

Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan *Firestore* Dan Aplikasi Android

James William Jokanan

S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
jamesjokanan16050874033@mhs.unesa.ac.id

Arif Widodo, Nur Kholis, Lusiana Rakhmawati

S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
arifwidodo@unesa.ac.id, nurkholis@unesa.ac.id, lusiarakhmawati@unesa.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan kebutuhan pokok manusia. Konsumsi listrik manusia semakin lama semakin besar seperti lampu, televisi dan peralatan listrik lainnya. Pemakaian listrik biasanya terjadi pemborosan karena kurangnya kesadaran masyarakat dan tidak efektif dalam pemakaian listrik. Dengan adanya revolusi industri 4.0 maka terciptalah sebuah sistem *Internet of Things*(IoT). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis IoT pada peralatan listrik rumah. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu dengan menggunakan metode kuantitatif. Beberapa penelitian telah melakukan percobaan dengan menggunakan *PZEM-004t* sebagai sensor untuk mendeteksi nilai dari tegangan dan arus pada listrik ac namun masih menggunakan aplikasi *blynk* sebagai server dan aplikasi untuk memantau penggunaan daya listrik. Sistem ini masih menggunakan *PZEM-004t* sebagai sensornya. Sistem ini menggunakan *google database* sebagai server dan dapat dipantau melalui aplikasi android yang telah dibuat. Hasil pengukuran ini meliputi data tegangan, arus, daya, dan energi listrik. Data tegangan, arus, daya, dan energi akan di baca sensor kemudian dikirimkan oleh *NodeMcu* ke *google database*. Data yang sudah tersimpan pada database akan dibaca oleh aplikasi android. Sistem ini juga terdapat pesan notifikasi apabila pemakaian arus dan daya listrik telah lebih dari yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil nilai tegangan, arus, daya, dan energi dari sensor dengan alat pengukur yang telah dikalibrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor memiliki error sebesar 0,4% saat pengukuran tegangan, 6,8% saat pengukuran arus, 6,6% saat pengukuran daya, dan 7,8% saat pengukuran energi. Alat monitoring ini memiliki tingkat akurasi sebesar 95%.

Kata kunci : *google firebase*, monitoring daya listrik, *pzem-004t*, aplikasi monitoring listrik

Abstract

Electricity is a basic human need. Human electricity consumption is getting bigger and bigger such as lights, televisions and other electrical equipment. Electricity consumption usually occurs wasteful because of lack of public awareness and ineffective in the use of electricity. With the industrial revolution 4.0, an *Internet of Things*(IoT) system was created. The purpose of this research is to design a build IoT-based electrical power usage monitoring system on home electrical appliances. The method used in data collection is by using quantitative methods. Some studies have conducted experiments using *PZEM-004t* as sensors to detect the value of voltage and current on ac power but still use *blynk* applications as servers and applications to monitor power usage. The system still uses *PZEM-004t* as its sensor. The system uses *google database* as a server and can be monitored through android applications that have been created. The results of this measurement include data tegangan, arus, daya, and energi listrik. Data voltage, current, power, and energy will be read sensors then sent by *NodeMcu* to *google database*. The data already stored in the database will be read by the android application. The system also has a notification message when the current and power consumption has been more than desired. The test was conducted by comparing the results of the voltage, current, power, and energy values of the sensor with calibrated gauges. The results showed that the sensor had errors of 0.004% during voltage measurement, 0.068% during current measurement, 0.066% during power measurement, and 0.228% when measuring energy. This monitoring tool has an accuracy rate of 99%.

Keyword : *google firebase*, electrical power monitoring, *pzem-004t*, electrical monitoring application

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman semakin lama penduduk di dunia semakin banyak terutama di Indonesia. tingkat pertumbuhan penduduk di Indonesia cukup cepat, pertumbuhan pembangunan infrastruktur pun mengikutinya. Kebutuhan mendasar listrik sebagai sumber energi kehidupan, tidak heran seiring berjalannya waktu dan zaman perkembangan teknologi di bidang kelistrikan telah berkembang.

Energi yang di gunakan saat ini di Indonesia yaitu menggunakan energi fosil dan non fosil, energi fosil yang di gunakan bisa habis dalam waktu cepat atau lambat sistem distribusi listrik di Indonesia sekarang ini dan umumnya menggunakan sistem sentralisasi listrik. Sistem ini mempunyai dampak banyaknya wilayah yang sulit dicapai oleh jaringan listrik dan faktor geologisnya buruk, tidak dapat menikmati listrik, tidak stabilnya listrik pada pemadaman aliran listrik yang berakibat seluruh wilayah yang bergantung pada gardu tertentu.

Karena itu untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan agar listrik dapat tersalurkan ke wilayah yang sulit, memanfaatkan energi alternatif seperti angin, panas bumi, dan tenaga surya atau bisa disebut energi terbarukan. Indonesia sekarang ini banyak telah mengembangkan energi terbarukan seperti PLTS dikarenakan energi surya ini merupakan energi yang ramah lingkungan energi yang selalu ada atau mudah didapatkan energi ini merupakan energi masa depan dan dapat diterima masyarakat modern.

Hal ini merupakan harapan untuk membuat perencanaan penggunaan energi surya dalam skala global, pemerintah Indonesia mempunyai program membangun 35 MW dari sumber energi tenaga surya untuk cadangan listrik rumah tangga perkantoran Gedung-gedung pemerintah. Pembangkit listrik tenaga surya atau menggunakan *photovoltaic*, *photovoltaic* sendiri merupakan semi konduktor yang terdiri dari dioda p-n *junction*. Ketika terkena cahaya matahari akan merubah energi panas matahari menjadi listrik, perubahan energi ini disebut efek *photoelectric*. Cara kerja *photovoltaic cell* tergantung sinar matahari yang diterimanya. Kondisi alam misalnya awal tebal dan kabut mempunyai efek yang signifikan terhadap jumlah energi matahari yang diterima cell sehingga akan mempengaruhinya.

Revolusi Industri 4.0 telah mengubah dunia akhir-akhir ini meliputi *3D print*, *big data*, *Augmented Reality*, *Internet of Things*, *Artificial*

Intelligence dan lain lain. Revolusi Industri yang sekarang mengubah dunia dan banyak yang digunakan adalah *Internet of Things* merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Istilah *Internet of Things* disarankan oleh Ashton (2019:1) pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui *Auto-ID Center* untuk pemantauan besaran listrik tiga fasa dalam waktu nyata yang bersifat online dengan teknologi *Internet of Things*.

Internet of Things membuat internet menjadi meluas dan berkembang dengan memungkinkan akses dan interaksi yang mudah dengan beragam perangkat seperti *actuator*, *display*, kamera *cctv* (*closed circuit television*) sensor pemantauan dan sebagainya. Seperti contoh pemantauan yang sering digunakan dewasa ini dikarenakan ingin mengetahui perkembangan, kemajuan, dan kondisi perangkat yang sering perlunya monitoring atau pengawasan adalah penggunaan listrik harian terkadang tanpa disadari penggunaan listrik yang boros dengan adanya *Internet of Things (IoT)* pemantauan penggunaan listrik harian dapat dilakukan, dalam penelitian ini perkembangan kelistrikan yang sudah mengembangkan energi terbarukan seperti memanfaatkan energi sel surya menjadi energi listrik, timbulnya ide untuk memantau tegangan, arus dan daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* yang di konversi menjadi energi listrik dengan mengembangkan dari penelitian sebelumnya.

Beban listrik adalah sesuatu yang harus dipikul oleh pembangkit listrik. Dalam kehidupan sehari-hari beban listrik digambarkan sebagai segala bentuk peralatan listrik yang menggunakan daya listrik agar bisa berfungsi (Prasetyo, 2017:1).

Penggunaan daya listrik saat ini hanya menggunakan alat ukur kWh meter untuk melihat daya yang didistribusikan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara). Penggunaan alat tersebut tidak dapat menunjukkan informasi secara rinci tentang berapa besar penggunaan daya listrik yang terpakai. Hal ini dapat terjadinya pemborosan listrik karena tidak adanya pengawasan secara langsung terhadap pemakaian listrik. Oleh karena itu, diperlukan alat yang dapat memonitor penggunaan daya listrik secara langsung yang dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan aplikasi android melalui sistem *IoT*.

Dari penelitian yang sebelumnya sudah ada yang membahas tentang sistem monitoring daya listrik. diantaranya penelitian oleh Hudan (2019:1) dimana pada penelitian tersebut menggunakan sensor *ZMPT101B* dan juga *ACS712* sebagai sensor tegangan dan arus, untuk pemrosesan datanya

menggunakan *Wemos D1 mini* dan dikirim ke server melalui jaringan wifi yang terkoneksi dengan *Wemos D1 mini*.

Menurut Kurniawan (2020:1) juga membahas sistem monitoring daya listrik yang menggunakan sensor *PZEM-004T* sebagai sensor untuk mengukur besar arus, tegangan, dan daya pada listrik. Penelitian ini masih menggunakan website sebagai server dan untuk melihat data monitor daya listrik. Sebagai mikrokontrolernya menggunakan *NodeMCU* dan menggunakan jaringan wifi untuk konektivitas dengan internet.

Alipudin dkk (2018:1) membuat sebuah sistem monitoring daya listrik dan penelitiannya masih menggunakan sensor *PZEM-004T* sebagai alat untuk membaca nilai dari arus, tegangan, dan daya pada listrik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan aplikasi *blynk* sebagai server dan juga untuk memonitor nilai yang dihasilkan oleh sensor. Peneliti menggunakan *Arduino Mega* sebagai mikrokontrolernya dan *Esp8266* untuk mengirim data melalui jaringan wifi dan internet.

Sedangkan Prayitno dkk (2019:1) membuat sebuah prototipe sistem monitoring menggunakan sensor *CT (Current Transformer)* dan sensor *ZMPT101B*. namun, peneliti menggunakan *thinkspeak* sebagai media server dan monitor nilai sensor.

Terdapat pula beberapa peneliti seperti Nugraha dkk (2016:1) yang mengukur nilai tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan menggunakan *thinkspeak* sebagai servernya. Peneliti ini juga menggunakan router yang terdapat *GSM (Global System Mobile)* agar alat tidak perlu terhubung dengan koneksi wifi.

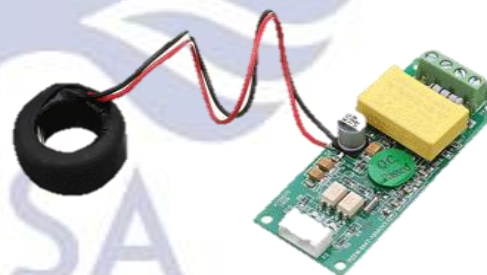
Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan diatas, terdapat beberapa penelitian yang menggunakan sensor *ZMPT101B* dan sensor *ACS712* dalam pengukuran nilai tegangan dan arus dimana sensor tersebut masih kurang akurat dalam membaca nilai tegangan dan arus pada listrik.

Terdapat juga beberapa penelitian yang sudah menggunakan sensor *PZEM-004T* sebagai sensor untuk membaca nilai dari tegangan, arus, dan daya listrik dengan nilai akurasi yang cukup akurat. Namun penelitian-penelitian tersebut masih menggunakan aplikasi *blynk* untuk memonitor nilai sensor dimana aplikasi *blynk* ini merupakan aplikasi umum untuk membuat proyek *IoT* yang hanya dibatasi pemakaiannya dan ada juga yang hanya menggunakan *website* untuk memonitoring penggunaan daya listrik yang terpakai.

Pada penelitian ini tetap menggunakan sensor *PZEM-004T* sebagai sensornya karena tingkat keakuratan dalam pembacaannya yang cukup baik dan dapat mengukur nilai tegangan, arus, daya, dan energi listrik hanya dalam satu sensor saja. Untuk memonitoring nilai dari sensor tersebut, pada penelitian ini akan menggunakan database dari *google* dengan nama *firebase* sebagai tempat penyimpanan data sensor sementara dimana pembacaan nilai sensor dapat dilakukan secara *realtime* dan menggunakan aplikasi android yang dibuat menggunakan software *android studio* dengan nama Monitoring Daya Listrik (MDL) untuk membaca dan menampilkan nilai sensor dari database tersebut.

Pada aplikasi tersebut dapat menampilkan nilai dari tegangan, arus, daya listrik, dan estimasi biaya listrik. Aplikasi tersebut juga dapat memberikan peringatan berupa notifikasi apabila arus dan daya listrik telah melebihi dari batas yang telah ditentukan pada pengaturan aplikasi android.

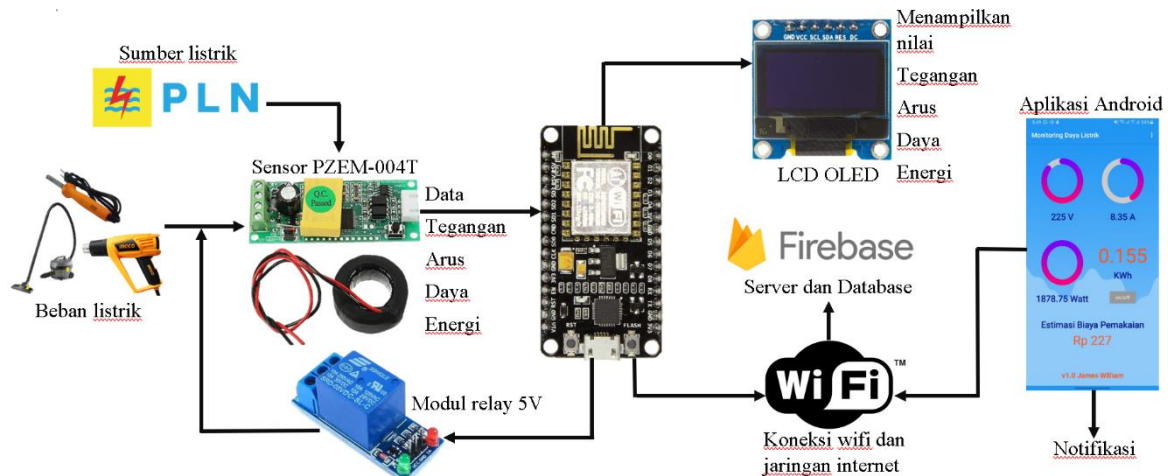
Sensor *PZEM-004T*. Sensor *PZEM-004T* adalah sensor yang dapat mengukur nilai arus, tegangan, daya dan energi dari penggunaan listrik AC dengan tingkat akurasi pengukuran yang cukup baik. Sensor ini mengeluarkan output dengan komunikasi serial. Modul *PZEM-004T* diproduksi oleh perusahaan bernama *Peacefair*, ada model 10 Ampere dan 100 Ampere. Sensor *PZEM-004T* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor *PZEM-004T*

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan *prototyping* alat monitoring daya listrik. Pertama dilakukan studi literatur, pengumpulan beberapa komponen, lalu dilanjutkan dengan pembuatan desain sistem, pengukuran nilai sensor menggunakan *clamp multimeter* dan *power meter*. Pengujian alat saat diberi beban listrik berupa *heatgun*, solder, dan *vacuum cleaner*. Setelah didapatkan nilai sensor, melakukan pengiriman data ke database. Nilai yang terdapat pada database akan dibaca melalui aplikasi android yang sudah terintegrasi dengan *firebase*.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Gambar 2 menunjukkan blok diagram sistem monitoring daya listrik berbasis *IoT* menggunakan *google* database dan aplikasi android. Ketika sensor *PZEM-004T* diberikan beban listrik maka sensor akan membaca nilai dari tegangan, arus, dan daya listrik tersebut. Nilai sensor dibaca oleh *NodeMCU* sebagai mikrokontroler yang nilainya ditampilkan pada layer *LCD OLED* (*Liquid Crystal Display Organic Light Emitting Diode*) dan dikirimkan ke database *google* menggunakan koneksi *wifi* yang telah terhubung dengan *NodeMCU*. Alat ini juga terdapat sebuah *relay* yang berfungsi sebagai saklar elektronik. *Relay* tersebut dapat dikontrol melalui aplikasi untuk memutuskan aliran listrik pada perangkat yang terpakai apabila beban listrik yang dipakai telah melebihi batas.

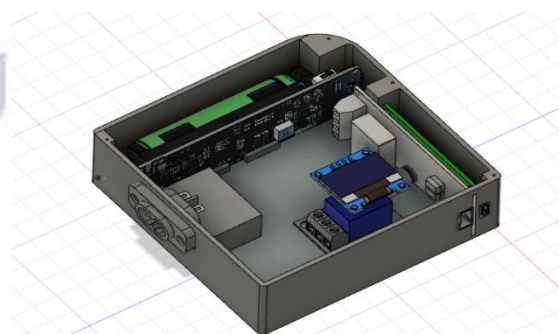
Pada bagian aplikasi android terdapat indikator yang menampilkan nilai dari sensor yang berupa nilai tegangan, arus, dan daya listrik. Pada tampilan aplikasi terdapat juga nilai estimasi biaya pemakaian listrik dimana nilai tersebut dihasilkan dari perkalian antara jumlah daya listrik dengan harga per kWh pada umumnya. Aplikasi juga dapat memberikan peringatan berupa notifikasi apabila pemakaian arus dan daya listrik telah melebihi dari batas yang telah ditentukan.

Perangkat *IoT* pada penelitian ini menggunakan *NodeMCU* sebagai mikrokontroler dan juga sebagai modul yang menghubungkan ke jaringan internet karena sudah terdapat modul *wifi*. Data yang diperoleh *NodeMCU* dari sensor *PZEM-004t* dikirim melalui server dengan perangkat tambahan yaitu *google database* atau yang disebut sebagai *firebase*.

Firebase merupakan sebuah penyedia jasa untuk layanan *IoT*. Pengguna jasa ini dapat mengupload

data ke server dan disimpan sementara di dalam database yang telah mereka sediakan. Kemudian data yang telah disimpan tersebut dapat dikirimkan dan dilihat nilainya melalui aplikasi android yang telah terintegrasi dengan layanan *firebase*. Data tersebut dapat dibaca pada aplikasi android secara realtime. Pembuatan aplikasi android dapat dilakukan menggunakan *software android studio* atau melalui website *kodular*.

Alat monitoring daya listrik terdiri dari mikrokontroler *NodeMCU*, *LCD OLED*, *relay*, *battery shield*, sensor *PZEM-004t*, adaptor 5V, dan stopkontak. Untuk design alat dapat dilihat pada gambar 3. Sumber tegangan alat diperoleh dari baterai *lithium ion* 3,7V menggunakan *battery shield* yang memiliki output 5V. Nilai sensor yang telah dibaca oleh *NodeMCU* akan dikirimkan ke server dan ditampilkan melalui *LCD OLED* pada alat. Perangkat dapat menyala hanya menggunakan baterai namun harus dihubungkan dengan aliran listrik AC apabila akan melakukan pengukuran nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang mengalir.



Gambar 3. Design Alat

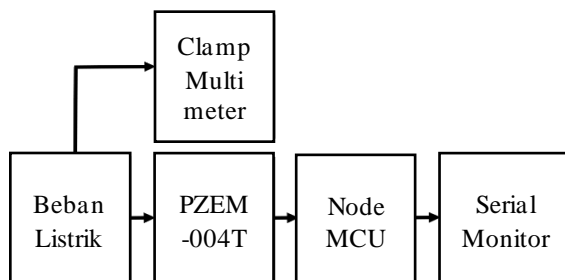
Pembacaan data nilai sensor dilakukan menggunakan aplikasi android yang telah dibuat

menggunakan *software android studio* atau *kodular* yang telah diintegrasikan dengan *firebase* agar dapat berkomunikasi dengan server. Tampilan antarmuka aplikasi MDL dapat dilihat pada Gambar 4. Pada aplikasi terdapat beberapa tampilan monitor seperti monitor tegangan, monitor arus, monitor daya, monitorenergi, dan estimasi biaya pemakaian dalam bentuk rupiah. Pada monitor tegangan, arus, dan daya menggunakan indikator angka dan lingkaran sedangkan untuk monitor energi dan estimasi biaya hanya menggunakan indikator angka saja.



Gambar 4. Tampilan Antarmuka Aplikasi MDL

pengukuran alat monitoring daya listrik menggunakan *clamp* multimeter sebagai pembanding. Proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5. Beban listrik yang masuk akan diukur oleh sensor *PZEM-004t*, *clamp* multimeter, dan *power* meter secara bersamaan. Nilai sensor dilihat melalui tampilan serial monitor pada *Arduino IDE* sedangkan untuk *clamp* multimeter dapat dilihat pada tampilan yang terdapat pada layar digital alat tersebut. Kemudian nilai yang dihasilkan akan dibandingkan dan melihat seberapa besar *error* dari sensor *PZEM-004t*.



Gambar 5. Proses Pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat monitoring daya listrik berbasis IoT ini menggunakan wadah yang dibuat menggunakan *printer 3D* dengan bahan plastik *PLA(Polylactic Acid)*. Alat ini menggunakan sensor *PZEM-004t* dan *NodeMCU*. Pada bagian depan alat terdapat layar *OLED* berukuran 0,96 inch, lampu LED, *switch on/off*, dan 2 buah port stopkontak untuk menyalurkan listrik dari sumber ke beban. Tampilan depan alat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Depan Alat MDL

Pengujian pada alat ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan, arus, daya, dan energi dari sensor *PZEM-004t* dengan *clamp* multimeter dan *power meter*. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing beban yang bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari *error* yang cukup baik. Hasil pengukuran tegangan dengan nilai rata-rata tegangan dan *error* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 7.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan

Beban	Nilai Rata-Rata		
	Sensor <i>PZEM-004t</i> (V)	Multimeter (V)	<i>Error</i> (%)
Solder 60W	217,65	218,41	0,35
Vacuum Cleaner 850W	207,93	208,8	0,42
Heatgun 2000W	207,66	208,22	0,27



Gambar 7. Pengukuran Tegangan

Berdasarkan data dari hasil pengujian diatas maka dapat dicari nilai *error* rata-rata dari nilai tegangan pada sensor *PZEM-004t* dengan perhitungan menggunakan rumus pada persamaan 1 (Bennet, 2008:1).

$$\text{Error rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai error}}{\text{Banyaknya error yang terjadi}} \quad (1)$$

Sehingga hasil pengukuran tegangan dari pengujian sensor *PZEM-004t* dengan perhitungan pada rumus persamaan 1, maka didapatkan hasil nilai *error* rata-rata pada pengukuran tegangan sebesar 0,35%.

Setelah itu dilakukan pengujian selanjutnya yaitu pengukuran nilai arus pada sensor *PZEM-004t* menggunakan *clamp* multimeter dengan beban berupa solder, *heatgun*, dan *vacuum cleaner*. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali percobaan untuk masing-masing beban. Pengukuran nilai arus pada sensor dapat dilihat pada gambar 8 dan nilai rata-rata dari hasil pengukuran arus dapat dilihat pada Tabel2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Arus

Beban	Nilai Rata-Rata		
	Sensor <i>PZEM-004t</i> (A)	<i>Clamp</i> Multimeter (A)	<i>Error</i> (%)
Solder 60W	0,223	0,234	4,7
<i>Vacuum Cleaner</i> 850W	7,548	6,794	11,1
<i>Heatgun</i> 2000W	14,661	14,049	4,4



Gambar8. Pengukuran Arus

Berdasarkan hasil pengukuran arus di atas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *error* rata-rata pada sensor *PZEM-004t*. Perhitungan menggunakan rumus persamaan 1 di atas dan didapatkan hasil nilai *error* rata-rata pada pengukuran arus sebesar 6,7%.

Pada pengujian daya, nilai daya pada sensor *PZEM-004t* dibandingkan dengan alat *power meter* dengan melakukan 10 kali percobaan pada tiap beban. Hasil pengukuran dan pengujian daya dapat dilihat pada Tabel3 dan Gambar9.



Gambar9. Pengukuran Daya

Tabel 3. Hasil Pengukuran Daya

Beban	Nilai Rata-Rata		
	Sensor <i>PZEM-004t</i> (W)	<i>Power Meter</i> (W)	<i>Error</i> (%)
Solder 60W	48,52	51,1	5
<i>Vacuum Cleaner</i> 850W	1569,48	1418,61	11
<i>Heatgun</i> 2000W	3044,5	2925,28	4

Berdasarkan hasil pengukuran daya di atas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *error* rata-rata pada sensor *PZEM-004t*. Perhitungan menggunakan rumus persamaan 1 dan didapatkan hasil nilai *error* rata-rata dari pengukuran daya sebesar 6,6%.

Selanjutnya melakukan pengujian besar energi yang terpakai pada listrik dengan beban yang sama menggunakan sensor *PZEM-004t* dan *power meter*. Pengujian energi ini dilakukan dalam waktu 5 menit pada masing-masing beban. Hasil pengukuran dan pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 10.

No	Beban	Hasil Pengukuran Energi (kWh)		
		Sensor <i>PZEM-004t</i>	<i>Power</i> meter	<i>Error</i> (%)
1.	Solder 60W	0,002	0,003	5
2.	Vacuum Cleaner 850W	0,129	0,117	10,3
3.	Heatgun 2000W	0,265	0,245	8,2



Gambar 10. Pengukuran Energi

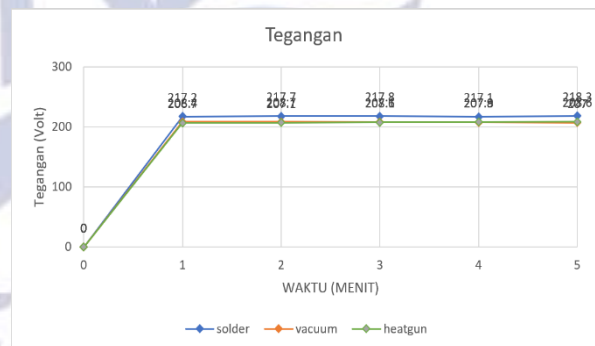
Berdasarkan hasil pengukuran energi selama 5 menit di atas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *error* rata-rata pada sensor *PZEM-004t*. Perhitungan menggunakan rumus persamaan 1 dan didapatkan hasil nilai *error* rata-rata sebesar 7,8%.

Selanjutnya data-data tersebut akan dikirimkan oleh *NodeMCU* menuju ke *firebase* sebagai data yang disimpan sementara di dalam server. Data tersebut akan dibaca dan ditampilkan pada aplikasi MDL yang sudah terintegrasi dengan *firebase* tersebut. Pada tampilan aplikasi terdapat nilai indikator berbentuk angka dan lingkaran untuk nilai

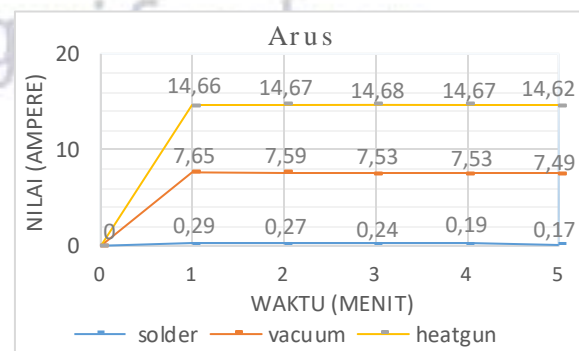
tegangan, arus, dan daya. Sedangkan untuk nilai energi dan estimasi biaya penggunaan hanya dalam bentuk angka saja. Tampilan aplikasi MDL saat sedang membaca nilai beban yang telah dikirimkan oleh *NodeMCU* ke *firebase* dapat dilihat pada Gambar 11.



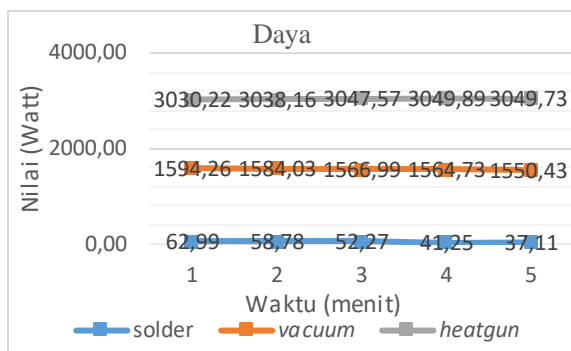
Gambar 11. Tampilan Aplikasi MDL dengan Beban Listrik



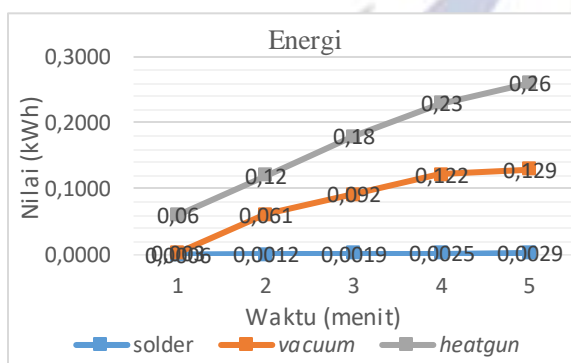
Gambar 12. Grafik Nilai Tegangan pada Beban terhadap waktu



Gambar 13. Grafik Nilai Arus pada Beban terhadap waktu



Gambar 14. Grafik Nilai Daya pada Beban terhadap waktu



Gambar 15. Grafik Nilai Energi pada Beban terhadap waktu

Tabel 5. Hasil Pengujian Beban Selama 5 Menit

Waktu (menit)	Solder 60W			
	V	A	P	Energi
1	217,2V	0,29A	63W	0,0006kWh
2	217,7V	0,27A	58,8W	0,0012kWh
3	217,8V	0,24A	52,3W	0,0019kWh
4	217,1V	0,19A	41,3W	0,0025kWh
5	217,3V	0,17A	37,1W	0,0029kWh
Waktu (menit)	Vacuum Cleaner 850W			
	V	A	P	Energi
1	208,4V	7,65A	1594W	0,003kWh
2	208,7V	7,59A	1584W	0,061kWh
3	208,1V	7,53A	1567W	0,092kWh
4	207,8V	7,53A	1565W	0,122kWh
5	207V	7,49A	1550W	0,129kWh
Waktu (menit)	Heatgun 2000W			
	V	A	P	Energi
1	206,7V	14,66A	3030W	0,06kWh
2	207,1V	14,67A	3038W	0,12kWh
3	207,6V	14,68A	3048W	0,18kWh
4	207,9V	14,67A	3050W	0,23kWh
5	208,6V	14,62A	3050W	0,26kWh

Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15 merupakan tampilan grafik dari nilai tegangan, arus, daya, dan energi terhadap waktu yang dibaca oleh sensor *PZEM-004t* dengan beban yaitu solder 60W, *vacuum cleaner* 850W, dan *heatgun* 2000W. Nilai-nilai tersebut akan dicatat dan dimasukkan kedalam tabel yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan data pada Tabel 5 menunjukkan adanya perubahan pada nilai tegangan, arus, dan daya seiring berjalannya waktu. Nilai daya yang dihasilkan oleh beban *vacuum cleaner* dan *heatgun* ternyata lebih besar daripada yang tertera pada spesifikasi.

Berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 menunjukkan bahwa alat monitoring daya listrik memiliki nilai presentasi error yang cukup kecil saat dibandingkan dengan multimeter sehingga alat monitoring ini cukup baik dalam mengukur nilai tegangan, arus, daya, dan energi listrik ac.

PENUTUP

Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah rancang bangun alat monitoring yang dapat membaca nilai dari tegangan, arus, daya, dan energi dari listrik yang mengalir menuju beban. Alat monitoring ini dapat mengirimkan data secara *realtime* dan dapat dipantau melalui aplikasi MDL secara online.

Hasil penelitian pada sensor yang dilakukan sebanyak 10 kali menunjukan tingkat kesalahan saat pengukuran tegangan dengan *error* rata-rata sebesar 0,35%. Pada pengukuran arus yang dilakukan menunjukkan tingkat kesalahan dengan *error* rata-rata sebesar 6,7%.

Pada pengukuran nilai daya yang dibaca oleh sensor menunjukkan tingkat kesalahan dengan *error* rata-rata sebesar 6,6%. Pada pengukuran besar energi yang dihasilkan dengan pengujian selama 5 menit pada masing-masing beban menunjukkan tingkat kesalahan dengan *error* rata-rata sebesar 7,8%.

Pada pengukuran nilai tegangan dan arus, nilai *error* pada sensor masih tergolong sangat kecil yang berarti sensor ini sangat baik dalam mengukur besar tegangan dan arus listrik. Oleh karena itu, secara keseluruhan, sensor ini dapat bekerja dengan baik dan menampilkan nilai yang dihasilkan cukup akurat.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah agar alat monitoring daya listrik ini dapat terkoneksi dengan internet secara independen tanpa harus terkoneksi dengan *wifi* terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipudin. Asep Muhammad, Notosudjono. Didik, dan Fiddiansyah. Dimas Bangun. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet Of Things (IoT)*. Bogor: Universitas Pakuan, 1(1).
- Ashton. Kevin, McFarlane. Duncan. 2003. *Auto ID systems and intelligent manufacturing control*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16(4), 365-376.
- Bennett. Jeffrey O., dan William L. Briggs. 2008. *Using and Understanding Mathematics: A Quantitative Reasoning Approach*. Boston: Pearson Addison Wesley.
- Hudan. Ivan Safril. 2019. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet Of Things (IoT)*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 8(1), 91-99.
- Kurniawan. Bima. 2020. *Rancang Bangun Sistem Smart Power Untuk Mengontrol Dan Memonitor Energi Listrik Berbasis Internet Of Things(IoT)*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang, 1(1).
- Nugraha. Azis Wisnu Widhi, Rosyadi. Imron, Nugroho. Fajar Surya Tri, dan Winasis, 2016. *Design Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)*. Bandung: Universitas Gajah Mada, 5(4).
- Prasetyo, Erwan Eko. 2017. *Aplikasi Internet Of Things (Iot) Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Beban Listrik Di Ruangan*. Jurnal Teknik STTKD, 4(2).
- Prayitno. Budi., Palupiningsih. Pritasari, dan Agtriadi. Herman Bedi. 2019. *Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things dalam Petir*. Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika, 12(1), 72-80. Jakarta: Institut Teknologi PLN.