

KOMET: Kwh Meter Listrik Digital Berbasis IoT

Alvin Sahroni^{1*}, Bintang Manggala Aji, Ahmad Fauzi Satria Negara, Hanny Fauzan Permana

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

*Corresponding E-mail: alvinsahroni@uii.ac.id

ABSTRAK

Setiap individu tentunya memiliki perbedaan yang tidak dapat dipaksakan satu sama lainnya. Salah satu perbedaan yang ada adalah penggunaan listrik pada rumah kos. Rumah kos kebanyakan hanya menggunakan satu kWh Meter yang terpasang, sehingga untuk pembayaran listrik yang ditagihkan ke pengguna kamar kos akan dipukul sama rata. Penyelesaian tagihan listrik ini dapat menyebabkan kesenjangan sosial untuk pengguna kamar kos, karena dirasa kurang adil bagi sebagian pengguna lainnya. Hal ini terjadi karena perbedaan penggunaan listrik pada tiap kamar kos, ada yang hanya menggunakan sedikit, dan ada yang menggunakan listrik lebih banyak. Hal ini menyebabkan pengguna listrik lebih sedikit akan merasa dirugikan oleh aturan pembayaran kos yang dipukul rata. Maka dari itu, dalam tugas akhir ini dibuat alat *monitoring* penggunaan energi listrik yang dapat melakukan pengukuran penggunaan kWh pada setiap kamar yang akan dapat menampilkan data berupa arus, kWh, dan energi serta grafik penggunaan listrik. Selain itu alat ini juga dapat menampilkan biaya listrik yang harus dibayarkan pada masing-masing kamar yang nantinya pemilik rumah kos tersebut dapat mengetahui total pembayaran listrik yang dapat diterima.

Alat ini akan bekerja dengan menggunakan mikrokontroler berupa *NodeMCU* dan sensor energi yaitu *PZEM-004T* yang bekerja secara *IoT*, hasil pengukuran nantinya akan ditampilkan pada aplikasi android. Keunggulan alat ini dibanding penelitian lain yang memiliki kesamaan tema ialah, alat ini dapat mengukur penggunaan energi listrik pada ruangan/kamar yang berbeda, alat ini juga bekerja secara *IoT* jika dibandingkan dengan penelitian lain yang belum *IoT* dan masih menggunakan modul sim SMS *gateway*.

Kata Kunci: Kwh Meter, Monitoring, IoT

ABSTRACT

Every individual certainly has differences that cannot be forced on one another. One of the differences is the use of electricity in boarding houses. Most boarding houses only use one kWh Meter installed, so that payments for electricity billed to boarding room users will be equalized. This equalization of electricity bills can cause social inequality for boarding room users, because it is felt to be unfair for some other users. This is because of differences in the use of electricity in each boarding room, some use only a little, and some use more electricity. This causes fewer electricity users to feel aggrieved by the flat payment rules. Therefore, in this final project, a monitoring tool is created to monitor the use of electrical energy that can measure kWh usage in each room which will be able to display data in the form of current, kWh, and energy as well as graphs of electricity usage. In addition, this tool can also display electricity costs that must be paid for each room so that the owner of the boarding house can find out the total electricity payment that can be received.

This tool will work using a microcontroller in the form of Node MCU and an energy sensor, namely PZEM-004T which works in IoT, the measurement results will later be displayed on the Android application. The advantage of this tool compared to other studies that have the same theme is that this tool can measure the use of electrical energy in different rooms, this tool also works in IoT when compared to other studies that are not yet IoT and still use the SMS gateway sim module.

Keywords: Kwh Meter, Monitoring, IoT

I. PENDAHULUAN

Setiap individu memiliki kebutuhan akan listrik yang berbeda, pemakaian listrik tersebut dipengaruhi oleh berapa banyak dan lama pemakaian perangkat yang

digunakan. Hal serupa juga berlaku bagi penghuni rumah kos yang tiap kamarnya belum menggunakan token listrik. Hal ini menyebabkan seringnya dilakukan penyeimbangan pembayaran tiap kamar pada rumah kos, meskipun

penggunaan listrik tiap kamarnya berbeda. Penyamarataan ini akan menjadi masalah apabila terdapat individu atau kelompok yang merasa dirugikan karena penyamarataan tarif pembayaran listrik pada kamar mereka [1]. Contoh kasus yang dapat dijumpai adalah perhitungan beban yang dilakukan dengan cara memperkirakan lama waktu penggunaan perangkat dalam satu bulan bagi masing-masing kamar, apabila salah satu penghuni kamar pada rumah kos menggunakan listrik selama 10 hari dengan pemakaian normal, namun dia harus membayar biaya listrik yang sama seperti penghuni kamar lain yang menggunakan listrik selama sebulan penuh [2]. Pada rumah kos, untuk mengetahui pemakaian *energy* listrik digunakan satuan *kilowatt hour* (kWh). Perhitungan kWh sendiri adalah 1 kWh sama dengan 3,6 MJ. Sedangkan alat yang digunakan untuk menghitung kWh adalah *watthour meter* atau Meteran listrik yang bisa kita jumpai. Tarif listrik yang akan ditagihkan tiap bulan ini nantinya akan disesuaikan dengan angka- angka yang ada pada kWh Meter [2]. Namun pada kebanyakan rumah kos hanya menggunakan satu kWh Meter, sehingga tidak akan bisa diketahui pemakaian listrik tiap kamar yang menyebabkan dilakukan penyamarataan tarif listrik yang dapat menyebabkan kesenjangan sosial bagi penghuni rumah kos tersebut.

Dari hasil pembahasan diatas, kami merumuskan bahwa perlu dibuat suatu alat yang dapat digunakan untuk membantu dalam melakukan *monitoring* terhadap pemakaian listrik. Alat tersebut dapat memberikan informasi pemakaian kWh tiap kamar dan biaya yang harus dibayarkan pada rumah kos. Dengan memanfaatkan teknologi informasi seperti *IoT* pemantauan ini akan lebih mudah karena dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat yang terhubung dengan internet sehingga dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.

Sebagai langkah dalam membuat dan merealisasikan alat yang kami usulkan ini, kami melakukan kerja sama dengan salah satu pemilik rumah kos yang ada di lingkungan UII. Kami akan memasang alat pada MCB yang ada pada tiap kamar pada rumah kos tersebut untuk dapat melakukan uji coba. Kami akan menggunakan dua kamar untuk uji coba alat yang akan kami buat dengan tujuan untuk menyesuaikan situasi agar hasil pengamatan yang dilakukan akan dapat lebih bervariasi.

Pada pembuatan proyek kWh Meter *online* ini, kami mendesain alat yang dapat mengukur *energy* listrik tiap kamar kos yang dapat diakses melalui perangkat yang mendukung internet. kWh Meter listrik digital berbasis *IoT* ini dapat melakukan pengukuran konsumsi daya di tiap kamar kos dan menentukan biaya listrik tiap kamar serta biaya listrik keseluruhan.

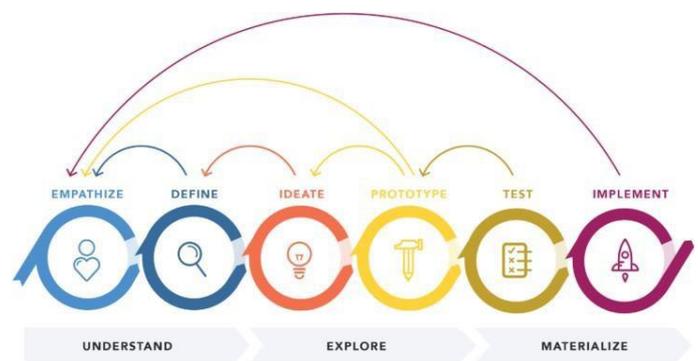
Tujuan dari pengembangan *capstone* ini sendiri adalah untuk mengembangkan aplikasi kWh Meter listrik digital berbasis *IoT* dan untuk dapat melakukan *monitoring* konsumsi daya dan menentukan biaya listrik setiap bulannya tiap kamar kos dan keseluruhannya. Manfaat yang

didapatkan dari pembuatan sistem kWh Meter listrik digital berbasis *IoT* diantaranya mempermudah untuk mengetahui penggunaan listrik kamar kos melalui aplikasi perangkat *mobile* yang dapat dengan mudah diakses melalui internet karena sudah berbasis *IoT*. Selain itu dengan sistem kWh Meter listrik digital berbasis *IoT* kita juga dapat mengetahui berapa biaya yang harus kita keluarkan untuk listrik kamar kita tiap bulannya. Dengan mengetahui listrik yang kita gunakan, diharapkan mampu memberikan efisiensi penggunaan listrik dan juga dapat membantu mengatasi ketidakadilan pembayaran listrik di kos-kosan yang dipukul rata.

II. METODOLOGI

Perancangan sistem

Pada pelaksanaan perancangan sistem rekayasa terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan sesuai kebutuhan dari *Engineering design*. Tahapan yang harus dilewati tersebut adalah tahap *Understanding*, *exploration*, dan *materialize*. Pembuatan proposal ini sendiri masuk dalam tahapan *Understanding* dan *exploration*. Tahapan ini bekerja menyerupai siklus yang didalamnya terdapat berbagai macam hal yang dapat diperbarui, diperbaiki, diubah, dan ditambahkan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan seperti gambar 1.



Gambar 1. Siklus Perancangan

Tahapan pertama dalam siklus ini adalah tahap *Understanding* dalam tahap ini kita dapat mendalami masalah sehingga kita memahami akan masalah tersebut dan kita dapat menyelesaikannya dengan rancangan sistem yang akan kita buat, masalah yang ingin diangkat adalah penyamarataan pembayaran listrik tiap bulan bagi penghuni kamar rumah kos yang pemakaian listriknya tidak sama satu dengan yang lain sehingga menimbulkan rasa tidak adil. Dari tahapan ini terdapat sub proses yaitu *empathize* dimana dilakukan survei dan wawancara untuk mencari tahu kendala yang dialami. Tahapan selanjutnya yaitu *define*, disini dilakukan studi literatur dari berbagai referensi guna menyelesaikan problem riil yang dialami.

Tahapan *exploration*, dalam tahap ini dikumpulkan seluruh informasi agar sistem yang akan dibuat telah mempertimbangkan berbagai macam aspek. Dari tahapan

ini terdapat sub proses yaitu *ideate* yang digunakan untuk menentukan solusi guna menyelesaikan problem riil. Dalam masalah yang telah kami angkat kami menawarkan solusi berupa alat yang dapat menghitung penggunaan listrik dan biaya yang harus dibayarkan tiap kamar kos yang berbeda. Dan *prototype* dilakukan perancangan sistem agar dapat digunakan.

Proses *prototype* juga menggunakan metode *trial and error* pada program.

Tahapan *materialize* dilakukan setelah *exploration* terpenuhi. Tahapan awal *materialize* adalah test. Test dilakukan dengan mengujicobakan alat untuk melihat apakah alat tersebut dapat bekerja dengan baik, jika belum maka akan dilakukan perbaikan.

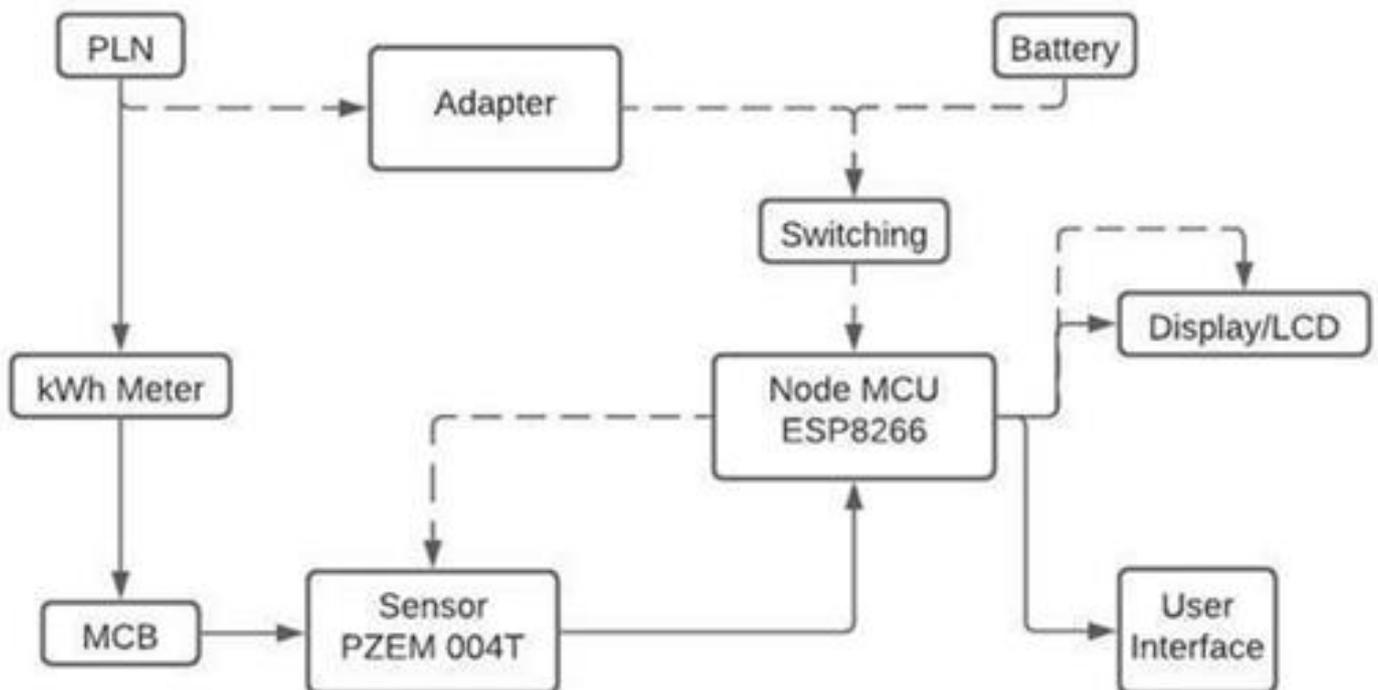
Tahapan *Implement* dilakukan dengan menerapkan alat dalam permasalahan riil. Jika *Implement* tidak berhasil maka perlu dilakukan pengkajian ulang dari tahapan *empathize*. Pada tahapan ini dilakukan pemasangan dan uji coba alat di salah satu rumah kos dimana alat dipasang pada dua kamar yang berbeda untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik atau tidak.

Solusi

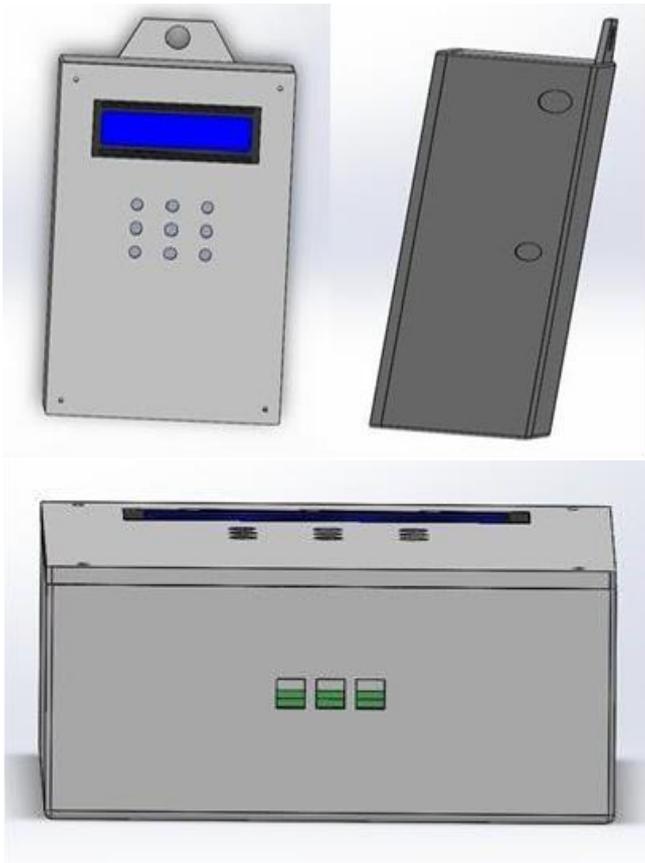
Sistem ini kami beri nama KOMET (Kos Energi Meter): *Smart Energy Meter Online*. dengan mengedepankan fungsi sistem sebagai alat *monitoring* yang berbasis *IoT*, KOMET dirancang agar penghuni kos dapat mengetahui konsumsi daya listrik dan biaya listrik di kamar kos yang di tempati setiap bulan yang hasilnya dapat dipantau melalui *Smartphone*. dengan usulan sistem sebagai berikut.



(a) flowchart sistem alat



(b) blok diagram alat



(c) desain case model 3D

Gambar 2. Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) flowchart sistem alat, (b) blok diagram alat, (c) desain case model 3D

Alat ini akan bekerja pada dua keadaan, keadaan pertama yaitu listrik dari PLN menyala, alat ini akan mengambil catu daya langsung dari listrik 220V PLN yang dihubungkan melalui *adapter*. Sensor *PZEM - 004T* yang digunakan untuk melakukan pembacaan arus dan tegangan yang masuk dan dikirimkan ke *NodeMCU ESP8266* yang akan melakukan perhitungan daya dengan cara mengalikan jumlah arus dengan jumlah tegangan yang masuk. Setelah daya diketahui, *NodeMCU* akan melakukan perhitungan kWh dengan cara membagi daya dengan 1000. Setelah perhitungan kWh selesai sistem akan melakukan perhitungan biaya dengan mengalikan nilai kWh dengan biaya per kWh yang telah ditentukan PLN. Hasil perhitungan biaya dan penggunaan kWh akan ditampilkan pada *LCD display* yang ada pada alat dan dapat diakses melalui aplikasi android.

Keadaan kedua adalah pada saat listrik dari PLN mati, catu daya akan diambil melalui sumber baterai dengan *switching* menggunakan *relay*. Pada saat listrik dari PLN padam tentunya tidak akan ada tegangan dan arus yang akan masuk pada sensor sehingga alat akan tetap menampilkan kWh dan biaya pada aplikasi yang sama sebelum listrik PLN padam. Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 1. Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras KOMET

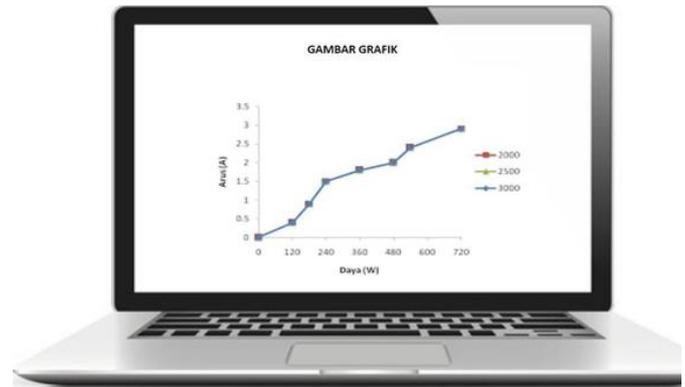
No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan filament 3D <i>printing</i> maupun bahan sejenis.
2	Mikrokontroler <i>NodeMCU ESP8266</i>	Berfungsi untuk mengolah data dari sensor <i>PZEM-004T</i> sebelum diupload ke <i>user interface</i> . <i>NodeMCU ESP8266</i> dipilih karena memiliki harga yang relatif murah dan sudah terdapat modul <i>WiFi</i> .
3	Baterai Sony VTC 6A	Baterai yang digunakan untuk menjadi daya pengganti dalam pengoperasian mikrokontroler dan sensor jika daya dari pln mati. Kami mencari tipe baterai 18650 dengan kapasitas 3000 mAh. Ini dapat bertahan dalam jangka waktu cukup lama.
4	Sensor <i>PZEM-004T</i>	Sensor yang digunakan adalah suatu modul yang digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya, frekuensi, <i>power faktor</i> , dan energi aktif.
5	PCB	Digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan komponen lain agar lebih tertata rapi.
6	LCD	Digunakan untuk menampilkan nilai dan <i>memonitoring</i> sistem.
7	Soket Baterai	Digunakan untuk meletakkan baterai pada tempatnya.
8	<i>Relay 5v dpdt</i>	Digunakan sebagai saklar untuk mengatur suplai daya yang berasal dari pln dan baterai.
9	<i>AC-DC Converter</i>	Digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.
10	<i>Dioda Rectifier</i>	Berfungsi sebagai penyearah agar tidak ada arus balik yang menuju sumber tegangan.

Selain usulan sistem *hardware* kami juga mengusulkan UI atau *user interface* berbasis aplikasi android, dengan menggunakan aplikasi android penggunaan alat ini akan

memudahkan pengguna karena hanya dibutuhkan *handphone* yang bekerja dengan sistem operasi android yang telah banyak digunakan oleh masyarakat



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna (b) Tampilan grafik pada aplikasi

Dalam aplikasi yang kami buat akan ditampilkan data penggunaan kWh, biaya total keseluruhan kamar, dan biaya pada masing-masing kamar secara terpisah. Dengan begitu pemilik kos akan tau total penggunaan kWh dan biaya satu rumah kos dan masing-masing kamar. Pengguna kamar akan mengetahui penggunaan kWh dan biaya yang harus dibayarkan tiap bulan. Terdapat fitur yang dapat memunculkan grafik penggunaan kWh tiap kamarnya, sehingga penghuni kos akan tau kapan dan bagaimana penggunaan kWh mereka dan waktu penggunaan energi cenderung naik sehingga diketahui penyebab naiknya biaya pembayaran kWh sehingga pembayaran energi pada kos-kosan lebih terbuka.

Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Usulan Rancangan Sistem

Metode pengujian pada *prototype* ini kami lakukan menggunakan terminal dihubungkan dengan rangkaian alat yang telah dibuat. Kami melakukan pengukuran arus, tegangan, dan daya yang ada pada terminal tersebut. Pada pengujian digunakan beberapa beban yang berbeda seperti lampu dan laptop. Pengukuran ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur lain seperti *power Meter* dan *multiMeter*, dan akan disesuaikan dengan *error* yang ada pada alat ukur tersebut. Data dari hasil pengujian yang telah dilakukan akan digunakan untuk perhitungan *error* dan standar deviasi yang digunakan untuk melihat sejauh apa tersebarannya nilai dari nilai rata-rata *error*, semakin kecil nilai standar deviasi yang didapatkan menunjukkan bahwa nilainya semakin mendekati nilai rata-rata, dari hasil yang didapatkan kita gunakan sebagai acuan.

$$\text{Error} = \text{data pengukuran senso} - \text{data pengukur alat ukur} \quad (3.1)$$

$$\text{standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - x)^2}{n}} \quad (3.2)$$

Uji coba di lapangan dilakukan dengan *monitoring* penggunaan listrik pada dua kamar, pada masing-masing kamar akan dipasang alat yang telah dibuat. Alat akan dipasang pada MCB masing-masing kamar menggunakan daya dari *power outlet* yang tersedia di dekat MCB dan akan menggunakan *WiFi* yang tersedia di rumah kos tempat alat dipasang. Alat akan dibiarkan bekerja terus menerus untuk *me-monitoring* penggunaan listrik dan biaya pada tiap kamar dan semuanya terakumulasi terus menerus selama satu minggu untuk melihat apakah alat dapat bekerja dengan baik dan melihat masalah yang mungkin terjadi. Uji coba *monitoring* ini dapat dilakukan dari jarak yang jauh menggunakan aplikasi yang telah dibuat.

Untuk mengetahui apakah alat ini memiliki kinerja yang baik dan berguna bagi pengguna, kami memberikan kuesioner kepada pengguna kamar dan pemilik kos. Dari hasil pengisian kuesioner tersebut dapat kita ketahui tingkat kepuasan dari pengguna terhadap alat yang kami tawarkan, dan dapat kami gunakan juga untuk memperbaiki lagi kekurangan-kekurangan yang ada. Kuesioner kami berikan setelah uji coba selesai, yaitu satu minggu setelah alat terpasang.



(a)



(b)

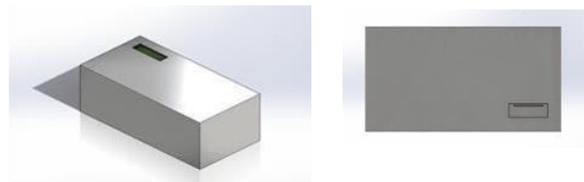


(c)

Gambar 4. (a) Alat yang dipasang pada kamar kos, (b) Alat yang dipasang pada kamar 1, (c) Alat yang dipasang pada kamar

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem Secara umum usulan rancangan yang kami usulkan dapat dipenuhi pada pembuatan *prototype* dari alat kami. Sistem bekerja sesuai dengan usulan yang diajukan. Kami mengusulkan sebuah alat yang dapat *me-monitoring* penggunaan kWh pada kamar yang ada pada rumah kos. Alat ini dapat *me-monitoring* arus, daya, tegangan, dan kWh serta biaya pemakaian listrik baik untuk masing-masing kamar dan juga total biaya keseluruhan. Alat ini akan memiliki sistem *switching power supply* pada saat terjadi mati listrik sehingga rekam data yang sebelumnya terakumulasi tidak akan hilang dan pada saat listrik kembali menyala alat akan melanjutkan *monitoring* daya dari akumulasi terakhir sebelum listrik padam. Pada realisasinya kami membuat dua *prototype* yang bertujuan untuk mengukur dua kamar yang berbeda. Alat yang kami buat mampu menampilkan arus, daya, tegangan, dan kWh serta biaya untuk masing-masing kamar juga total keseluruhan kamar. Dan juga terdapat sistem *switching* yang berhasil bekerja dengan baik. Perbedaan yang ada pada usulan dan realisasi kami adalah pada bagian *user interface* dimana kami mengusulkan untuk menggunakan *website* untuk menampilkan sistem namun, kami melakukan revisi dan menggantinya menjadi aplikasi android. Dalam pembuatan program kami menggunakan bantuan dari *Firestore* untuk dapat menerima data yang diambil dari sensor, didalam *Firestore* ini nantinya akan dilakukan perhitungan-perhitungan yang dibutuhkan. Selain itu kami juga menggunakan *ThingSpeak* yang digunakan untuk menampilkan grafik dari pemakaian energi yang nantinya akan ditampilkan pada aplikasi android yang kami buat dengan bantuan *MIT*.



(a)



Gambar 5. (a) Usulan Desain Alat, (b) realisasi Desain Alat

Tabel 2. Perbandingan usulan dan hasil perancangan *system*

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	10 x 10 x 2 cm	17 x 10 x 4 cm
2	Berat (gram)	200 gram	400 gram
3	Sensor yang digunakan	<i>PZEM-004T</i>	<i>PZEM-004T</i>
4	Target pengukuran	Arus, daya, tegangan, kWh dan biaya	Arus, daya, tegangan, kWh dan biaya
5	Catu daya	Listrik 220V dan Baterai	Listrik 220V dan Baterai
6	<i>User interface</i>	<i>Website</i>	Aplikasi android
7	Mikrokontroler dan modul <i>WiFi</i>	<i>NodeMCU ESP8266</i>	<i>NodeMCU ESP8266</i>
8	Komunikasi alat	<i>WiFi</i>	<i>WiFi</i>

Kesesuaian Perencanaan dalam Manajamen Tim dan Realisasinya

Perencanaan dan realisasi dalam praktik pembuatan alat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan,

kegiatan-kegiatan yang dilakukan hampir mendekati *timeline* yang telah direncanakan sebelumnya, dan dapat diselesaikan sesuai dengan tenggat waktu yang telah diberikan.

Tabel 3. Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Membeli alat dan bahan	Februari - Maret	Februari – April
2	Perancangan alat	Maret	April
3	Pembuatan program	Maret-April	Maret-April
4	Pemasangan <i>case</i> 3D pada alat dan pencetakan <i>case</i> 3D	April	April
5	Uji coba alat dan perbaikan	April	April
6	Laporan	April	April
7	Pembuat video dan <i>cover</i>	April	April

Pada usulan RAB yang sebelumnya telah dibuat terdapat beberapa perubahan yang terjadi akibat kebutuhan-kebutuhan yang tidak terencana pada pembuatan alat

seperti masalah-masalah yang tidak diperkirakan sebelumnya sehingga perlu penyesuaian lagi terhadap RAB yang sebelumnya dibuat.

Tabel 4. Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	<i>NodeMCU ESP8266</i>	2 pcs	Rp 102.500, -	2 pcs	Rp 102.500, -
2	Sensor <i>PZEM 004T</i>	2 pcs	Rp 335.000, -	3 pcs	Rp 493.200, -
3	<i>Adapter AC-DC Converter</i>	2 pcs	Rp 70.000, -	4 pcs	Rp 107.500, -
4	<i>Relay 5v</i>	2 pcs	Rp 39.000, -	2 pcs	Rp 16.000,-
5	<i>Dioda Rectifier</i>	4 pcs	Rp 8.000, -	-	-
6	<i>Battery 18650</i>	4 pcs	Rp 400.000, -	4 pcs	Rp. 380.000, -
7	Soket Baterai	2 pcs	Rp 30.000, -	2 pcs	Rp 22.000,-

8	LCD	1 pcs	Rp 60.000,-	2 pcs	Rp 50.000,-
9	PCB (15cmx10cm)	2 pcs	Rp 150.000,-	2 pcs	Rp 30.000,-
10	Case 3D Printing	2 pcs	Rp 500.000,-	2 pcs	-
11	Kabel Jumper	20	Rp 28.000,-	5 pcs	Rp 2.500,-
12	Solder	1	Rp 38.000,-	-	Rp 17.000,-
13	Tenol	1	Rp 30.000,-	-	Rp 14.000,-
14	DC to DC	-	-	2 pcs	Rp 52.000,-
15	Moleks	-	-	6 pcs	Rp 6.000,-
16	Kabel AWG	-	-	2 pcs	Rp 6.000,-
	Total		Rp. 1.790.500,-		Rp. 1.298.700,-

Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi.

Pada realisasi dari pengajuan perencanaan yang telah diusulkan pada TA 1 mengenai alat *monitoring energy* listrik pada rumah kos, kami dapat mewujudkannya dengan cukup baik tanpa harus melakukan banyak perubahan spesifikasi dari alat itu sendiri.

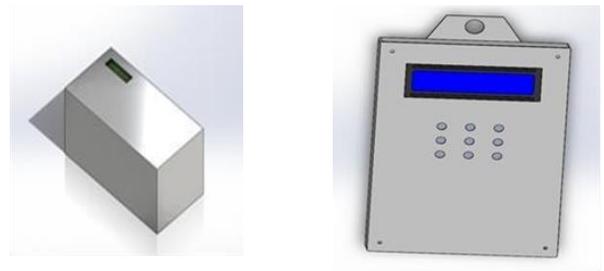
Berikut merupakan spesifikasi dari alat yang telah kami rencanakan/usulkan sebelumnya:

- Alat kami akan menggunakan sensor *PZEM-004T*
- Menggunakan *website* sebagai *User interface*
- Mengukur arus, tegangan, daya, kWh, dan biaya tiap kamar serta total keseluruhan kamar.
- Catu daya yang diambil dari listrik AC 220V dan Baterai (apabila mati lampu)

Dilihat dari item spesifikasi diatas 90% dari usulan spesifikasi yang direncanakan sudah terpenuhi dan menyisakan perubahan pada bagian *User interface*. Setelah pengujian dan konsultasi pada dosen pembimbing, terdapat perubahan pada bagian spesifikasi yaitu *User interface* dimana awalnya akan dibuat sebuah *Website* namun diganti menjadi sebuah aplikasi android dengan bantuan MIT dan ThingSpeak untuk mendesain dan menampilkan *User interface*-nya.

Perubahan pada desain produk.

Pada bagian ini dilakukan perubahan desain case yang sebelumnya belum memperhatikan ukuran dari komponen yang digunakan. Pada desain yang baru, dilakukan pengukuran komponen dan PCB yang digunakan sehingga case yang dibuat dapat muat dan berfungsi sebagaimana mestinya. berikut ini adalah gambar desain rencana awal dan desain realisasinya.



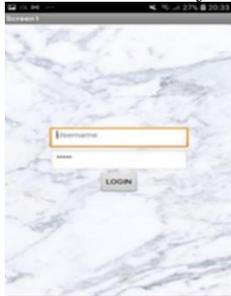
Gambar 6. (a) Desain produk setelah revisi

Perubahan pada bagian user interface

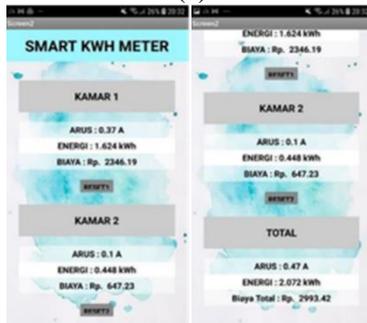
Desain interface yang kami rencanakan sebelumnya yaitu menggunakan website dimana website akan menampilkan hasil monitoring pada setiap kamar di satu halaman web saja. setelah dilakukan pertimbangan, penggunaan web dirasa kurang efektif dan kurang personal. hal ini dikarenakan pengguna harus mengakses web dahulu untuk melihat hasil monitoring-nya dan juga hasil dari monitoring kurang melindungi privasi untuk tiap pengguna dimana hasil keseluruhan monitoring di kamar-kamar menjadi satu di dalam satu halaman utama web. Oleh karena itu kami memutuskan untuk menggunakan aplikasi android dimana didalamnya terdapat sistem login untuk beberapa halaman pengguna yang di halaman utama yaitu untuk pemilik terdapat hasil pengukuran keseluruhan dan juga tombol reset untuk me-reset energi dan biayanya setelah pengguna kamar melakukan pembayaran dan di halaman lainnya yaitu halaman untuk pengguna masing-masing kamar terdapat hasil pengukuran energi, biaya, dan arus untuk kamar pengguna dan terdapat grafik daya, biaya, dan arus untuk mengetahui riwayat penggunaan listrik di kamar pengguna. Berikut adalah gambar desain rencana awal dan realisasinya.



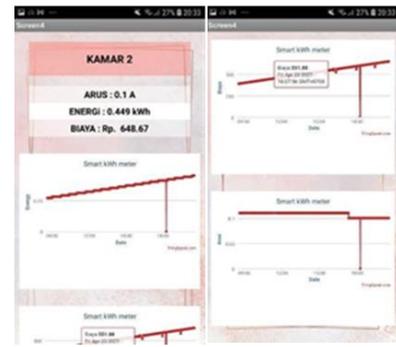
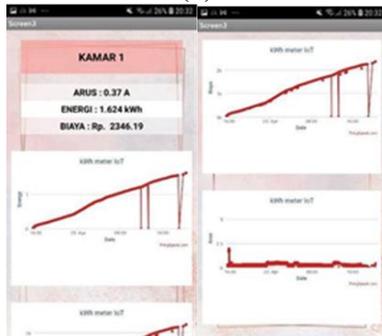
Gambar 7. (a) Desain user interface sebelum revisi



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. (a) Desain user interface setelah revisi, (b) Desain User interface setelah revisi, (c) Desain User interface setelah revisi

Implementasi Sistem dan Analisis

a) Hasil dan Analisis Implementasi

Untuk mengetahui bagaimana performa alat yang sudah kami buat, dilakukan uji coba langsung kelapangan. Alat akan diimplementasikan ke salah satu rumah kos dan dipasang pada dua kamar yang berbeda untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik atau tidak. Alat akan melakukan pengukuran arus, daya, tegangan, kWh, dan biaya masing-masing kamar maupun total keseluruhannya.

b) Hasil Uji Coba Di Lab

Sebelum uji coba langsung dilapangan, terlebih dahulu dilakukan percobaan di lab. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan terminal listrik yang dihubungkan dengan alat yang telah dibuat. Selain itu terminal listrik ini juga dihubungkan dengan alat ukur berupa *power Meter*. Hasil pengukuran dari alat akan dibandingkan dengan hasil pengukuran dari *power Meter* dan dapat dilakukan perhitungan *error* dengan menggunakan persamaan 2.1 dan perhitungan standar deviasi dengan persamaan 2.2. Yang menjadi target pengukuran dan pengambilan data dari percobaan ini adalah arus, tegangan dan daya. Berikut data hasil pengukuran dari alat dan *power Meter* serta *error* dan standar deviasinya.

Tabel 5. Tabel Data Pengukuran Arus Dengan Beban Lampu 7 Watt

No	Data Pengukuran Sensor (A)	Data Pengukuran <i>Multi</i> (A)	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1	0.0585	0.0620	-0.0035	0.0035
2	0.0586	0.0620	-0.0034	0.0034
3	0.0585	0.0620	-0.0035	0.0035
4	0.0587	0.0620	-0.0033	0.0033
5	0.0585	0.0620	-0.0035	0.0035
Rata-Rata $ Error $ (X)			0.00344	
Standar Deviasi			0.00008	

Tabel 6. Tabel Data Pengukuran Arus Dengan Beban Lampu 9 Watt

No	Data Pengukuran Sensor (A)	Data Pengukuran <i>Multi</i> (A)	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1	0.066	0.075	-0.009	0.009
2	0.0666	0.075	-0.0084	0.0084
3	0.0662	0.075	-0.0088	0.0088
4	0.066	0.075	-0.009	0.009
5	0.066	0.075	-0.009	0.009
6	0.0665	0.075	-0.0085	0.0085
Rata-Rata $ Error $ (X)			0.00878	
Standar Deviasi			0.00025	

Tabel 7. Tabel Data Pengukuran Arus Dengan Beban Lampu 11 Watt

No	Data Pengukuran Sensor (A)	Data Pengukuran <i>Multi</i> (A)	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1	0.0732	0.089	-0.0158	0.0158
2	0.0732	0.089	-0.0158	0.0158
3	0.0731	0.089	-0.0159	0.0159
4	0.073	0.089	-0.016	0.016
5	0.073	0.089	-0.016	0.016
Rata-Rata $ Error $ (X)			0.0159	
Standar Deviasi			0.00009	

Tabel 8. Tabel Data Pengukuran Arus Dengan Beban Lampu dan Laptop

Beban	No	Data Pengukuran Sensor	Data Pengukuran <i>Multi</i>	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1 Lampu	1	0,16	0,158	0,002	0,002
	2	0,16	0,158	0,002	0,002
	3	0,16	0,157	0,003	0,003
	4	0,16	0,157	0,003	0,003
	5	0,16	0,157	0,003	0,003
	6	0,16	0,157	0,003	0,003
	7	0,16	0,157	0,003	0,003
	8	0,16	0,156	0,004	0,004
	9	0,16	0,156	0,004	0,004
	10	0,16	0,156	0,004	0,004
1 Lampu dan 1 Laptop	11	0,4	0,4	0	0
	12	0,4	0,398	0,002	0,002
	13	0,39	0,395	-0,005	0,005
	14	0,4	0,394	0,006	0,006
	15	0,4	0,4	0	0
	16	0,4	0,397	0,003	0,003
	17	0,39	0,396	-0,006	0,006
	18	0,4	0,4	0	0
	19	0,4	0,398	0,002	0,002
	20	0,4	0,396	0,004	0,004
Lampu 1 dan 2	21	0,59	0,585	0,005	0,005
	22	0,6	0,587	0,013	0,013
	23	0,6	0,696	-0,096	0,096
	24	0,59	0,586	0,004	0,004
	25	0,59	0,586	0,004	0,004
	26	0,58	0,577	0,003	0,003
	27	0,59	0,585	0,005	0,005
	28	0,59	0,585	0,005	0,005
	29	0,57	0,572	-0,002	0,002

Laptop	30	0,58	0,583	-0,003	0,003
Rata-Rata $ Error $ (X)				0,00663	
Standar Deviasi				0,00066	

Tabel 9. Tabel Data Pengukuran Daya

Beban	No	Data Pengukuran Sensor (Watt)	Data Pengukuran <i>Power Meter</i> (Watt)	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1 Lampu	1	19.1	19.6	-0.5	0.5
	2	19.1	19.5	-0.4	0.4
	3	19.1	19.5	-0.5	0.4
	4	19.1	19.6	-0.5	0.5
	5	19	19.5	-0.5	0.5
	6	19	19.5	-0.4	0.5
	7	19.1	19.5	-0.4	0.4
	8	19.1	19.5	-0.5	0.4
	9	19	19.5	-0.5	0.5
	10	19	19.5	-0.4	0.5
1 Lampu dan 1 Laptop	11	62.8	62.4	0.4	0.4
	12	61.3	61.8	-0.5	0.5
	13	61.5	61.4	0.1	0.1
	14	63.4	63.3	0.1	0.1
	15	60.4	60.4	0	0
	16	61.4	61	0.4	0.4
	17	59.6	60.2	-0.6	0.6
	18	59.8	59.9	-0.1	0.1
	19	60.3	60.4	-0.1	0.1
1 Lampu dan 2 Laptop	20	58.8	58.3	0.5	0.5
	21	90.1	90.5	-0.4	0.4
	22	88.1	88.2	-0.1	0.1
	23	86.9	87	-0.1	0.1
	24	83.4	83.6	-0.2	0.2
	25	83.7	83.4	0.3	0.3
	26	83	83	0	0
	27	83.6	83.4	0.2	0.2
	28	83.5	83	0.5	0.5
29	82	82	0	0	
30	81.7	81.2	0.5	0.5	
Rata-rata $ Error $ (X)				0.32333	
Standar Deviasi				0.03225	

Tabel 10. Tabel Data Pengukuran Tegangan

No	Data Pengukuran Sensor(V)	Data Pengukuran <i>Multi Meter</i> (V)	<i>Error</i>	$ Error $ (Xi)
1	226	225,9	0,1	0,1
2	226	226	0	0
3	226	225,9	0,1	0,1
4	226	225,7	0,3	0,3
5	226	225,9	0,1	0,1
6	226	226	0	0
7	226	226,1	-0,1	0,1
8	226	226	0	0
9	226	226	0	0
10	226	225,9	0,1	0,1

11	226	226	0	0
12	226	225,8	0,2	0,2
13	226	225,9	0,1	0,1
14	226	225,9	0,1	0,1
15	226	226,2	-0,2	0,2
16	226	226,1	-0,1	0,1
17	226	226	0	0
18	226	226,1	-0,1	0,1
19	226	226	0	0
20	226	225,9	0,1	0,1
21	226	225,7	0,3	0,3
22	226	225,7	0,3	0,3
23	226	225,8	0,2	0,2
24	226	225,9	0,1	0,1
25	226	226	0	0
26	226	226	0	0
27	226	226	0	0
28	226	225,8	0,2	0,2
29	226	225,8	0,2	0,2
30	226	225,8	0,2	0,2
Rata-Rata Error (X)			0,10667	
Standar Deviasi			0,01704	

Dari data pengukuran dan perhitungan *error* serta standar deviasi yang telah dilakukan didapatkan hasil yang cukup baik dimana nilai standar deviasi cukup kecil yang menandakan bahwa nilai pengukuran mendekati rata-rata nilai *error* sehingga alat yang telah dibuat memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi.

c) Pemasangan Alat pada MCB Kamar-Kamar Kos
Hal pertama yang kami lakukan adalah memasang alat *monitoring* yang telah dibuat pada MCB yang ada pada tiap kamar kos seperti yang telah direncanakan sebelumnya. Pemasangan ini dilakukan agar nantinya alat

dapat mengukur penggunaan listrik yang ada pada masing-masing kamar secara terpisah. Proses pemasangan alat ini dilakukan dengan menghubungkan pada *WiFi* yang tersedia dengan mengatur programnya sesuai data *WiFi* yang digunakan dan *passwordnya*. Setelah itu dilakukan pelepasan cover dari MCB dan memasang klem sensor pada kabel yang ada pada MCB. Setelah itu alat dihubungkan dengan power supply yang diambil dari power outlet yang ada di dekat MCB dan menggantung alat dengan gantungan yang ditempel ditembok kamar kos.

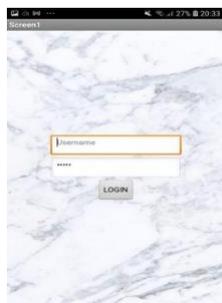


Gambar 9. (a) Pemasangan alat pada MCB kamar 1, (b) Pemasangan alat pada MCB kamar 2

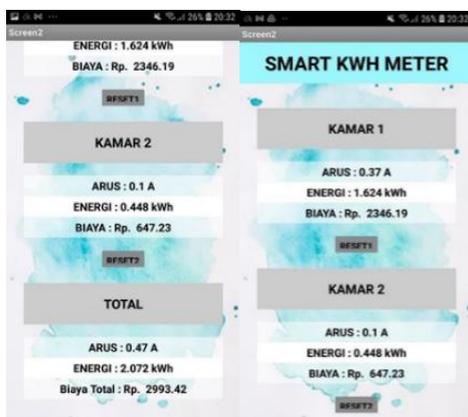
Setelah alat terpasang pada MCB dan dihubungkan pada Power supply alat akan menyala dan mulai untuk mengukur dan me-monitoring penggunaan listrik pada tiap kamar. Sebelum itu alat terlebih dahulu deprogram agar dapat tersambung dengan WiFi yang ada di dekat alat tersebut dipasang dalam hal ini WiFi milik kos tersebut

d) Pengujian Alat di Beberapa Kamar Kos

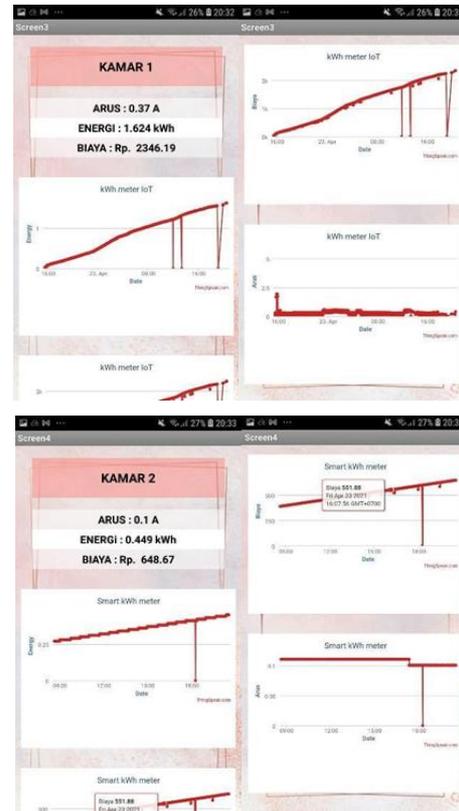
Pada percobaan penggunaan alat pada keadaan sebenarnya, alat ini kami pasang pada dua kamar yang berbeda. Alat akan me-monitoring penggunaan listrik yang digunakan pada masing- masing kamar secara terpisah dan juga terdapat total penggunaan dari keseluruhan kamar yang diukur. Pada percobaan ini kami menggunakan dua kamar sebagai tempat uji coba penggunaan alat yang telah kami buat. Tiap alat akan dihubungkan dengan MCB. Setelah dapat dilakukan monitoring penggunaan energi listrik yang kita gunakan melalui aplikasi yang telah dibuat sebelumnya. Di dalam aplikasi tersebut kita dapat Log in sebagai pemilik kamar, pengguna kamar 1, dan pengguna kamar 2. Pada jendela tampilan pemilik kamar terdapat opsi untuk me-reset sistem alat, sehingga alat akan kembali mengulang pengukuran dari 0, hal ini bertujuan agar alat dapat me-monitoring dari awal lagi pada saat-saat seperti waktu setelah pembayaran sehingga informasi yang akan diterima akan lebih mudah. Pada jendela pengguna kamar 1 dan kamar 2 terdapat fitur yang dapat menampilkan penggunaan arus, energi, dan biaya serta akan ditampilkan grafik yang menunjukkan penggunaan energi yang terpakai.



(a)



(b)



(c)

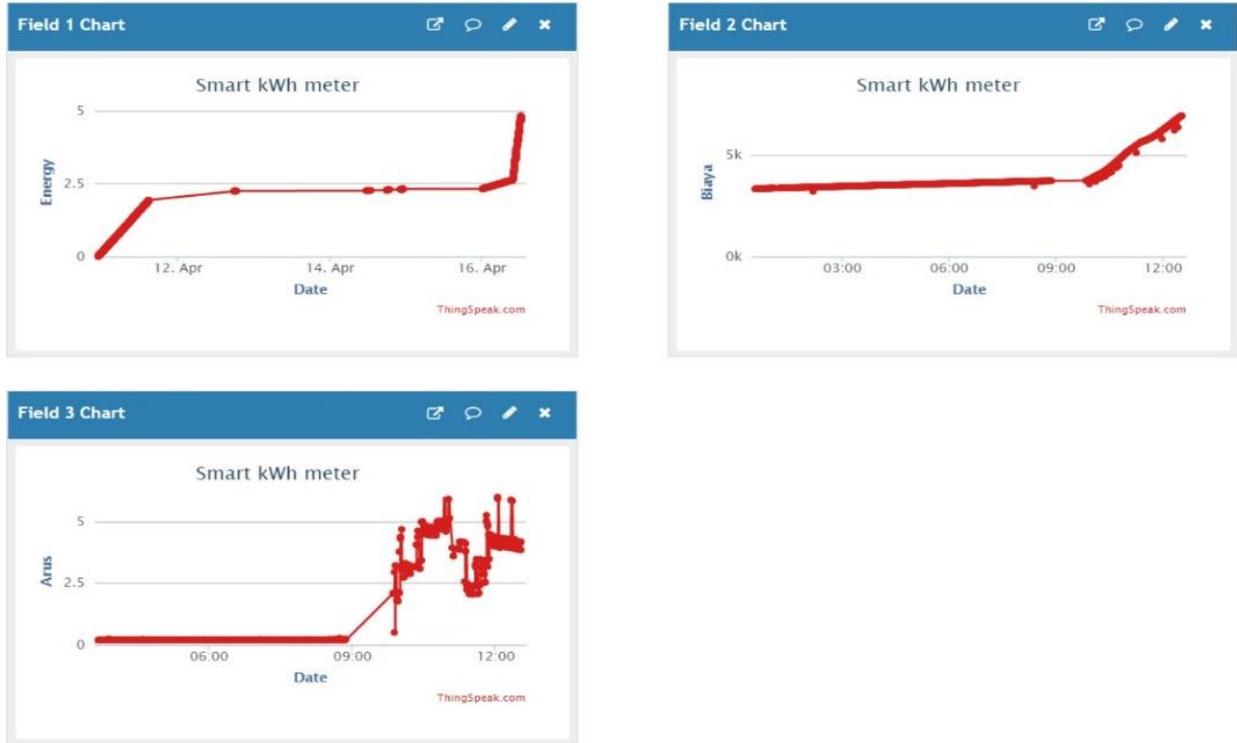
Gambar 10. (a) Jendela Log in, (b) Jendela Pemilik Kos, (c) Jendela Pengguna Kamar 1, (d) Jendela Pengguna Kamar 2

Pada pengujian alat di dua kamar yang berbeda, alat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Alat dapat digunakan untuk me-monitoring penggunaan energi dikamar 1 dan dikamar 2 secara bersamaan dan terpisah seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas. Penggunaan energi kamar 1 dan kamar 2 memiliki nilai yang berbeda karena tentunya masing-masing kamar memiliki beban yang berbeda juga. Selain itu seberapa sering penggunaan listriknya juga berpengaruh terhadap penggunaan listrik dan biaya yang dihasilkan, semakin sering dan lama penggunaan listrik seperti lampu yang terus menyala, penggunaan TV secara terus menerus dan lain hal akan sangat berpengaruh terhadap penggunaan listrik sehari-hari.

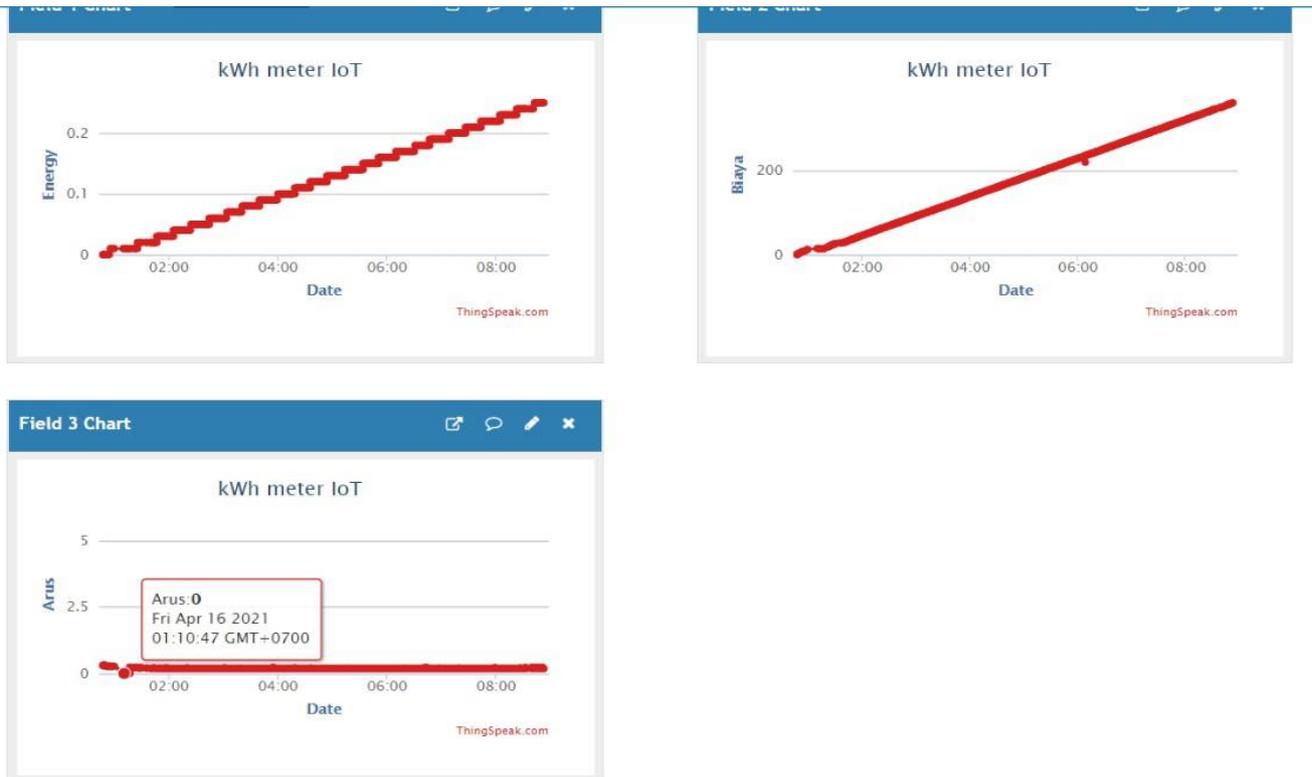
e) Pengujian Saat Listrik Padam

Alat mengambil catu daya dari listrik AC 220 V, apabila mati listrik maka alat kami akan mengambil daya dari baterai. Saat listrik mati maka otomatis *relay* akan berfungsi sehingga akan terjadi *switching* dari listrik AC 220 V ke baterai. Nantinya *Firebase* akan menampilkan data pengukuran terakhir yang terekam karena pada saat listrik padam tidak akan ada penggunaan listrik. Data akumulasi energi dan biaya yang ada pada alat dan sensor tidak akan hilang atau ter-*reset* sehingga pada saat listrik kembali menyala alat akan kembali meneruskan pengukuran dari titik terakhir sebelum listrik padam.

Berikut grafik yang menunjukkan keadaan saat listrik padam.



(a)



(b)

Gambar 11. (a) grafik penggunaan listrik, (b) grafik penggunaan listrik

Dari grafik diatas kita dapat melihat pada saat listrik pada maka grafik akan bersifat konstan dan tidak terjadi perubahan baik naik atau turun karena pada *Firestore*

nantinya akan tersimpan data terakhir sebelum lampu padam sehingga grafik akan menunjukkan garis lurus, dan pada saat listrik kembali menyala maka grafik akan

kembali memberikan perubahan data yaitu naik karena sensor kembali menerima perubahan pada penggunaan listrik, dan akan meneruskan akumulasi terakhir dari saat sebelum mati listrik.

f) Pengujian Sistem Reset

Pada alat yang kami buat terdapat fitur *reset* yang dapat digunakan untuk mengembalikan proses pengukuran

kembali ke 0, fitur ini hanya dapat diakses oleh pemilik dari rumah kos. Fitur ini dapat digunakan pada saat seperti bulan baru datang dan pembayaran listrik telah dilakukan sehingga alat akan kembali *me-monitoring* penggunaan listrik dari 0 dan pengguna dapat melihat penggunaan listriknya dari awal.



Gambar 12. (a) Grafik penggunaan listrik, (b) grafik penggunaan listrik

Dapat dilihat pada grafik diatas terdapat gambaran pada grafik yang menunjukkan garis yang ada di grafik tersebut turun ke angka 0, hal tersebut terjadi saat tombol *reset* ditekan yang akan mengembalikan data pengukuran kembali ke nilai 0 dan akan kembali menghitung akumulasi penggunaan energi

g) Respon Pengguna

Setelah penerapan alat secara langsung di salah satu rumah kos pada dua kamarnya, kami memberikan kuesioner yang akan dijawab oleh pengguna alat dan untuk mengetahui respon mereka terhadap alat yang kami tawarkan. Dari kuesioner yang telah diberikan kami mengelompokkannya sesuai dengan jenis pertanyaan menjadi fungsi, kemudahan, kualitas, dan gangguan. Dari segi fungsi

dapat kami simpulkan bahwa alat yang telah kami buat dapat bekerja dengan fungsi sesuai dengan apa yang telah kami tawarkan pada usulan dan dapat berfungsi dengan baik. Dalam aspek kemudahan pengguna baik pemasangan, dan *monitoring* alat kami mendapatkan respon yang baik, dimana pengguna merasa menggunakan

alat kami dianggap mudah dan jelas untuk dimengerti. Kualitas yang diberikan oleh alat kami dinilai oleh pengguna cukup baik. Dan aspek terakhir adalah gangguan, pada aspek ini pengguna tidak menemui adanya gangguan yang dapat menghalangi *monitoring* alat yang kami pasang.

Tabel 11. Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Respon
1	Fungsi	Apakah aplikasi alat kWh Meter mudah untuk dipahami atau digunakan	Baik
		Apakah alat kWh Meter dapat digunakan dengan baik dan sesuai dengan fungsinya	Sangat Baik
2	Kemudahan	Apakah alat ini membantu anda dapat <i>memonitoring</i> penggunaan listrik dikostan	Baik
		Apakah alat kWh Meter mudah untuk dipasang	Baik
3	Kualitas	Bagaimana kualitas aplikasi kWh Meter ini	Baik
		Apakah anda akan merekomendasikan aplikasi ini untuk pengelola kostan atau peggungan kostan yang lainnya	Sangat Baik
4	Gangguan	Apakah ada gangguan selama penggunaan alat kWh Meter	Tidak Ada

Dampak Implementasi Sistem

a) Teknologi/Inovasi

Sistem dari alat yang kami buat memiliki keunggulan dibandingkan dengan sistem yang pernah dibuat sebelumnya. Seperti sistem yang digunakan oleh R.Pradisti, dkk dimana mereka membuat sistem *monitoring* energi pada rumah kos, namun belum bersifat *IoT* dan hanya menggunakan modul sim sehingga mereka

hanya dapat menerima pemberitahuan melalui SMS *gateway* [1]. Atau sistem yang digunakan M.J.Dwi Suryanto, dkk yang menggunakan modul RTC (Real Time Clock) dan modul sim GSM 800L yang belum bersifat *IoT* [2]. Atau sistem yang dibuat oleh B.K.Barman, dkk yang hanya dapat *me-monitoring* satu ruangan dan belum bisa menghitung untuk tiap ruangan yang berbeda [3].

Tabel 12.

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	R.Pradisti, dkk	M.J.Dwi Suryanto, dkk	B.K.Barman
1	Cara Kerja Sistem	Real time	Tidak <i>real time</i>	Tidak <i>Real time</i>	<i>Real time</i>
2	Basis Kerja	<i>IoT</i>	Belum <i>IoT</i>	Belum <i>IoT</i>	<i>IoT</i>
3	Pengukuran <i>Multi</i> Ruangan/kamar	Iya	Iya	Iya	Tidak

b) Sosial

Kesenjangan sosial yang terjadi di antara penghuni kos merupakan salah satu hal negatif yang dapat terjadi akibat suatu sistem yang berjalan dengan tidak baik pada pengelolaan rumah kos. Salah satu penyebab utama dari hal ini adalah pembayaran listrik kos yang bagi sebagian penghuni kos tidak adil dan merasa dirugikan. Hal ini dapat terjadi karena tidak semua pengguna kamar kos menggunakan listrik dengan kuantitas yang sama, ada

yang lebih sedikit dan ada yang lebih banyak, namun pemilik rumah kos mematok tarif pembayaran kos yang sama sehingga terjadilah kesenjangan sosial ini. Dengan produk yang kami buat dan tawarkan masalah kesenjangan sosial yang terjadi pada para penghuni kos tersebut dapat teratasi. Dengan alat yang kami buat listrik tiap kamar kos dapat terus di *monitoring* penggunaanya dan biaya akumulasinya, sehingga pemilik kos dapat memasang tarif listrik sesuai dengan tarif yang ada pada

masing- masing kamar kos dengan begitu tidak akan ada lagi pengguna kamar yang merasa dirugikan satu sama lainnya dan kesenjangan sosial dapat dihindari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut, Sistem *monitoring* energi listrik yang dibuat akan menampilkan data pengukuran secara *realtime* yang akan menampilkan pada pemilik kos dan pengguna kamar kos penggunaan kWh, arus, dan energi serta akan menampilkan grafik pada tampilan jendela pengguna kos. Khusus untuk pemilik kos nantinya akan dapat *monitoring* penggunaan listrik pada seluruh kamar dan total biaya yang harus dibayarkan, selain itu pemilik kos juga dapat melakukan *reset* pada *system* sehingga *system* kembali mengulang pengukuran dari 0. Alat *monitoring* ini akan dipasang pada MCB yang ada pada masing-masing kamar. Alat *monitoring* energi listrik yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi, dan dapat digunakan secara terus menerus tanpa terjadi masalah selama masa percobaan. Alat *monitoring* yang dibuat menggunakan sensor *PZEM-004T* dan *NodeMCU* sebagai mikrokontroler-nya.

Saran

Berdasarkan pelaksanaan tugas akhir/*Capstone Project* yang telah dilaksanakan, kami memberikan beberapa saran untuk penelitian dengan tema terkait agar kedepannya alat yang telah dibuat akan semakin sempurna dan lebih baik lagi. Berikut beberapa saran yang dapat kami berikan, Pada penelitian berikutnya kami menyarankan untuk peneliti agar dapat membuat aplikasi yang digunakan sebagai *User interface* dapat bekerja tidak hanya pada Android namun juga dapat digunakan pada *system* operasi lain seperti *IOS*, *Windows*, *Linux*, dan lain-lain. Saran kami selanjutnya adalah bagaimana sistem nantinya dapat bekerja bukan hanya sebagai alat *monitoring* namun juga dapat digunakan untuk mengontrol perangkat-perangkat elektronik yang terhubung dengan alat tersebut. Berikutnya adalah Tingkat keamanan perlu dipikirkan mengingat tujuan *capstone design* adalah menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat, Desain alat perlu dipikirkan bagaimana saat melakukan perubahan nilai TDL listrik, Perlu disampaikan kepada kedua belah pihak (pemilik kos dan pengguna kos) bahwa penginputan nilai TDL listrik dalam menentukan harga bayar listrik perlu disampaikan secara *fair* sehingga tidak ditemukan masalah di kemudian hari, desain *body* atau fisik alat perlu diperbaiki dan disempurnakan lagi agar memiliki tampilan yang lebih menjual dan berfungsi dengan baik, Diperlukan

pengecekan secara berkala mengenai kecocokan antara tagihan listrik pengguna kos dengan pemilik kos.

PERNYATAAN

Terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung proses penelitian ini.

REFERENSI

1. R. Pradisti, J. T. Komputer, and P. N. Sriwijaya, "Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Penggunaan Listrik Kamar Kos Secara Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Arus," vol. 12, no. x, pp. 95–102, 1978.
2. M. juhan dwi Suryanto and T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," Jur. Tek. Elektro, vol. 8, no. 1, pp.47–55, 2019.
3. B. K. Barman, S. N. Yadav, S. Kumar, and S. Gope, "IoT Based Smart Energy Meter for Efficient Energy Utilization in Smart Grid," 2nd Int. Conf. Energy, Power Environ. Towar. Smart Technol. ICEPE 2018, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/EPETSG.2018.8658501.
4. K. Chooruang and K. Meekul, "Design of an IoT Energy Monitoring System," Int. Conf. ICT Knowl. Eng., vol. 2018-Novem, pp. 48–51, 2019, doi:10.1109/ICTKE.2018.8612412.
5. B. Sahani, T. Ravi, A. Tamboli, and P. Ranjeet, "IoT Based Smart Energy Meter," Bonfring Int. J. Res. Commun. Eng., vol. 6, no. Special Issue, pp. 89–91, 2016, doi: 10.9756/bijrce.8209.