

PERANCANGAN ALAT SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK KOS-KOSAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

DESIGN OF A BOARDING HOUSE ELECTRICAL ENERGY MONITORING SYSTEM TOOL BASED ON THE INTERNET OF THING (IOT)

Hario Pinandhito Muhamad¹, Erwin Susanto², Agung Surya Wibowo³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

pinandhito@student.telkomuniversity.ac.id¹, erwinelektro@telkomuniversity.ac.id²,
agungsw@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak— Pada kawasan daerah pendidikan di Indonesia banyak orang yang berdatangan dari luar daerah untuk mendapatkan ilmu dan pekerjaan di kawasan tersebut. Masyarakat yang berdomisili di kawasan tersebut memanfaatkan peluang dengan menjalankan bisnis penyewaan kamar kos untuk tempat tinggal bagi perantau yang datang. Namun di lapangan masih banyak pemilik kos yang memasang tarif yang sama untuk biaya kamar dan listrik. Apabila pihak penyewa kos membawa barang kebutuhan dengan konsumsi daya yang tinggi dapat menyebabkan kerugian bagi pemilik kos-kosan akibat penggunaan daya yang tidak terkontrol. Hal ini disebabkan karena banyaknya kendala pada pemasangan kWh meter oleh pihak PT. PLN (Persero) sehingga pemilik kos mengalami kesulitan dalam pemasangan setiap kamarnya. Oleh sebab itu dibutuhkan inovasi sebuah sistem yang dapat mengukur penggunaan energi listrik setiap kamar kos yang secara real time. Sistem monitoring energi listrik berbasis internet of things (IoT) dapat menjadi solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor PZEM-004T sebagai alat ukur dan aplikasi thinkable untuk menampilkan data penggunaan. Berdasarkan hasil pengujian yang didapat, sistem yang dirancang mampu memonitoring penggunaan energi listrik setiap kamar kos menggunakan smartphone melalui aplikasi thinkabel dengan baik. Aplikasi mampu menampilkan penggunaan energi setiap kamar kos dan biaya tagihan setiap kamarnya. Dalam penghitungan akurasi sensor mendapatkan nilai akurasi daya diatas 99,5% dan akurasi energi diatas 99,5%.

Keywords: Real Time, Internet Of Things (Iot), Thinkable

Abstract— In educational areas in Indonesia, many people come from outside the region to gain knowledge and work in the region. People who live in the area take advantage of the opportunity by running a boarding room rental business as a place to live for immigrants who come. However, in the field there are still many boarding house owners who charge the same rates for room and electricity costs. If the boarding house renters bring necessities with high power consumption, it can cause losses for the boarding house owner due to uncontrolled use of power. This is due to the many obstacles in the installation of kWh meters by PT. PLN (Persero) so that the boarding house owners have difficulty in installing each room. Therefore, it is necessary to innovate a system that can measure the use of electrical energy in each boarding room in real time. The internet of things (IoT)-based electrical energy monitoring system can be a solution that can be used to overcome these problems. This system is designed using the PZEM-004T sensor as a measuring tool and a thinkable application to display usage data. Based on the test results obtained, the system designed is able to properly monitor the use of electrical energy in each boarding room using a smartphone through the thinkable application. The application is able to display the energy use of each boarding room and the cost of the bill for each room. In calculating the accuracy of the sensor, the power accuracy value is above 99,5% and energy accuracy is above 99,5%.

Keywords: Real Time, Internet Of Things (Iot), Thinkable

PENDAHULUAN

Pada kawasan daerah pendidikan di kota Indonesia banyak sekali perantauan yang berdatangan dari berbagai daerah untuk mencari pekerjaan maupun menuntut ilmu. Sehingga penduduk yang berdomisili kawasan tersebut memanfaatkan peluang usaha dengan menjalankan bisnis penyewaan kamar atau kos-an untuk tempat tinggal perantauan. Dalam penyewaan kos tersebut tidak sedikit penyewa kos masing-masing membawa kebutuhan barang elektronik yang memiliki daya penggunaan energi yang

tinggi. Oleh karena itu pemilik kos harus memantau penggunaan energi setiap kamarnya dengan cara memasang KWH (Kilo Watt Hour) meter [1].

Tetapi dalam pemasangan KWH meter dari PT. PLN (Persero) di lapangan banyak ditemui beberapa kendala seperti kurangnya suplai trafo pada gardu distribusi, banyak pelanggan yang mendaftar ganda, dan proses pemasangan yang relatif lamban. Dengan adanya kendala ini banyak pemilik kos yang tidak memasangkan kWh meter di setiap kamarnya. Sehingga pemilik kos akan mengenakan tarif

sewa kamar dan sudah bersama biaya penggunaan listrik. Akan tetapi, dengan konsumsi daya yang berbeda-beda setiap kamar dapat merugikan pemilik kos apabila terjadi penggunaan listrik yang tidak terkontrol [2].

Untuk itu dalam mengatasi hal ini diperlukan suatu sistem monitoring penggunaan listrik pada kos-an, yaitu dengan memanfaatkan sistem kerja mikrokontroler, salah satu nya seperti Arduino. Pada rancangan prototype sebelumnya sistem ini telah dibuat oleh Agung Prasetyo Wibowo dengan judul Rancang Bangun Prototype Alat Pencatat Penggunaan Listrik/KWH Meter Kamar Kos Menggunakan Arduino. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengukur berapa besar penggunaan daya pada setiap kamar kos dengan memanfaatkan sensor ACS712 dan Arduino. Data besar daya yang digunakan tersebut selanjutnya akan ditampilkan di aplikasi monitor [3].

Namun pada penelitian diatas masih didapat beberapa kendala dimana hasil monitoring yang didapat hanya bisa ditampilkan melalui layar monitor. Untuk mengatasi masalah tersebut sistem IoT dapat menjadi solusi yang bisa diaplikasikan pada alat tersebut. Definisi Internet of Thing (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia [4]. Pada dasarnya secara sederhana dapat dijabarkan dimana benda-benda (objek) di sekitar kita dapat saling berkomunikasi melalui jaringan internet.

Dari hasil penelitian sebelumnya, peneliti ingin merancang alat sistem monitoring listrik kos-kosan berbasis Internet of Thing (IoT). Sistem monitoring ini berguna untuk mengetahui berapa besarnya arus, tegangan, daya, dan energi yang telah digunakan di setiap kamar kos-kosan. Sistem ini juga dibantu dengan sistem IoT dimana data penggunaan energi setiap kamar kos-kosan dapat dilihat melalui sebuah perangkat smartphone sehingga pemilik kos-kosan tidak perlu menggunakan sebuah monitor atau kontak langsung dengan alat untuk mengetahui berapa penggunaan setiap kamar kos-kosan. Sistem dari alat ini menggunakan sensor daya sebagai pengukuran besar penggunaan listrik yang dipasang setiap kamar kos. Data hasil pengukuran oleh sensor akan dihubungkan ke sebuah mikrokontroler untuk diolah dan disimpan ke sebuah database. Selanjutnya data hasil yang tersimpan pada database akan ditampilkan ke sistem perangkat IoT, sehingga diharapkan sistem ini dapat digunakan pemilik kos-kosan untuk monitoring penggunaan energi listrik di setiap kamar kos-kosan melalui sebuah smartphone dari jarak yang cukup jauh.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemantauan (monitoring)

Pemantauan (monitoring) adalah sistem yang menganalisis data informasi dari hasil proses pengumpulan data berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu sehingga dapat dilakukan langkah koreksi untuk kegiatan selanjutnya. Monitoring secara umum didefinisikan proses pengambilan informasi dan data mentah untuk mengetahui pergerakan data sudah mengarah ke tujuan atau menjauh dari tujuan kegiatan. Monitoring umumnya digunakan untuk mengevaluasi terhadap proses kerja sistem apakah sudah menuju ke arah tujuan yang diinginkan. Evaluasi sendiri bertujuan untuk melakukan perbaikan pada sistem kerja dengan cara membandingkan hasil-hasil data yang didapat. Beberapa tujuan monitoring adalah sebagai berikut [5]:

1. Mengkaji apakah kegiatan-kegiatan yang dijalankan sudah sesuai dengan rencana.
2. Mengidentifikasi masalah yang timbul agar segera diatasi.
3. Melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah sesuai untuk mencapai tujuan.
4. Mengetahui ukuran kemajuan antara kegiatan dan tujuan.
5. Mempertahankan posisi tujuan agar tidak menyimpang dari tujuan dengan menyesuaikan kegiatan.

2.2. Penelitian Sebelumnya

Di kawasan pendidikan dan perkotaan saat ini masih banyak penyedia kos-kosan yang masih mematok biaya sewa kamar beserta fasilitas air dan listrik sama rata. Dengan sistem biaya tersebut dapat disalahgunakan oleh para penyewa kos-kosan dengan menggunakan energi listrik secara tidak teratur. Hal tersebut dapat menyebabkan pemilik kos-kosan mengalami kerugian dimana pengeluaran dan pemasukan tidak sesuai dengan keuntungan yang didapat. Biaya pemasangan KWH meter yang cukup mahal dan proses yang lama menjadi kendala bagi pemilik kos-kosan untuk melakukan pemasangan pada tiap kamar kos-kosan.

Pada penelitian sebelumnya diciptakan “Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (IoT)” oleh Asep Muhamad Alipudin yang menggunakan Arduino Mega 2560, modul wifi ESP826, dan sensor PZEM-004T. Pada penelitian ini masih banyak kekurangan yang dimana penggunaan komponen mikrokontroler yang masih membutuhkan modul wifi, data pengujian sensor tidak dilakukan setelah melakukan kalibrasi pada sensor, dan sistem IoT yang hanya bisa menampilkan data [6].

Oleh karena itu untuk menyelesaikan masalah tersebut, pada penelitian “Perancangan Prototype System Alat Monitoring Biaya Listrik Kos-Kosan Berbasis IoT”. Dalam penelitian ini mengembangkan beberapa kekurangan dari penelitian sebelumnya. Dimana pada sistem ini menggunakan sistem mikrokontrol yang sudah memiliki modul WiFi, pengujian yang akan dilakukan setelah melakukan kalibrasi sensor, dan sistem IoT memiliki database sendiri. Dengan sistem seperti ini pemilik kos-kosan dapat memantau penggunaan energy listrik setiap kamar dan dapat menyimpan data biaya terakhir di sistem database IoT.

2.3. Beban Listrik

2.3.1. Klasifikasi Beban Listrik

Secara umum beban yang di distribusikan oleh tenaga listrik dibagi menjadi beberapa sektor, yaitu: sektor perumahan, sektor industri, sektor komersial, dan sektor usaha. Setiap sektor tersebut memiliki karakteristik beban yang berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh pola konsumsi energi yang digunakan oleh konsumen sektor tersebut. Pada pola sektor perumahan memiliki pola fluktuasi konsumsi energi yang besar. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan energi yang lebih tinggi di malam hari. Sedangkan pada sektor industri memiliki fluktuasi energi yang hampir sama sepanjang hari, sehingga perbandingan

beban puncak dan beban rata-rata hampir mendekati satu. Sektor usaha dan komersial memiliki pola karakteristik yang sama, hanya saja pada sektor komersial akan mempunyai beban puncak lebih tinggi di malam hari. Berdasarkan jenis konsumsi energi listrik, beban listrik dapat diklasifikasikan sebagai berikut [7]:

1. Beban rumah tangga

Beban listrik rumah tangga pada umumnya berupa lampu penerangan, alat-alat rumah tangga, seperti: kipas angin, pemanas nasi, lemari es, kompor listrik, dan lain-lain.

2. Beban Komersial

Beban komersial pada umumnya terdiri atas penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara, dan alat-alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran, hotel dan juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan, dan akan menurun di sore hari.

3. Beban Industri

Beban industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar, untuk skala kecil banyak beroperasi pada siang hari sedangkan industri besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai dengan 24 jam.

2.3.2. Karakteristik Beban Listrik

Klasifikasi karakteristik beban listrik arus bolak-balik (AC) dibagi menjadi tiga macam, yaitu [7]:

1. Beban Resistif

Beban resistif adalah beban yang memiliki komponen tahanan ohm saja (resistance), seperti elemen pemanas dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arus sefasa. Persamaan daya sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.1)$$

P = Daya (Watt)

V = Beda Potensial (Volt)

I = Arus (Ampere)

2. Beban Induktif

Beban induktif yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti: (coil), transformator, dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (phaseshift) pada arus sehingga bersifat tertinggal 90° terhadap tegangan (lagging). Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis yang akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (2.2)$$

P = Daya (Watt)

V = Beda Potensial (Volt)

I = Arus (Ampere)

ϕ = Sudut antara arus dan tegangan

3. Beban Kapasitif

Beban kapasitif yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus terdahulu terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban kapasitif adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (2.3)$$

P = Daya (Watt)

V = Beda Potensial (Volt)

I = Arus (Ampere)

ϕ = Sudut antara arus dan tegangan

2.4. Energi Listrik

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986) [8].

Hukum kekekalan energi adalah energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Energi hanya bisa diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi lainnya. Seperti halnya energi listrik yang terbentuk dari perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Begitu sebaliknya energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik (gerak) atau panas. Energi listrik dapat dimanfaatkan untuk membantu kegiatan sehari-hari seperti motor listrik pada kipas angin, pemanas nasi, menyalakan lampu dan lain-lain. Jumlah energi yang digunakan merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt jam, maka didapat persamaan sebagai berikut:

$$W = P \times t \dots\dots\dots (2.4)$$

P = Daya dalam watt

t = Waktu dalam jam

W = Energi dalam watt jam

2.5. KWH Meter

KWH meter adalah sebuah alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk mengukur dan menghitung jumlah energi yang sudah digunakan oleh pengguna atau konsumen. Dengan alat ini konsumen dapat melihat berapa biaya dan energi yang sudah digunakan untuk pembayaran ke pihak PLN. KWH meter terdiri dari 2 jenis yaitu sistem analog dan digital.

Pada jenis KWH meter sistem analog memiliki berkerja dengan menggunakan sistem induksi. Sistem ini berkerja dengan satu buah piringan aluminium serta alat hitung yang dapat disebut penghitung mekanis [9]. Sistem ini banyak memiliki kekurangan, tampilan sistem yang masih berupa analog menyulitkan seseorang dalam pembacaannya. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan pembacaan nilai KWH meter oleh petugas PLN.

Berbeda dengan jenis KWH meter digital, sistem kerjanya berdasarkan program yang dirancang pada mikroprosesor yang terdapat di dalam piranti KWH meter digital tersebut. Pada prinsip kerjanya KWH meter digital mengkonversi sinyal analog tegangan dan arus terukur menjadi sinyal digital atau diskrit [10]. Tampilan pada sistem ini sudah dalam bentuk digital, sehingga memudahkan dalam pembacaan oleh petugas. Contoh KWH meter digital dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 KWH Meter Digital

2.6. Kalibrasi Sensor

Pada instrumen alat atau sensor sebelum digunakan atau setelah digunakan sebaiknya dilakukan proses kalibrasi sensor terlebih dahulu sesuai standar nasional ataupun internasional. Sensor merupakan sebuah perangkat masukan dalam sebuah sistem sehingga untuk mendapatkan hasil yang baik sensor perlu dikalibrasi untuk mendapatkan hasil yang baik. Kalibrasi merupakan kegiatan untuk melakukan perbaikan pada pengukuran peralatan alat agar sesuai standar.

Metoda dalam kalibrasi ada dua yaitu metode simulasi dan perbandingan, dan berdasarkan perbedaan fasa. Namun yang paling umum digunakan menggunakan simulasi dan perbandingan. Metode ini digunakan dengan cara membandingkan nilai pada alat ukur atau bahan ukur terhadap alat ukur yang mampu telusur ke standar nasional atau internasional [11].

Dengan melakukan kalibrasi dapat diketahui berapa nilai deviasi kebenaran yang seharusnya pada suatu bahan ukur. Semua jenis alat ukur perlu dilakukannya kalibrasi baik alat ukur besaran panjang, massa, waktu, arus listrik dan lain-lain untuk tetap menjaga alat ukur tetap sesuai dengan spesifikasinya.

2.10. Internet of Things

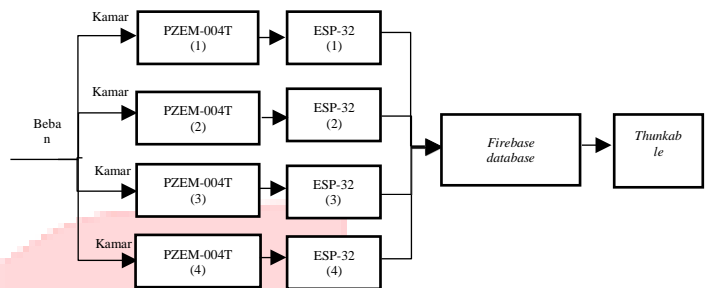
IOT (Internet Of Things) adalah sistem teknologi yang memungkinkan pengguna untuk mengelola, mengontrol, dan mengoptimalkan elektronik dan peralatan listrik dari jarak jauh melalui media internet. IoT muncul sebagai solusi besar di dunia Internet. Diharapkan miliaran benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor yang terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi, frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web. Dari semua data mentah yang ada dalam IOT akan dikumpulkan untuk menganalisis dan mengolah data mentah menjadi informasi lebih berharga [4]. Internet of Things menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar di gabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan bebarapa macam topologi jaringan, radio frequency identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan.

Internet of Things dalam penerapannya juga dapat mengidentifikasi, menemukan, melacak, memantau objek dan memicu event terkait secara otomatis dan real time. Pengembangan dan penerapan komputer, Internet dan

teknologi informasi dan komunikasi lainnya membawa dampak yang besar pada masyarakat manajemen ekonomi, operasi produksi, sosial manajemen dan bahkan kehidupan pribadi.

METODE/DESAIN

3.1. Diagram blok



Gambar 3.1 Diagram Blok

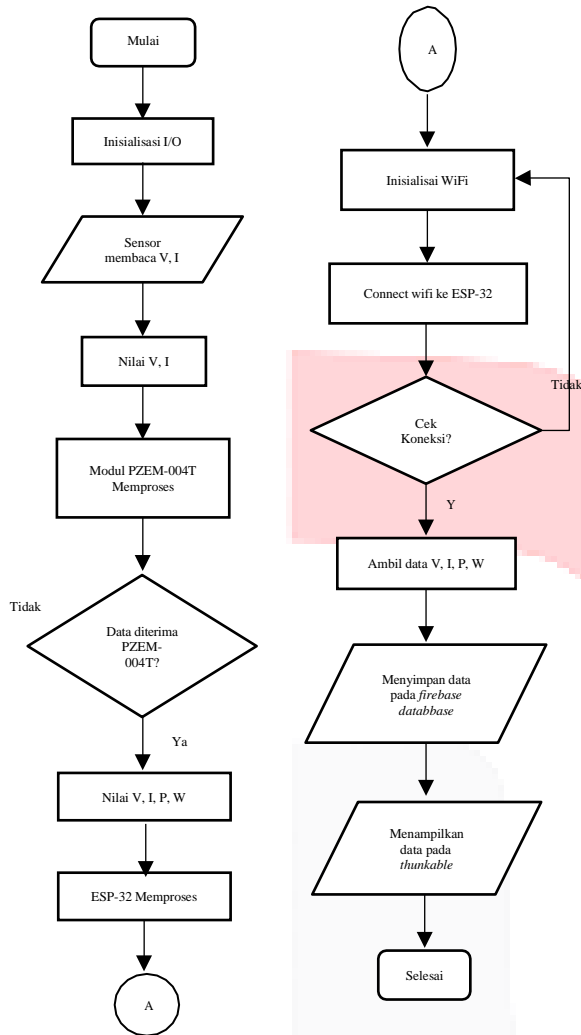
Diagram blok sistem diatas menggambarkan cara kerja sistem secara umum dalam mengukur besar konsumsi energi listrik. Pada diagram blok Gambar 3.1 dijelaskan beban berasal dari listrik AC 220V yang terbagi menjadi empat kamar yaitu beban kamar 1, kamar 2, kamar 3, dan kamar 4. Selanjutnya beban yang masuk di setiap kamar digunakan sebagai data input. Beban tersebut akan terhubung dengan sensor PZEM-004T pada setiap kamarnya yang berfungsi sebagai pembaca nilai arus, tegangan, daya dan energi. Selanjutnya data tersebut akan diteruskan ke mikrokontroler ESP-32 yang sudah terpasang di setiap kamarnya untuk diproses dikirimkan ke *firebase database*. Data yang ada di setiap kamar tersebut akan di simpan menjadi satu pada platform *firebase database*.

Dalam perancangan sistem ini menggunakan sebuah aplikasi web yang mampu membuat aplikasi Android dan iOS yaitu *thinkable*. Data yang ada dari *firebase database* akan dikirimkan ke *thinkable* untuk dapat dilihat di sebuah *smartphone* dengan sistem operasi Android maupun iOS. Data yang ditampilkan di aplikasi *thinkable* berupa besar tegangan, arus, daya, dan energi yang sudah digunakan.

3.2. Diagram Alir Keseluruhan

Pada Gambar 3.2 menjelaskan alur keseluruhan kerja sistem pada alat sistem monitoring energi listrik. Langkah pertama beban akan di inialisasi yang selanjutnya masuk ke sensor. Sensor akan membaca berapa nilai arus dan tegangan untuk diproses di modul sensor PZEM-004T. Setelah didapatkan data modul sensor akan menghitung besar nilai arus, tegangan, daya, dan energi. Jika tidak ada data yang diterima maka proses akan kembali ke inialisasi sensor. Selanjutnya data tersebut akan dikirim ke mikrokontroler ESP-32 untuk mengirimkan data ke *firebase database*. Sebelum mengirim data ke *firebase database*, langkah selanjutnya mengecek ketersediaan koneksi wifi, jika tidak terhubung koneksi wifi maka akan kembali ke inialisasi wifi. Apabila sudah terhubung, data yang ada pada ESP-32 selanjutnya akan dikirimkan ke *firebase*

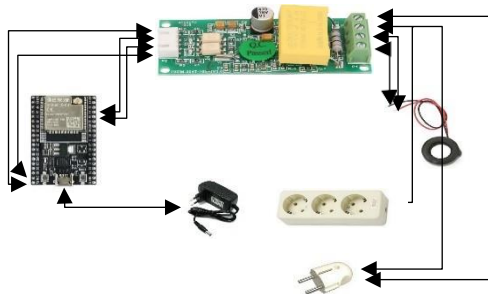
database untuk disimpan dan di tampilkan di *thinkable*. Proses selesai.



Gambar 3. 2 Flowchart Keseluruhan Sistem

3.3. Desain Perangkat Keras

Pada Gambar 3.3 menjelaskan tentang desain perangkat keras yang akan digunakan pada tugas akhir ini. Peralatan yang digunakan pada rancangan ini adalah ESP-32, Sensor PZEM-004T, dan adaptor. Beban digunakan oleh peralatan elektronik akan diambil data pemakaiannya oleh sensor PZEM-044T. Selanjutnya data tersebut akan

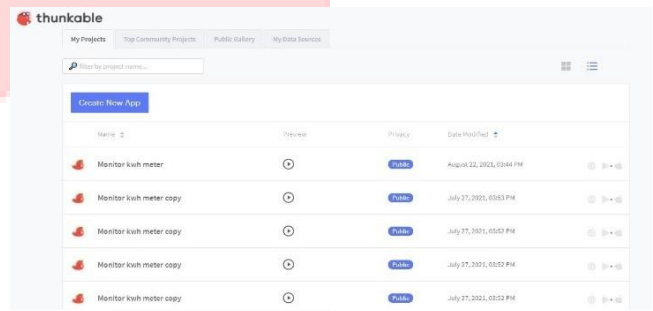


Gambar 3. 3 Desain Perangkat Keras Setiap Kamar

diproses oleh sensor ESP-32 dan akan dikirimkan ke database dan ditampilkan di aplikasi *thinkable*.

3.4. Desain perangkat lunak

Thinkable adalah suatu layanan aplikasi web yang digunakan untuk membuat aplikasi dengan operasi sistem android maupun iOS. Pembuatan aplikasi pada *thinkable* menggunakan sistem drag and drop. Aplikasi ini memiliki fitur yang lebih kompleks dari aplikasi lainnya yaitu fitur *thinkable live*. Fitur ini membantu bagi pengguna aplikasi untuk melakukan pengembangan aplikasi dimana perubahan pada web editor akan di perbarui secara langsung pada *smartphone* sehingga tidak perlu melakukan *build and run*. Tampilan dari *thinkable* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dimana pada gambar ini memperlihatkan daftar aplikasi apa saja yang telah dibuat, apabila ingin membuat aplikasi kembali dengan cara klik *Create New App* pada pilihan aplikasi tersebut. Pada tampilan tersebut juga kita dapat melihat *project* aplikasi yang sudah ada dengan klik *Public Gallery* dan menu pilihan lainnya.



Gambar 3. 4 Tampilan Thinkable

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kalibrasi Sensor PZEM-004T

Tujuan dari kalibrasi untuk mengetahui apakah perbandingan sensor tersebut masih linear atau tidak, menentukan kelayakan pada sensor atau alat ukur, dan memastikan hasil yang diperoleh sesuai dengan nilai acuan. Data yang di ambil akan dibandingkan dari data hasil nilai alat ukur dengan bahan acuan menggunakan bantuan analisis regresi linear. Analisis regresi linear merupakan salah satu metode dalam ilmu statistika dimana analisis ini digunakan untuk melihat hubungan antar satu variabel independent (bebas) dan mempunyai garis lurus dengan variabel dependennya (terikat). Hubungan dari variabel tersebut dapat berupa sebab akibat dari seberapa besar variabel tersebut mempengaruhi variabel lainnya contohnya seperti produksi jagung dipengaruhi oleh luas tanah yang ditanaminya. Untuk mendapatkan persamaan tersebut dapat menggunakan bantuan sebuah aplikasi pengolah data seperti *Microsoft Excel*, data variabel yang dimiliki akan diproses oleh aplikasi tersebut untuk mendapatkan garis dan persamaan linearnya.

$$y = ax + b \dots\dots\dots (4.1)$$

y = Variabel terikat

x = Variabel bebas

a = Perpotongan garis regresi dengan sumbu y

b = Besar perubahan nilai y saat x bertambah satu-satuan

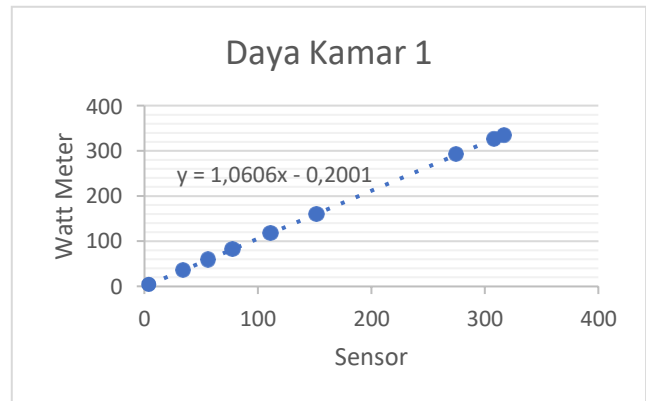
Pada kalibrasi sensor ini, analisis regresi linear digunakan untuk mengubah nilai yang terbaca pada sensor agar sesuai dengan nilai acuan yang ada. Untuk mengubah nilai pada sensor agar sesuai dengan nilai acuan dilakukan dengan cara memasukan persamaan variabel yang didapatkan ke dalam coding sensor dimana x sebagai nilai yang terbaca pada sensor dan y sebagai nilai akhir.

4.1.1. Kalibrasi Sensor Kamar 1

Pada kalibrasi sensor di kamar 1 menggunakan beberapa peralatan elektronik yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pengambilan data pada tabel tersebut dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang terbaca oleh sensor pada serial monitor dengan nilai yang terbaca di alat ukur kWh Meter. Dari peralatan tersebut didapatkan hasil perbandingan antara sensor dengan kWh meter dengan nilai rata-rata error 5,64% dan akurasi 94,36%. Dari aplikasi tersebut didapatkan grafik dan persamaan linearnya seperti pada Gambar 4.1, dimana variabel x sebagai nilai yang terbaca pada sensor dan variabel y sebagai nilai yang terbaca pada kWh Meter.

Tabel 4. 1 Kalibrasi Daya Sensor (W) dengan kWh Meter (W) Pada Kamar 1

Daya kamar 1				
Jenis Peralatan	Sensor (W)	kWh Meter (W)	Selisih	Kesalahan (%)
Lampu	4,1	4,4	0,3	6,82
Magic Com (warm)	33,8	35,8	2	5,59
Magic Com (warm), Solder	56,1	59,2	3,1	5,24
Magic Com (warm), Solder, Kipas	77,8	82	4,2	5,12
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas	111,3	117,7	6,4	5,44
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas (2)	151,8	160,5	8,7	5,42
Magic Com (cook)	274,5	292,4	17,9	6,12
Dispenser	308,1	326,7	18,6	5,69
Setrika	316,6	334,5	17,9	5,35
Rata-Rata Error				5,64



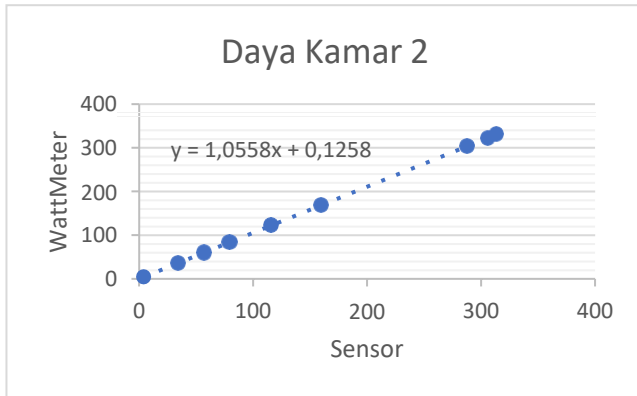
Gambar 4. 1 Grafik Regresi Linear dan Persamaan Linear Kamar 1

4.1.2. Kalibrasi Sensor Kamar 2

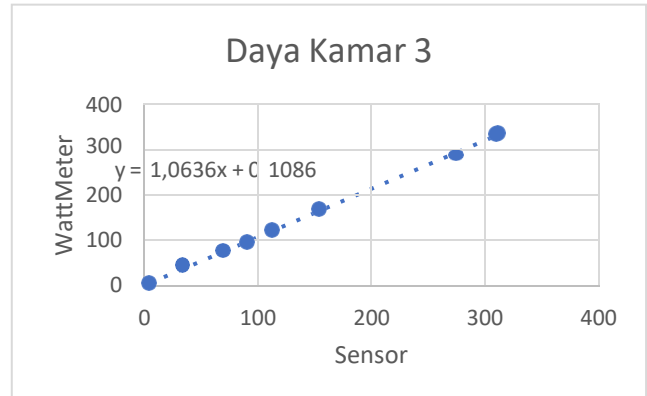
Pada kalibrasi sensor di kamar 2 menggunakan beberapa peralatan elektronik yang sama dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari peralatan tersebut didapatkan nilai daya yang tertera pada sensor dan nilai daya pada alat ukur watt meter. Hasil perbandingan antara sensor dengan kWh meter didapatkan nilai rata-rata error 5,81% dan akurasi 94,19%. Dari aplikasi tersebut didapatkan grafik dan persamaan linearnya seperti pada Gambar 4.2, dimana variabel x sebagai nilai yang terbaca pada sensor dan variabel y sebagai nilai yang terbaca pada kWh Meter.

Tabel 4. 2 Kalibrasi Daya Sensor (W) dengan kWh Meter (W) Pada Kamar 2

Daya Kamar 2				
Jenis Peralatan	Sensor (W)	kWh Meter (W)	Selisih	Kesalahan (%)
Lampu	4,1	4,5	0,4	8,89
Magic Com (warm)	34,2	36,3	2,1	5,79
Magic Com (warm), Solder	56,6	60,1	3,5	5,82
Magic Com (warm), Solder, Kipas	79,4	83,8	4,4	5,25
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas	115,9	122,4	6,5	5,31
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas (2)	159,3	168,2	8,9	5,29
Magic Com (cook)	288	303,6	15,6	5,14
Dispenser	305,9	322,8	16,9	5,24
Setrika	313,1	331,6	18,5	5,58
Rata-Rata Error				5,81



Gambar 4. 2 Grafik Regresi Linear dan Persamaan Linear Kamar 2



Gambar 4. 3 Grafik Regresi Linear dan Persamaan Linear Kamar 3

4.1.3. Kalibrasi Sensor Kamar

Pada kalibrasi sensor di kamar 3 menggunakan beberapa peralatan elektronik yang sama dapat dilihat pada Tabel 4.3. Dari peralatan tersebut didapatkan nilai daya yang tertera pada sensor dan nilai daya pada alat ukur watt meter. Hasil perbandingan antara sensor dengan kWh meter didapatkan nilai rata-rata error 6,36% dan akurasi 93,64%. Dari aplikasi tersebut didapatkan grafik dan persamaan linearnya seperti pada Gambar 4.3, dimana variabel x sebagai nilai yang terbaca pada sensor dan variabel y sebagai nilai yang terbaca pada kWh Meter.

Tabel 4. 3 Kalibrasi Daya Sensor (W) dengan kWh Meter (W) Pada Kamar 3

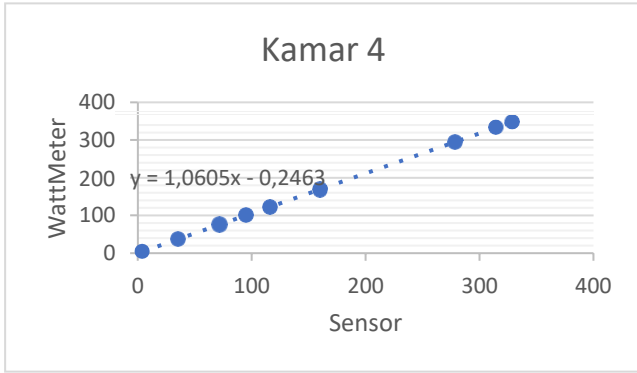
Daya Kamar 3				
Jenis Peralatan	Sensor (W)	kWh Meter (W)	Selisih	Kesalahan (%)
Lampu	4,1	4,5	0,4	8,89
Magic Com (warm)	33,1	35,3	2,2	6,23
Magic Com (warm), Solder	68,3	72,8	4,5	6,18
Magic Com (warm), Solder, Kipas	90,3	95,6	5,3	5,54
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas	111,5	118,1	6,6	5,59
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas (2)	153,3	164,7	11,4	6,92
Magic Com (cook)	273,7	290,8	17,1	5,88
Dispenser	311,1	331,2	20,1	6,07
Setrika	309,7	329,3	19,6	5,95
Rata-Rata				6,36

4.1.4. Kalibrasi Sensor Kamar

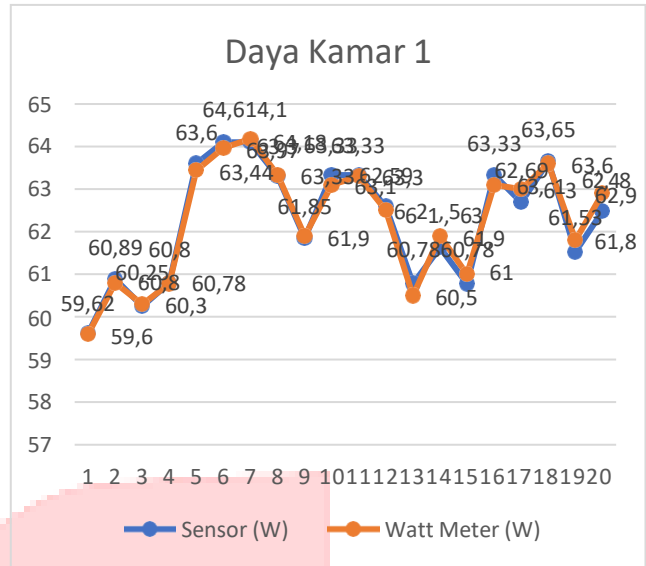
Pada kalibrasi sensor di kamar 4 menggunakan beberapa peralatan elektronik yang sama dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dari peralatan tersebut didapatkan nilai daya yang tertera pada sensor dan nilai daya pada alat ukur watt meter. Hasil perbandingan antara sensor dengan kWh meter didapatkan nilai rata-rata error 5,65% dan akurasi 94,35%. Dari aplikasi tersebut didapatkan grafik dan persamaan linearnya seperti pada Gambar 4.4, dimana variabel x sebagai nilai yang terbaca pada sensor dan variabel y sebagai nilai yang terbaca pada kWh Meter.

Tabel 4. 4 Kalibrasi Daya Sensor (W) dengan kWh Meter (W) Pada Kamar 4

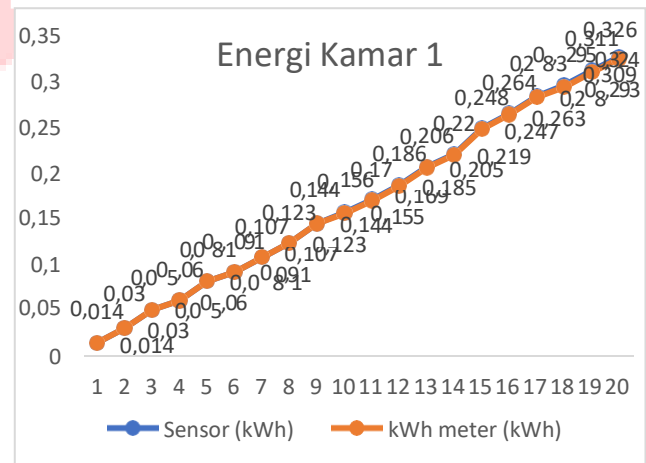
Daya Kamar 4				
Jenis Peralatan	Sensor (W)	kWh Meter (W)	Selisih	Kesalahan (%)
Lampu	4	4,3	0,3	6,98
Magic Com (warm)	35,2	37,2	2	5,38
Magic Com (warm), Solder	71,9	75,9	4	5,27
Magic Com (warm), Solder, Kipas	95,1	100,5	5,4	5,37
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas	116,2	123,3	7,1	5,76
Magic Com (warm), Solder (2), Kipas (2)	160,2	168,8	8,6	5,09
Magic Com (cook)	278,8	295,3	16,5	5,59
Dispenser	314,5	333,7	19,2	5,75
Setrika	328,2	347,9	19,7	5,66
Rata-Rata				5,65



Gambar 4. 4 Grafik Regresi Linear dan Persamaan Linear Kamar 4



Gambar 4. 5 Data hasil Pengujian Pengukuran Daya Pada Kamar 1



Gambar 4. 6 Data hasil Pengujian Pengukuran Energi Pada Kamar 1

4.2. Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan bertujuan untuk mengetahui dan menghitung persentase kesalahan, persentase kesalahan rata-rata, dan persentase rata-rata akurasi dari sensor yang digunakan. Pengujian pada setiap sensor dilakukan dengan membandingkan nilai daya pada sensor dengan kWh meter dan nilai energi dengan kWh meter. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data di setiap sensor menggunakan daya yang berbeda-beda. Untuk menghitung persentase kesalahan dapat menggunakan persamaan 4.2. Dari persamaan 4.2 ini untuk mengetahui berapa persen kesalahan nilai yang terbaca oleh sensor dengan nilai yang terbaca pada alat ukur kWh Meter.

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{|\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Terbaca}|}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Nilai sebenarnya = Nilai yang terbaca pada alat ukur kWh Meter

Nilai terbaca = Nilai yang terbaca pada sensor

Untuk menghitung persentase rata-rata kesalahan pada sensor, menggunakan persamaan 4.3

$$\% \text{ Kesalahan rata - rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{\text{Jumlah Pengambilan}} \times 100 \% \quad (4.3)$$

Untuk menghitung persentase rata-rata akurasi pada sensor, dapat menggunakan persamaan 4.4

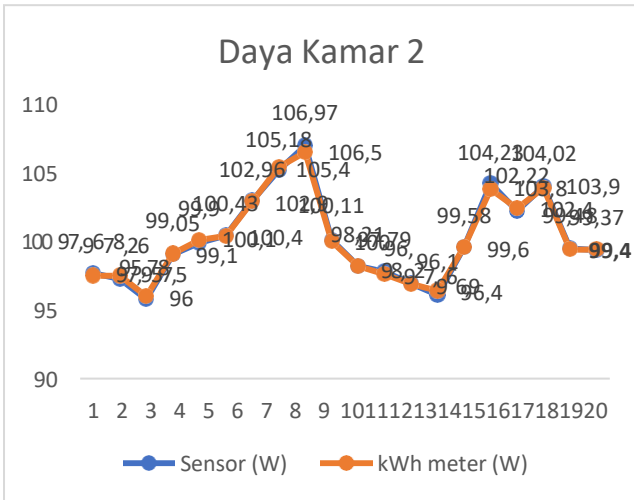
$$\% \text{ Akurasi} = 100 - \% \text{ Kesalahan rata - rata} \quad (4.4)$$

4.2.1. Pengujian Sensor Kamar 1

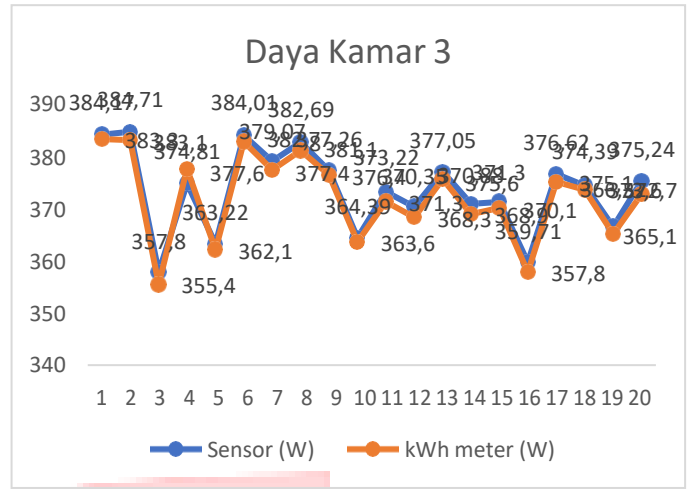
Pengambilan data pada pengujian ini menggunakan peralatan lampu dan rice cooker (warm) selama 5 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit sekali atau sebanyak 20 kali pengambilan data untuk mendapatkan data yang akurat. Pengujian sensor dilakukan dengan mengambil data besar daya dan energi yang telah digunakan dengan membandingkan nilai yang dibaca sensor pada serial monitor terhadap nilai yang dibaca pada kWh meter. Data hasil pengujian pengukuran daya dapat dilihat pada Gambar 4.5 sedangkan untuk data hasil pengujian energi dapat dilihat pada Gambar 4.6.

4.2.2. Pengujian Sensor Kamar 2

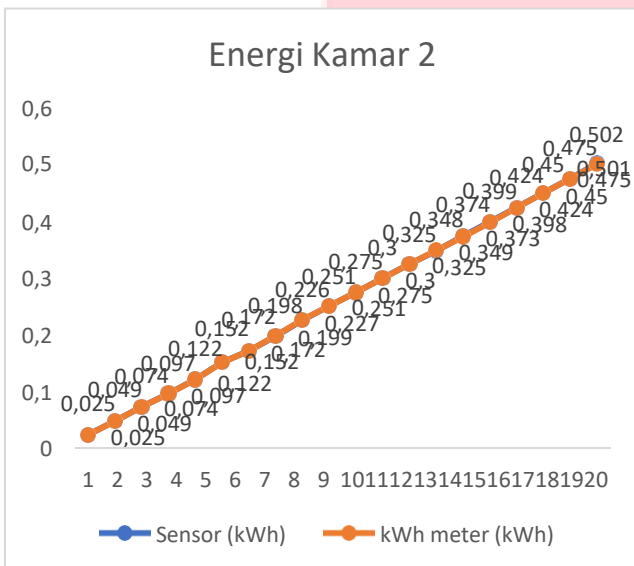
Pengambilan data pada pengujian ini menggunakan peralatan lampu, rice cooker (warm), dan dua buah solder selama 5 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit sekali atau sebanyak 20 kali pengambilan data untuk mendapatkan data yang akurat. Pengujian sensor dilakukan dengan mengambil data besar daya dan energi yang telah digunakan dengan membandingkan nilai yang dibaca pada sensor terhadap nilai yang dibaca pada kWh meter. Data hasil pengujian pengukuran daya dapat dilihat pada Gambar 4.7 sedangkan untuk data hasil pengujian energi dapat dilihat pada Gambar 4.8.



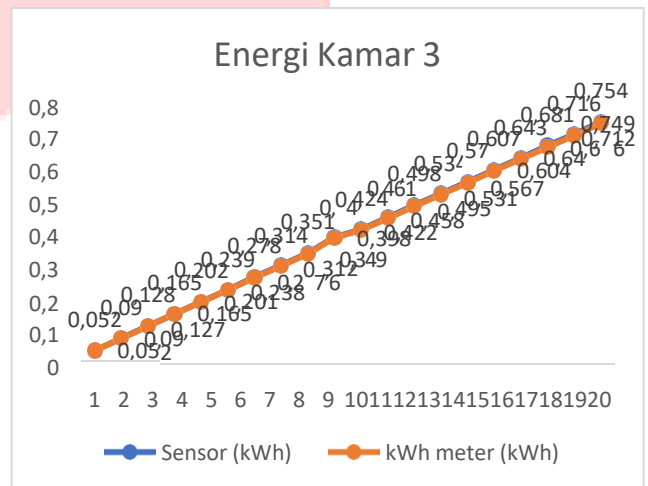
Gambar 4. 7 Data hasil Pengujian Pengukuran Daya Pada Kamar 2



Gambar 4. 9 Data hasil Pengujian Pengukuran Daya Pada Kamar 3



Gambar 4. 8 Data hasil Pengujian Pengukuran Energi Pada Kamar 2



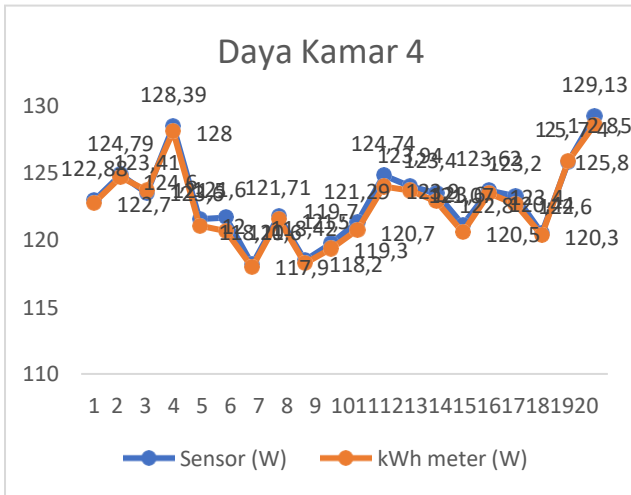
Gambar 4. 10 Data hasil Pengujian Pengukuran Energi Pada Kamar 2

4.2.3. Pengujian Sensor Kamar 3

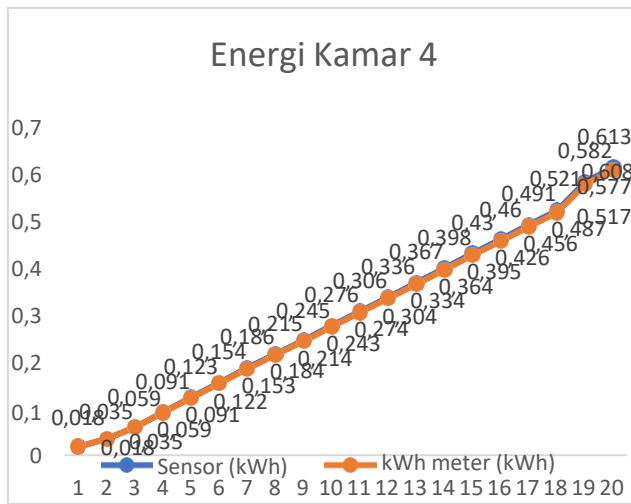
Pengambilan data pada pengujian ini menggunakan peralatan lampu, rice cooker (warm), dan setrika selama 5 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit sekali atau sebanyak 20 kali pengambilan data untuk mendapatkan data yang akurat. Pengujian sensor dilakukan dengan mengambil data besar daya dan energi yang telah digunakan dengan membandingkan nilai yang dibaca pada sensor terhadap nilai yang dibaca pada kWh meter. Data hasil pengujian pengukuran daya dapat dilihat pada Gambar 4.9 sedangkan untuk data hasil pengujian energi dapat dilihat pada Gambar 4.10.

4.2.4. Pengujian Sensor Kamar 4

Pengambilan data pada pengujian ini menggunakan peralatan lampu, rice cooker (warm), dua buah solder, dan kipas selama 5 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit sekali untuk mendapatkan data yang akurat. Pengujian sensor dilakukan dengan mengambil data besar daya dan energi yang telah digunakan dengan membandingkan nilai yang dibaca pada sensor terhadap nilai yang dibaca pada kWh meter. Data hasil pengujian pengukuran daya dapat dilihat pada Gambar 4.11 sedangkan untuk data hasil pengujian energi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 11 Data hasil Pengujian Pengukuran Daya Pada Kamar 3



Gambar 4. 12 Data hasil Pengujian Pengukuran Energi Pada Kamar 2

4.3. Pengujian Performa UI Design dari Aplikasi Thinkable

Pengujian performa dari UI design aplikasi thinkable dilakukan dengan metode pengujian black box. Pengujian ini dilakukan untuk menguji aplikasi dapat berjalan sesuai dengan alur perintah. Pengujian dengan metode black box adalah pengujian yang dilakukan dengan menguji pada tampilan, fungsi-fungsi, dan kesesuaian alur pada aplikasi. Pada Tabel 4.5 menjelaskan bagaimana pengujian yang dilakukan dengan test case sebagai poin pengujian, skenario sebagai langkah yang ingin dilakukan, ekspektasi sebagai harapan yang ingin terjadi, dan hasil yang telah terjadi. Berikut Tabel 4.5 menjelaskan hasil pengujian yang telah dilaksanakan pada aplikasi thinkable.

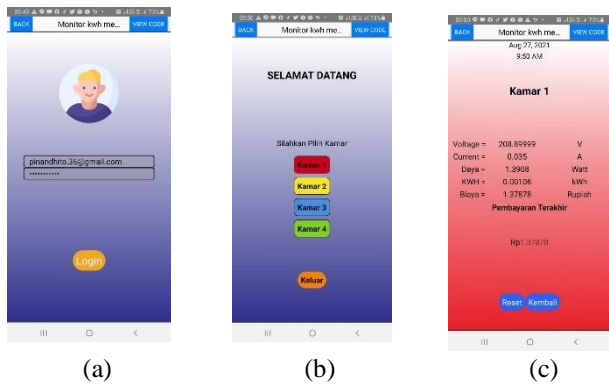
No	Test Case	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
1	Menu Login	Mengosongkan username dan password, selanjutnya klik "Login"	Sistem akan kembali ke menu login	Sistem kembali ke menu login	Sesuai
		Mengosongkan salah satu pilihan selanjutnya klik "Login"	Sistem akan kembali ke menu login	Sistem kembali ke menu login	Sesuai
		Mengisi username dan password tidak sesuai database,	Sistem akan kembali ke menu login	Sistem kembali ke menu login	Sesuai

No	Test Case	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
2	Dashboard	selanjutnya klik "Login"	Sistem akan masuk ke menu dashboard	Sistem masuk ke menu dashboard	Sesuai
		Mengisi username dan password sesuai database, selanjutnya klik "Login"	Sistem akan masuk ke menu dashboard	Sistem masuk ke menu dashboard	Sesuai
		Menampilkan pilihan kamar 1, kamar 2, kamar 3, dan kamar 4			
3	Kamar 1	Pilih kamar 1 dengan klik "Kamar 1"	Sistem akan masuk ke tampilan kamar 1	Sistem masuk ke tampilan kamar 1	Sesuai
		Menampilkan data nilai tegangan, arus, daya, energi, tagihan biaya dan tombol "reset dan kembali"			
		Pilih tombol "reset"	Sistem akan mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sistem mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sesuai
4	Kamar 2	Pilih tombol "kembali"	Sistem akan kembali ke menu pilihan dashboard	Sistem kembali ke menu pilihan dashboard	Sesuai
		Pilih kamar 2 dengan klik "Kamar 2"	Sistem akan masuk ke tampilan kamar 2	Sistem masuk ke tampilan kamar 2	Sesuai
		Menampilkan data nilai tegangan, arus, daya, energi, tagihan biaya dan tombol "reset dan kembali"			
5	Kamar 3	Pilih tombol "reset"	Sistem akan mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sistem mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sesuai
		Pilih tombol "kembali"	Sistem akan kembali ke menu pilihan dashboard	Sistem kembali ke menu pilihan dashboard	Sesuai
		Pilih kamar 3 dengan klik "Kamar 3"	Sistem akan masuk ke tampilan kamar 3	Sistem masuk ke tampilan kamar 3	Sesuai
6	Kamar 4	Menampilkan data nilai tegangan, arus, daya, energi, tagihan biaya dan tombol "reset dan kembali"			
		Pilih tombol "reset"	Sistem akan mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sistem mereset nilai energi dan mencatat tagihan pembayaran	Sesuai
		Pilih tombol "kembali"	Sistem akan kembali ke menu pilihan dashboard	Sistem kembali ke menu pilihan dashboard	Sesuai

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Aplikasi Thinkable dengan Metode Black Box

Dari Tabel 4.5 aplikasi yang sudah dirancang sesuai dengan tujuan yang diharapkan yaitu aplikasi hanya dapat diakses oleh username dan password yang sudah terdaftar, dapat menampilkan data nilai arus, tegangan, daya, energi, dan tagihan pembayaran yang tersimpan pada database, serta fitur-fitur yang ada pada aplikasi sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Untuk tampilan UI design dapat dilihat pada Gambar 4.13 dimana gambar (a) menunjukkan tampilan menu login bagi pengguna yang ingin masuk, gambar (b) menampilkan menu pilihan kamar yang ingin ditampilkan, dan gambar (c) menampilkan data besar

voltage, arus, daya, energi, dan biaya tagihan yang harus dibayarkan.



Gambar 4. 13 Tampilan UI Design (a) Menu Login, (b) Pilihan Kamar, (c) Data Kamar

4.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui kinerja rancangan sistem monitor penggunaan energi listrik melalui aplikasi *thinkable*. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan data pembacaan sensor PZEM-004T yang ada pada serial monitor Arduino IDE dengan data yang ditampilkan dan pengujian fitur “reset” pada aplikasi *thinkable*. Pengujian dilakukan dengan percobaan selama selang waktu 5 menit sebanyak lima kali pada setiap kamar kos-kosan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6 dimana pada tabel tersebut membandingkan data nilai yang terbaca oleh sensor pada serial monitor dengan nilai yang ditampilkan pada aplikasi *thinkable* dan melakukan pengujian pada fitur reset apakah sudah berjalan dengan benar atau tidak.

Kamar	Waktu	Serial Monitor	Tampilan <i>Thinkable</i>	Keterangan
1	5 menit	Energi = 0,002 kWh Biaya = Rp. 2,76	Energi = 0,002 kWh Biaya = Rp. 2,76	Sesuai
	10 menit	Energi = 0,005 kWh Biaya = Rp. 6,89	Energi = 0,005 kWh Biaya = Rp. 6,89	Sesuai
	15 menit	Energi = 0,008 kWh Biaya = Rp. 11,03	Energi = 0,008 kWh Biaya = Rp. 11,03	Sesuai
	Reset	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Sesuai
2	5 menit	Energi = 0,002 kWh Biaya = Rp. 2,76	Energi = 0,002 kWh Biaya = Rp. 2,76	Sesuai
	10 menit	Energi = 0,005 kWh Biaya = Rp. 6,86	Energi = 0,005 kWh Biaya = Rp. 6,86	Sesuai
	15 menit	Energi = 0,008 kWh Biaya = Rp. 10,98	Energi = 0,008 kWh Biaya = Rp. 10,98	Sesuai
	Reset	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Sesuai
3	5 menit	Energi = 0,020 kWh Biaya = Rp. 26,27	Energi = 0,020 kWh Biaya = Rp. 26,27	Sesuai
	10 menit	Energi = 0,030 kWh Biaya = Rp. 38,72	Energi = 0,030 kWh Biaya = Rp. 38,72	Sesuai
	15 menit	Energi = 0,040 kWh Biaya = Rp. 52,54	Energi = 0,040 kWh Biaya = Rp. 52,54	Sesuai
	Reset	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Sesuai

4	5 menit	Energi = 0,021 kWh Biaya = Rp. 27,57	Energi = 0,027 kWh Biaya = Rp. 27,57	Sesuai
	10 menit	Energi = 0,031 kWh Biaya = Rp. 39,98	Energi = 0,031 kWh Biaya = Rp. 39,98	Sesuai
	15 menit	Energi = 0,041 kWh Biaya = Rp. 53,34	Energi = 0,041 kWh Biaya = Rp. 53,34	Sesuai
	Reset	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Energi = 0,000 kWh Biaya = Rp. 0	Sesuai

Tabel 4. 6 Pengujian Keseluruhan Sistem

4.5. Analisis Data

4.5.1. Analisis Kalibrasi Sensor

Pada kalibrasi sensor PZEM-004T dengan menggunakan peralatan elektronik yang sama didapatkan nilai rata-rata error daya yang cukup tinggi sehingga menyebabkan nilai akurasi menjadi rendah. Dimana didapatkan nilai akurasi pada sensor kamar 1 sebesar 94,64%, kamar 2 sebesar 94,19%, kamar 3 sebesar 93,64%, dan kamar 4 sebesar 94,35%. Dari *datasheet* sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi sebesar 99,5% sedangkan dari data yang didapatkan nilai akurasi masih dibawah 95%. Oleh karena itu sensor ini perlu dilakukan pengaturan pada pembacaan nilai daya dengan menggunakan persamaan yang sudah didapatkan pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 agar mendapatkan nilai akurasi yang lebih baik.

4.5.2. Analisis Pengujian Sensor

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor kamar 1 yang sudah dikalibrasi pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, maka di dapatkan nilai akurasi daya sebesar 99,75% dan akurasi energi sebesar 99,70%. Untuk hasil pengujian pada sensor kamar 2 setelah kalibrasi pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 di dapatkan nilai akurasi daya sebesar 99,84% dan akurasi energi sebesar 99,90%. Pada sensor kamar 3 setelah kalibrasi pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 didapatkan nilai akurasi daya sebesar 99,57 dan akurasi energi sebesar 99,50%. Sedangkan pada sensor kamar 4 pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 didapatkan nilai akurasi daya sebesar 99,64% dan akurasi energi sebesar 99,37%. Dengan membandingkan data nilai hasil pengujian sensor setiap kamar dengan *datasheet* sensor PZEM-004T dimana akurasi daya 95,5% dan akurasi energi 99,5%, maka akurasi dari setiap sensor tersebut dapat dikatakan masih cukup akurat.

4.5.3. Analisis Pengujian UI Design dari Aplikasi *Thinkable*

Berdasarkan hasil pengujian yang dihasilkan pada Tabel 4.5 sistem alur kerja dari aplikasi *thinkable* sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan. Menu login yang hanya bisa diakses oleh pengguna terdaftar, menampilkan pilihan kamar beserta data nilai daya, energi, tagihan biayanya, dan fitur-fitur yang dimiliki bisa berjalan dengan baik.

4.5.4. Analisis Pengujian Keseluruhan Sistem Monitoring

Dari hasil pengujian yang di dapat pada Tabel 4.6 dimana data di serial monitor *Android IDE* dari sensor PZEM-004T dapat ditampilkan pada aplikasi *Thinkable* secara *real time*. Percobaan dilakukan dengan pengambilan data setiap 5 menit pada setiap sensor dan aplikasi dengan

waktu pengambilan secara bersamaan menghasilkan nilai yang sama. Fitur reset sudah berjalan dengan baik, dari data yang didapat jika tombol reset di tekan maka nilai energi dan biaya akan kembali menjadi nol.

V. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa prototype sistem monitoring energi listrik kos-kosan berbasis IoT telah berhasil menjawab tujuan dari perancangan, karena:

1. Sistem monitoring energi listrik menggunakan sensor PZEM-004T menghasilkan tingkat nilai akurasi daya dan energi yang cukup tinggi yaitu pada sensor kamar 1 didapatkan akurasi daya 99,75% dan energi 99,70%, pada sensor kamar 2 didapat akurasi daya 99,84% dan akurasi energi 99,90%, pada kamar 3 didapat akurasi daya 99,54% dan akurasi energi 99,50%, serta pada kamar 4 akurasi daya 99,64% dan akurasi energi 99,37%. Dari data yang didapat nilai akurasi yang di dapat sekitar 99,5%, sehingga sensor ini sesuai dengan *datasheet* yang dimiliki dan layak digunakan untuk monitoring energi listrik.
2. Perancangan sistem aplikasi *thinkable* mampu menjalankan dan menampilkan data daya dan energi yang didapatkan secara *real time*. Aplikasi hanya bisa diakses oleh pengguna yang sudah terdaftar, sehingga mengurangi tindak kejahatan.
3. Sistem dapat memonitoring penggunaan daya dan energi listrik di setiap kamar kosan dengan menggunakan aplikasi *thinkable* yang dapat diakses menggunakan *smarthphone*. Pengguna juga dapat mengetahui berapa biaya tagihan listrik yang harus dibayar.

REFERENSI

- [1] Achmad Furqon, dkk. "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android". *Techne Jurnal Ilmiah Elektronika*. Vol.18 No.2. Universitas Diponegoro. 2019.
- [2] Selvi Mirthawati Setyorini, dkk. "Kualitas Pelayanan Pasang Baru Listrik Prabayar Bagi Calon Pelanggan Rumah Tangga PT PLN (Persero) Rayon Kalisat di Kecamatan Sumber Jambe". *Jurnal Ilmu Administrasi Negara Universitas Jember*. 2015.
- [3] Wibowo, Agung Prasetyo. "Rancang Bangun Prototype Alat Pencatat Penggunaan Listrik / KWH Meter Kamar Kost Menggunakan Arduino". Universitas PGRI Yogyakarta. 2017.
- [4] Apri, Junaidi. 2015. "INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA: REVIEW". *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* Vol 1, No 3. ISSN: 2407 – 3911.
- [5] Mardiani, Gentsiya Tri. "Sistem Monitoring Data Aset dan Inventaris PT Telkom Cianjur Berbasis WEB".
- [6] Asep Muhamad Alipudin, dkk. "Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (IoT)". Program Studi Teknik Elektro. Universitas Pakuan.
- [7] Makridakis. 1999. *Metode dan aplikasi peramalan*. Edisi 2. Jakarta : Binarupa Aksara.
- [8] Eugene.C. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi 6. Bandung : ITB.
- [9] Pasurono, dkk. "Perancangan KWH Meter Digital Menggunakan KWH Meter Konvensional". *Transient*, Vol.2 No.1. Maret 2013. ISSN: 2302-9927.
- [10] Arfina Cahyani, dkk. "Studi Analisis Pengaruh Harmonisa Beban Nonlinier Rumah Tangga Terhadap Hasil Penunjukan KWH Meter Digital 1 Fasa". *Jurusan Teknik Elektro*. 2014. Universitas Brawijaya.
- [11] Zaini Latif, dkk. "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Pada Alat Kalibrasi Sensor Gas Oksigen". *Jurnal Teknik POMITS*. Vol 1. No 2. 2014. ISSN : 2301-9271.
- [12] Silvio Ziegler, dkk. "Current Sensing Techniques: A Review". *Jurnal IEEE Sensor*. Mei 2009.
- [13] Ashok Kumar Gupta, dkk. "Design and Implementation of High-Speed Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART)". *International Conference on Signal Processing and Integrated Network*. IEEE. 2020.
- [14] Edwin Adrin Wihelmus Sanadi, dkk. "Pemanfaatan realtime database di platform firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire". *Jurnal JPE*. Vol 22. No 1. Mei 2018.