya perlu mengetahui daya yang terukur pada rangkaian kelistrikan.

E. Internet of Things (IoT)

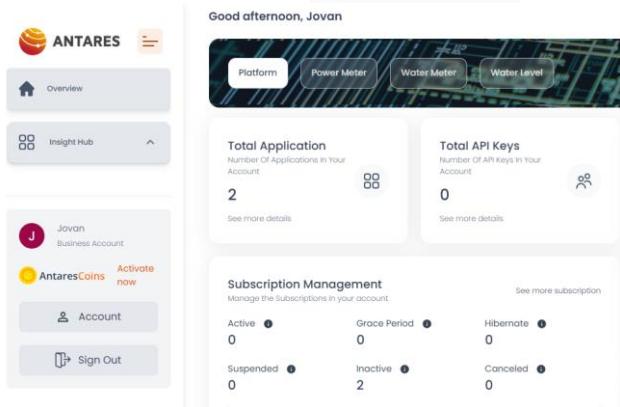
Internet of Things(IoT) merupakan suatu konsep yang dapat mengintegrasikan device dengan sensor pada sebuah sistem dengan melalui bantuan koneksi internet tanpa adanya interaksi manusia dengan manusia ataupun manusia dengan komputer [10]. Pada sistem monitoring penggunaan listrik ini, diterapkan konsep IoT yang bertujuan untuk mengirimkan data hasil dari pengolahan mikrokontroler menuju platform website yang berfungsi sebagai penyimpanan data yang dapat diakses secara online dan platform aplikasi berbasis android yang berfungsi sebagai penampilan data secara real time. Terdapat beberapa platform IoT berbasis web, yaitu diantaranya Antares, Firebase, dan Thingspeak. Pada kesempatan kali ini, platform berbasis web yang digunakan

adalah Antares. Dengan adanya konsep IoT dapat mempermudah manusia dapat melakukan pekerjaan dan proses maintenance karena dapat memantau keadaan suatu sistem secara jarak jauh dengan melalui bantuan koneksi internet.



F. Database Antares

Antares merupakan platform website yang dapat menghubungkan, menganalisa dan menyimpan data secara online. Data yang masuk ke antares dapat dipantau secara real time sehingga mampu meningkatkan efisiensi project dari internet of things (IoT). Antares dapat terintegrasi dengan berbagai macam perangkat mikrokontroller seperti ESP, Arduino, Raspberry Pi, dan bahasa pemrograman lainnya. Untuk keamanan, antares telah meng-enkripsi jalur komunikasi yang terhubung sehingga project atau data yang tersimpan menjadi aman karena hanya pengguna/pemrogram yang dapat mengendalikan atau mengakses jalur komunikasi.



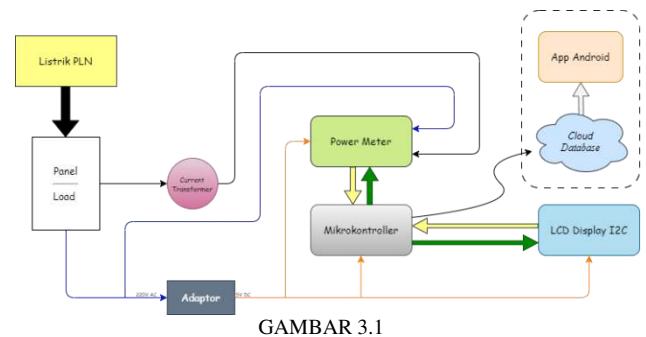
G. MIT App Inventor

MIT App Inventor merupakan sebuah platform yang digunakan untuk membuat aplikasi sederhana dengan berbagai macam tampilan dengan mudah. Platform ini memungkinkan pengguna untuk mendesain aplikasi sesuai dengan keinginan tanpa harus melalui proses pembuatan program yang cukup kompleks. Fitur-fitur yang tersedia untuk mendesain aplikasi juga sudah cukup lengkap. Selain itu, tampilan dari user interfacenya mudah untuk dipahami dan support dengan sistem operasi android.

III. METODE

A. Desain Sistem

Desain sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:



Berdasarkan Gambar 3.1 di atas, diketahui bahwa terdapat 3 bagian yaitu input, proses, dan output. Input merupakan beban pemakaian yang diukur dari panel PP-3 Lab, A pada Gedung Deli Universitas Telkom, dengan tegangan antara 220-240 V. Tegangan yang diperoleh akan diubah oleh adaptor dari tegangan 220V AC menjadi 5V DC. Hal ini bertujuan untuk menyalaikan komponen dari alat yang digunakan, dikarenakan komponen yang digunakan pada alat menggunakan 5V DC sebagai tegangan kerjanya. Proses merupakan bagian proses pengukuran arus, tegangan, daya, serta energi yang diukur dengan menggunakan sensor tegangan yang terdapat pada alat dengan jalur input yang diperoleh dari panel serta sensor arus berupa current transformer yang dikaitkan pada jalur yang akan digunakan sebagai beban. Dan hasil pengukuran dapat dilihat pada LCD display maupun aplikasi android yang sudah terintegrasi dengan IoT.

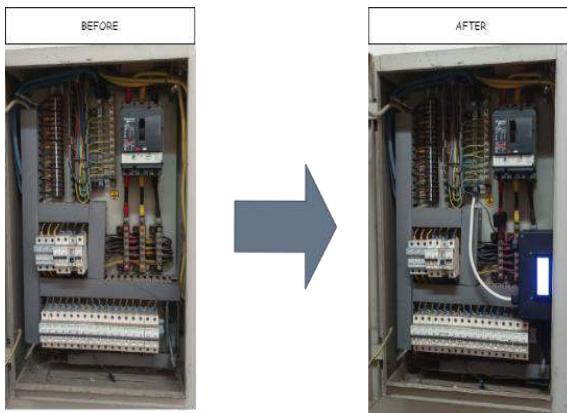
1. Diagram Blok

Untuk mengetahui rangkaian alur koordinasi dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada diagram blok yang terdapat Gambar 3.2 berikut:



Sistem monitoring penggunaan listrik pada panel PP-3 Lab, A lantai 3 Gedung Deli yang dirancang dimulai dengan sebuah input atau masukan berupa tegangan dan arus dari listrik satu fasa yang bersumber dari Panel. Kemudian sensor akan membaca nilai tegangan dan arus yang mengalir pada rangkaian. Nilai dari tegangan dan arus yang telah dibaca oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroller. Mikrokontroller berfungsi untuk mengirim data nilai yang telah diproses untuk dapat ditampilkan pada dashboard monitoring yang telah tersedia.

2. Fungsi dan Fitur

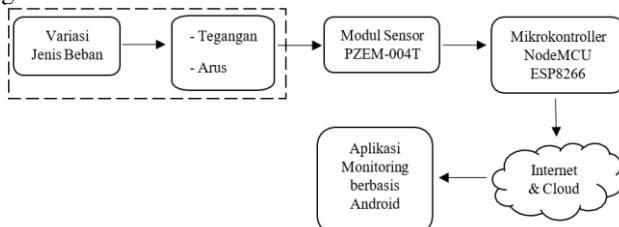


GAMBAR 3.3
(Denah Pemasangan Alat Pada Panel)

Instrument ini berfungsi untuk memantau penggunaan daya listrik pada beban yang digunakan pada panel PP-3 Lab, A lantai tiga Gedung Deli. Sistem monitoring ini mampu memantau penggunaan daya serta energi listrik dengan nilai pembebanan yang bervariatif. Fitur yang ada pada sistem monitoring penggunaan daya listrik ini yaitu data tegangan, arus, daya, serta energi dari penggunaan listrik.

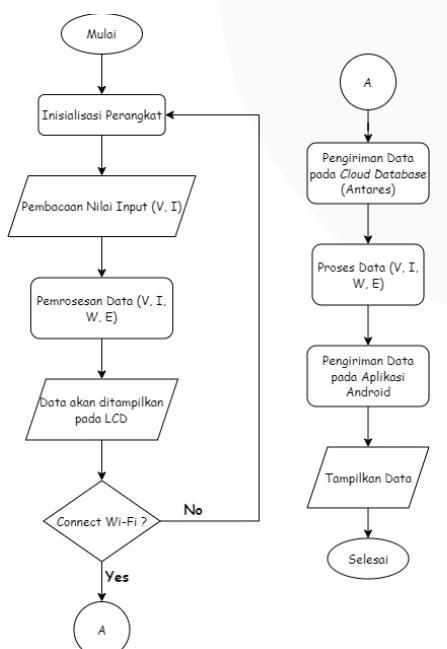
B. Desain Perangkat Keras

Rancangan sistem yang dibuat dapat dilihat pada blok diagram berikut:



GAMBAR 3.4
(Desain Perangkat Keras)

C. Rancangan Perangkat Lunak



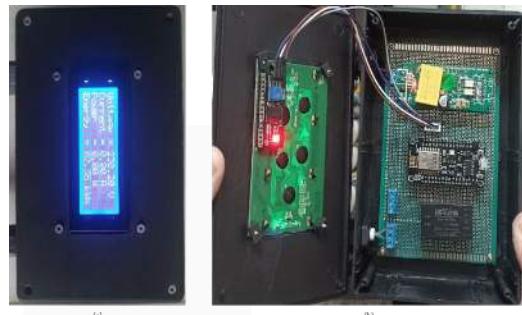
GAMBAR 3.5
(Flowchart Perangkat Lunak Sistem)

Rancangan perangkat lunak yang dibuat yaitu menggunakan website sebagai *database* dan aplikasi berbasis android sebagai *dashboard monitoring* yang dapat menampilkan data berupa arus, tegangan, daya aktif, energi, serta biaya penggunaan listrik yang digunakan (Rp) dari jalur kelistrikan yang diukur melalui modul sensor PZEM-004T. Sistem dimulai ketika sensor diaktifkan dan beban berupa perangkat elektronik menyala. Variasi dari beban akan menghasilkan perubahan arus dan tegangan yang kemudian dibaca oleh modul sensor untuk mendapatkan data arus, tegangan, daya aktif, dan energi. Proses ini akan terjadi secara terus menerus dan sensor akan membaca perubahan data secara *real time*. Data yang dibaca sensor, diproses oleh NodeMCU untuk dikirim menuju *platform website* sebagai media penyimpanan data secara *online* dan data dapat diakses melalui aplikasi *smartphone*. *Platform website* yang digunakan adalah Antares yang memiliki keunggulan olah data secara *real time*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Alat

Berikut merupakan rangkaian dari sistem yang dibuat:



GAMBAR 4.1
(a) Tampilan LCD Display dan (b) Rangkaian Alat didalam Box

Proses perancangan alat dilakukan dengan menyolder komponen – komponen yang digunakan menjadi satu dengan menggunakan papan PCB kemudian diletakkan kedalam *junction box* berukuran 18x11x6 cm. Adapun komponen yang digunakan adalah Adaptor Hi-Link 5V 1A, Mikrokontroller NodeMCU ESP8266, *power meter* PZEM-004T, pin *input/output*, serta LCD Display dengan I2C.

B. Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan dengan menguji beberapa parameter yaitu tegangan, arus, dan daya. Adapun alat ukur terstandarisasi yang digunakan sebagai kalibrator adalah Lutron DW-6092. Untuk mengetahui nilai akurasi dan error dari parameter yang diuji yaitu dengan membandingkan nilai yang terbaca pada Sensor dengan nilai yang terbaca pada Alat Ukur. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis beban, Persamaan 1 berikut merupakan persamaan untuk memperoleh nilai error dari data yang diuji:

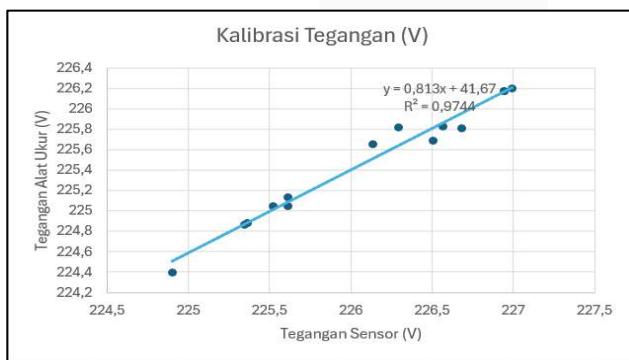
$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Nilai pada Alat Ukur} - \text{Nilai pada Sensor}}{\text{Nilai pada Alat Ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

1. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian pengukuran tegangan dilakukan dengan merangkai sensor secara paralel sebelum beban listrik, sehingga nilai tegangan yang mengalir pada jalur kelistrikan akan terbaca oleh sensor. Berikut adalah hasil pengujian tegangan pada sensor:

TABEL 4.1
(Hasil Pengujian Tegangan Listrik)

No.	Beban	Sensor (V)	Alat Ukur (V)	Error (%)
1.	Lampu Philips 500 W	224,9	224,4	0,223
2.	Lampu Philips 400 W	225,34	224,87	0,209
3.	Laptop	225,36	224,89	0,209
4.	Solder	225,52	225,05	0,209
5.	Lampu Philips 300 W	225,61	225,14	0,209
6.	Dispenser (Cold)	225,61	225,05	0,249
7.	Lampu Philips 200 W	226,13	225,66	0,208
8.	Lampu Philips 100 W	226,29	225,82	0,208
9.	Dispenser (Cold) + Laptop ASUS	226,5	225,69	0,359
10.	Dispenser (Cold) + Solder	226,56	225,83	0,323
11.	Lampu 100 W + Dispenser (Cold)	226,68	225,81	0,385
12.	Lampu 100 W + Solder	226,94	226,18	0,336
13.	Laptop ASUS + Solder	226,94	226,18	0,336
14.	Lampu 100 W + Laptop ASUS	226,99	226,2	0,349



GAMBAR 4.2
(Grafik Kalibrasi Tegangan)

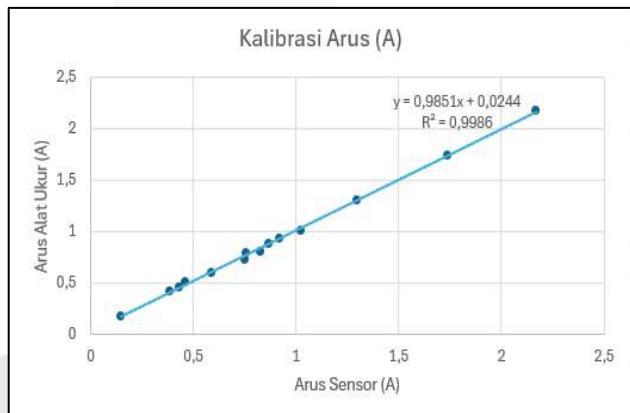
Berdasarkan grafik diatas, didapatkan data hasil pengukuran sensor PZEM-004T yang memiliki nilai mendekati nilai yang diperoleh oleh watt-meter, dengan menggunakan nilai linear error yang didapat sebesar 2,56%, dan keakuratan sensor mencapai 97,44%. Hal ini membuktikan bahwa sensor PZEM-004T cukup akurat dalam mengukur tegangan.

2. Pengujian Sensor Arus

Untuk pengujian pengukuran arus, dilakukan dengan merangkai sensor secara seri sebelum beban listrik, sehingga besarnya arus yang digunakan oleh beban dapat terbaca oleh sensor. Berikut adalah hasil pengujian arus pada sensor:

TABEL 4.2

(Hasil Pengujian Arus Listrik)				
No.	Beban	Sensor (A)	Alat Ukur (A)	Error (%)
1.	Solder	0,15	0,175	14,286
2.	Laptop ASUS	0,385	0,4199	8,312
3.	Lampu Philips 100 W	0,43	0,4592	6,359
4.	Laptop ASUS + Solder	0,461	0,506	8,893
5.	Lampu 100 W + Solder	0,588	0,5995	1,918
6.	Dispenser (Cold)	0,75	0,7221	3,864
7.	Lampu 100 W + Laptop ASUS	0,76	0,7964	4,571
8.	Dispenser (Cold) + Solder	0,83	0,8069	2,863
9.	Lampu Philips 200 W	0,87	0,8824	1,405
10.	Dispenser (Cold) + Laptop ASUS	0,92	0,9281	0,873
11.	Lampu 100 W + Dispenser (Cold)	1,027	1,0143	1,252
12.	Lampu Philips 300 W	1,3	1,3066	0,505
13.	Lampu Philips 400 W	1,74	1,7446	0,264
14.	Lampu Philips 500 W	2,17	2,1764	0,294



GAMBAR 4.3
(Grafik Kalibrasi Arus)

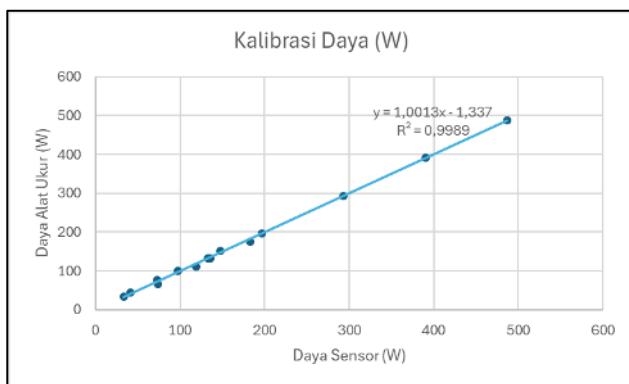
Pada tahap selanjutnya, dilakukan pengukuran untuk kalibrasi arus. Berdasarkan data pada grafik diatas, dengan menggunakan nilai linear menghasilkan error sebesar 0,14%. Meskipun menghasilkan nilai error yang relatif kecil, hal ini merupakan nilai toleran sensor sehingga perhitungan nilai arus yang dihasilkan sensor memiliki nilai yang cukup akurat.

3. Pengujian Sensor Daya

Berikut merupakan hasil pengujian daya pada sensor:

(Hasil Pengujian Daya Listrik)				
No.	Beban	Sensor (W)	Alat Ukur (W)	Error (%)
1.	Solder	33,26	33,2	0,181
2.	Laptop ASUS	41,25	44,5	7,303

3.	Laptop ASUS + Solder	73,1	77,5	5,677
4.	Dispenser (Cold)	74,26	65,5	13,374
5.	Lampu Philips 100 W	97,59	99,8	2,214
6.	Dispenser (Cold) + Solder	119,1	110,9	7,394
7.	Lampu 100 W + Solder	132,79	132,9	0,083
8.	Dispenser (Cold) + Laptop ASUS	136,11	131,8	3,270
9.	Lampu 100 W + Laptop ASUS	148,01	151,6	2,367
10.	Lampu 100 W + Dispenser (Cold)	182,83	175,1	4,415
11.	Lampu Philips 200 W	196,88	197	0,061
12.	Lampu Philips 300 W	293,13	292,5	0,215
13.	Lampu Philips 400 W	390,88	391,1	0,056
14.	Lampu Philips 500 W	486,86	487,1	0,049



GAMBAR 4.4
(Grafik Kalibrasi Daya)

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa pada pengujian kalibrasi daya, menghasilkan nilai error yang cukup kecil dibandingkan dengan parameter lain, yaitu 0,11%. Hal ini ditunjukkan pada grafik diatas dengan menggunakan nilai linear, sehingga didapatkan keakuratan sensor 99,89%.

C. Tampilan Aplikasi

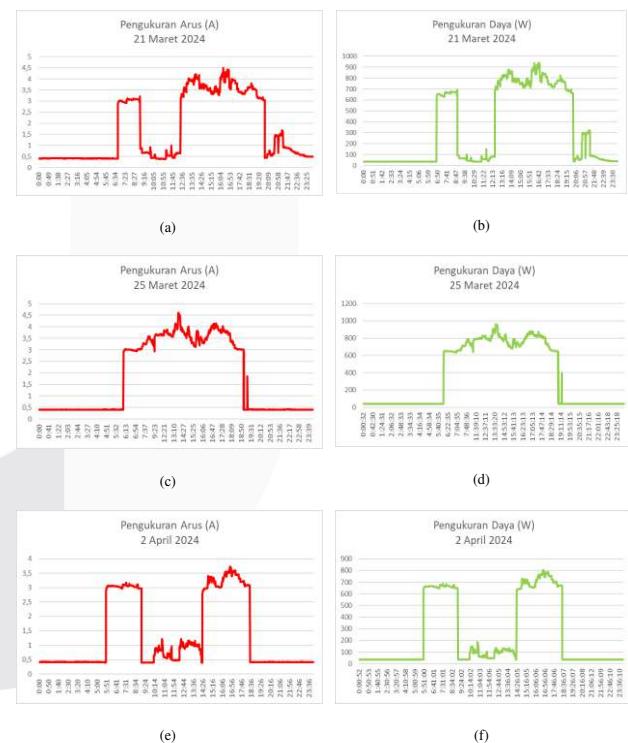
Aplikasi monitoring berbasis android yang dibuat menggunakan MIT App Inventor yaitu sebuah platform pemrograman berbasis blok. Pada Aplikasi ini dibuat tampilan untuk menampilkan hasil pengiriman data yang diperoleh dari database Antares. Data yang direkam lalu dikirim oleh mikrokontroller menuju database Antares yang nantinya akan ditampilkan pada tampilan utama aplikasi. Adapun fitur dari aplikasi ini dapat menampilkan hasil pengukuran dari alat berupa tegangan, arus, daya, dan energi secara realtime. Berikut merupakan tampilan dari *User Interface* aplikasi yang dibuat:



GAMBAR 4.5
(Tampilan Aplikasi Monitoring)

D. Hasil Pengujian Arus dan Daya

Hasil pengukuran penggunaan listrik di lantai 3 Gedung Deli pada Panel PP-3 Lab.A telah diketahui sebagai berikut:



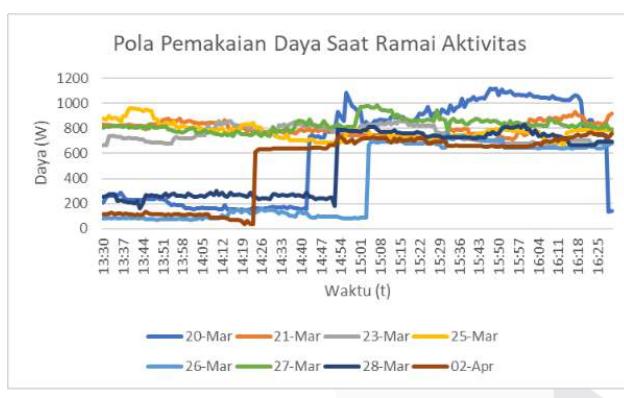
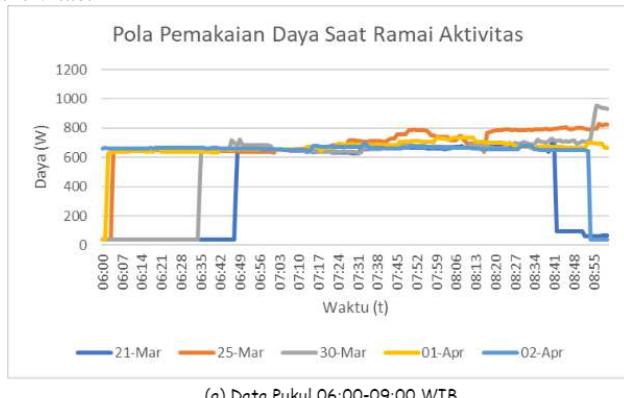
GAMBAR 4.6
(Hasil Perbandingan Arus Dan Daya)

Pada gambar grafik (a) dan (b) merupakan pengukuran pada tanggal 21 Maret 2024, grafik menunjukkan aktivitas dimulai sekitar jam 06.00 hingga 09.00 dan mulai mengalami kenaikan pada pukul 12.30 hingga 19.45 Sedangkan pada Gambar 4.7 bagian (c) dan (d) yaitu pengukuran pada tanggal 25 Maret 2024, grafik menunjukkan aktivitas yang cukup konsisten dimulai dari jam 06.00 hingga 19.00, hal ini menandakan pada hari tersebut sedang terjadi aktivitas yang

ramai. Lalu, pada Gambar 4.7 bagian (e) dan (f) pengukuran pada tanggal 02 April 2024, grafik menunjukkan aktivitas yang dilakukan hanya pada jam tertentu yaitu sekitar jam 06.00 hingga 09.00 dan mulai mengalami aktivitas yang signifikan kembali pada pukul 14.30 hingga 18.30. Berdasarkan ketiga grafik perbandingan diatas, grafik arus dan grafik daya memiliki kenaikan yang berbanding lurus. Dimana jika ada aktivitas yang menggunakan peralatan elektronik semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin tinggi juga daya yang digunakan.

E. Pemakaian Ramai Aktivitas

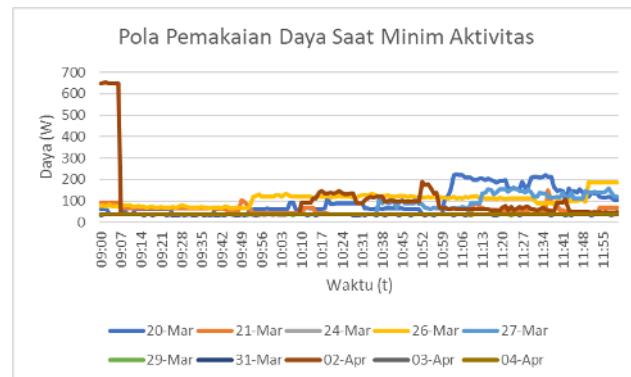
Berikut merupakan pola pemakaian daya saat ramai aktivitas:



GAMBAR 4.7
(Grafik Pola Pemakaian Daya Saat Ramai Aktivitas)

Berdasarkan grafik diatas, pola pemakaian daya saat ramai terbagi kedalam 2 waktu berdasarkan aktivitasnya yaitu pagi (06:00-09:00) dan siang (13:30-16:30). Pola pemakaian saat pagi hari memiliki pola yang relatif stabil dan konstan dalam penggunaannya. Penggunaan daya rata-rata saat pagi hari berdasarkan beban yang digunakan yaitu relatif stabil disekitar 600 W – 800 W, namun terdapat kenaikan yang berfluktuatif pada tanggal 25 dan 30 maret. Pada siang hari, menunjukkan lebih banyak variasi dalam penggunaan daya. Terdapat puncak pemakaian daya yang terlihat pada jam-jam tertentu, terutama jam 14:00 hingga 15:30. Hal ini dapat menunjukkan waktu-waktu di mana aktivitas yang memerlukan daya tinggi sedang berlangsung. Penggunaan daya dengan puncak tertinggi berada pada tanggal 20 Maret dengan penggunaan daya sebesar 1100 W.

F. Pemakaian Minim Aktivitas



Pola pada Gambar 4.9 diperoleh berdasarkan data yang direkam oleh alat ukur yang menunjukkan pola pemakaian terendah selama pengukuran disaat jam kerja. Konsumsi daya pada saat minim aktivitas cenderung stabil di bawah 100 W, kecuali pada beberapa titik waktu tertentu seperti pada 21 Maret di mana terjadi lonjakan yang signifikan namun hanya sesaat. Terjadi fluktuasi kecil pada berbagai tanggal, tetapi secara umum pemakaian daya tetap rendah dan konstan. Lonjakan signifikan yang terjadi pada 21 Maret mungkin disebabkan oleh aktivitas tak terduga atau penggunaan alat yang membutuhkan daya tinggi dalam waktu singkat. Pola ini menunjukkan bahwa saat minim aktivitas, penggunaan daya listrik tetap rendah dan stabil, dengan beberapa lonjakan yang mungkin disebabkan oleh aktivitas sementara atau penggunaan alat tertentu.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan. Pertama, perancangan sistem pengukuran telah berhasil dilakukan dengan akurasi tegangan dengan rata-rata error 2,56%, akurasi pengukuran arus dengan rata-rata error 0,14%, dan akurasi pengukuran daya dengan rata-rata error 0,11%. Kedua, instrument pengukuran telah terintegrasi dengan aplikasi monitoring berbasis android yang dapat menampilkan data hasil pengukuran secara realtime yang diperoleh dari cloud database Antares berupa nilai tegangan, arus, daya, serta energi yang terpakai. Ketiga, hubungan antara arus dan daya adalah berbanding lurus. Tingkat pemakaian daya tertinggi selama pengukuran yaitu pada waktu tertentu seperti pada jam 08:30 hingga 10:00 dan jam 14:00 hingga 15:30.

REFERENSI

- [1] R. T. Jurnal, "ANALISA PEMBANGUNAN SALURAN TRANSMISI 275 kV ANTARA GI KILIRANJAO DAN GI PAYAKUMBUH: Irvan Buchari Tamam, Tony Koerniawan, Muhammad Nurul Ichsan," ENERGI KELISTRIKAN, vol. 9, no. 1, pp. 93–99, 2017, doi: 10.33322/energi.v9i1.50.

- [2] "Kementerian ESDM RI - Berita Unit - Directorate General of Electricity - Kuarteral III 2021, Konsumsi Listrik Per Kapita Meningkat Capai 1.109 kWh." Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/en/berita-unit/direktorat-jenderal-listrik-pertama/konsumsi-listrik-per-kapita-meningkat-capai-1-109-kwh>

- unit/directorate-general-of-electricity/kuartal-iii-2021-konsumsi-listrik-per-kapita-meningkat-capai-1109-kwh [3] “View of Monitoring Penggunaan Daya listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network.” Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jte/article/view/ID28347/22029>
- [4] 13524125 Rizal Akbar, “RANCANG BANGUN ALAT MONITORING TEGANGAN, ARUS, DAYA, kWh, SERTA ESTIMASI BIAYA PEMAKAIAN PERALATAN LISTRIK PADA RUMAH TANGGA,” Aug. 2018, Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/10693>
- [5] F. Muhammad, SISTEM PENGUKURAN DAN LOGGING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA SUATU BANGUNAN UNTUK AUDIT ENERGI. Universitas Telkom, 2019. Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://repositori.telkomuniversity.ac.id/pustaka/147682/sistem-pengukuran-dan-logging-penggunaan-daya-listrik-pada-suatu-bangunan-untuk-audit-energi.html>
- [6] R. A. Gusti Ramadhianti, Ir. C. G. Indra Partha, and I. G. A. P. Raka Agung, “RANCANG BANGUN MONITORING ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN SMS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328,” J. SPEKTRUM, vol. 5, no. 1, p. 130, Jun. 2018, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2018.v05.i01.p19.
- [7] History of Electricity, (Jan. 01, 2019). doi: 10.1016/B978-0-08-102592-5.00001-6.
- [8] Swami Keshvanand Institute of Technology, Management & Gramothan, Jaipur, G. Gupta, and A. Banarjee, “Over & Under Voltage & Short Circuit Protection of Electrical Appliance,” INTERANTIONAL J. SCI. RES. ENG. MANAG., vol. 07, no. 04, Apr. 2023, doi: 10.55041/IJSREM18909.
- [9] R. Eisenberg, “Circuits, Currents, Kirchhoff, and Maxwell.” May 18, 2023. doi: 10.32388/L9QQSH.2.
- [10] A. Limantara, S. Mudjanarko, and S. Winardi, Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Sebagai Solusi Manajemen Transportasi Kendaraan Sepeda Motor. 2017.
- [11] InnovatorsGuru, “PZEM-004T V3 Module | Arduino & NodeMCU Code, Circuit, Pinout And Library.” Accessed: Jul. 08, 2024. [Online]. Available: <https://innovatorsguru.com/pzem-004t-v3/>