

Rancang Bangun Sistem Perhitungan Pemakaian Daya Pada Apartemen Secara Real-Time Berbasis Arduino

Faldy Naufal Haafizhah

S1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
e-mail: faldy.18074@mhs.unesa.ac.id

Lilik Anifah, Endryansyah, Muhamad Syariffuddien Zuhrie

S1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
e-mail: lilikanifah@unesa.ac.id, endryansyah@unesa.ac.id, zuhrie@unesa.ac.id

Abstrak

Selama beberapa tahun terakhir apartemen menjadi pilihan beberapa orang untuk dijadikan hunian sementara maupun tetap. Semakin banyak dan tinggi sebuah apartemen maupun gedung bertingkat, instalasi listriknya juga akan semakin kompleks dan rumit. Hal ini dapat menimbulkan beberapa permasalahan, beberapa permasalahan yang dapat timbul yaitu perhitungan pemakaian listrik setiap unit hunian setiap bulannya, komplain pemakaian listrik dari penghuni yang tidak puas dengan perhitungan pembayaran listrik yang dipakai. Oleh karena itu, telah dikembangkan alat yang dapat menghitung konsumsi daya listrik yang hasilnya akan disimpan kedalam database dan dapat dilihat pada web. Tujuan penelitian pada artikel ini yaitu membuat suatu metode baru yang diharapkan menjadi salah satu solusi mengatasi permasalahan dalam menghitung pemakaian listrik unit hunian pada apartemen. Dengan menggunakan metode kuantitatif dalam pengumpulan data. Dengan mengumpulkan beberapa komponen yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu, modul pzem-004T, Wemos D1 mini, dan Arduino Uno. Hasilnya, nilai error sensor tegangan sebesar 0,17%, dan nilai error sensor arus sebesar 5,54% dan daya sebesar 6,92%. Kita dapat menyimpulkan bahwa alat rancangan ini sudah bekerja cukup baik dalam menghitung konsumsi daya pada unit apartemen.

Kata kunci: Perhitungan Pemakaian Daya, Pzem-004T, Arduino uno

Abstract

Over the last few years, apartments have become the choice of several people to be made temporarily or permanently. The more and taller an apartment or multi-storey building is, the electrical installation will also be more complex and complicated. This can cause several problems, several problems that can arise, namely the use of electricity for each residential unit every month, complaints about electricity consumption from residents who are not satisfied with the calculation. payment for electricity used. Therefore, a tool has been developed that can calculate electrical power, the results are stored in the database and can be viewed on the internet.. The purpose of the research in this article is to create a new method that is expected to be a solution to the problem of activating the electricity consumption of residential units in apartments. By using quantitative methods in data collection. By collecting several components needed for this research, namely, the pzem-004T module, Wemos D1 mini, and Arduino Uno. As a result, the voltage sensor error value is 0.17%, and the current sensor error value is 5.54% and the power is 6.92%. We can conclude that this design tool has worked well in calculating the power in the apartment unit.

Keywords: Power Consumption Calculation, Pzem-004T, Arduino uno

PENDAHULUAN

Selama beberapa tahun terakhir apartemen menjadi pilihan beberapa orang untuk dijadikan hunian sementara maupun tetap, dengan semakin naiknya harga rumah dan tanah tentunya orang – orang akan melihat apartemen adalah pilihan yang menjanjikan. Dengan banyaknya orang yang menyewa unit apartemen, maka ada beberapa developer yang membangun apartemen atau gedung bertingkat dengan kapasitas unit lebih dari 500 bahkan terdapat apartemen yang mencapai 1000 sampai 3000 Unit hunian. Semakin

banyak dan tinggi sebuah apartemen maupun gedung bertingkat, instalasi listriknya juga akan semakin kompleks dan rumit .

Hal ini dapat menimbulkan beberapa permasalahan, beberapa permasalahan yang dapat timbul yaitu perhitungan pemakaian listrik setiap unit hunian setiap bulannya, komplain pemakaian listrik dari penghuni yang tidak puas dengan perhitungan pembayaran listrik yang dipakai, hingga perhitungan listrik pada unit apartemen dengan intensitas penyewa keluar masuk yang tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Alfian, 2021) telah dilakukan penelitian tentang pengukuran daya menggunakan nodemcu Esp8266 dan blynk sebagai penghitung dan aplikasi, namun permasalahan hanya pada kamar kos saja, sedangkan pada penelitian ini akan menggunakan arduino dan web sebagai penghitung dan aplikasinya dan menggunakan permasalahan pada unit apartemen.

Tujuan penelitian pada artikel ini yaitu membuat suatu metode baru yang diharapkan menjadi salah satu solusi mengatasi permasalahan dalam menghitung pemakaian daya unit hunian pada apartemen.

KAJIAN PUSTAKA

Sifat Dari Sumber listrik PLN

Asal tenaga listrik PLN adalah listrik arus bolak-balik (AC) yang diciptakan menggunakan generator arus bolak-balik, baik itu pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD), pembangkit listrik tenaga air (PLTA) atau sumber listrik lainnya yang menghasilkan listrik keluaran arus bolak-balik.

Arus dan Tegangan AC

Sumber listrik AC menghasilkan tegangan & arus menggunakan besaran, dan akan selalu berubah – ubah polaritasnya menurut polaritas negatif ke positif atau kebalikannya secara berkala terhadap fungsi waktu, gelombang yang terbentuk yaitu berupa gelombang sinus, persegi, atau segitiga. Catu daya pada PLN adalah gelombang sinus, dan inverter menggunakan gelombang persegi dan segitiga.

Arus dan Tegangan RMS

RMS (*root mean square*) merupakan penyataan nilai dari dari tegangan dan arus AC. Ungkapan lain dari RMS yaitu kuadrat rata - rata, Nilai RMS hanya terkait dengan tegangan, arus, atau bentuk gelombang kompleks dari gelombang sinusoidal yang berubah dari waktu ke waktu, dan merupakan besarnya perubahan bentuk gelombang dari waktu ke waktu, dan besarnya selalu konstan.

Daya Listrik

Daya listrik dapat diartikan menjadi laju hantaran tenaga listrik pada rangkaian listrik. Daya listrik dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

Daya Aktif (*Active Power*)

Daya aktif merupakan daya asli yang dipakai atau dikonsumsi oleh beban untuk melakukan suatu usaha, daya aktif memiliki satuan joule/detik atau watt. Persamaan daya aktif dapat dilihat pada persamaan 2.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

P = Daya aktif

V = Tegangan

I = Arus Listrik

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Daya Reaktif (*Reactive Power*)

Daya reaktif merupakan suatu daya yang dibutuhkan untuk membentuk medan magnet, satuan daya reaktif adalah VAR (Volt Ampere – Daya Reaktif). Persamaan daya reaktif dapat dilihat pada persamaan 3.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (3)$$

Q = Daya Reaktif

$\sin \varphi$ = Faktor Reaktif

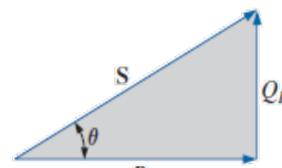
Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus listrik atau daya dari hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif, yang dilambangkan dengan S, daya ini diukur dalam kVA atau MVA. Persamaan daya semu dapat dilihat pada persamaan 4.

$$S = V \cdot I \quad (4)$$

Segitiga Daya

Hubungan antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu dapat direpresentasikan dengan segitiga siku-siku, sisi miring sebagai daya semu, salah satu sisi siku sebagai daya nyata, dan sisi siku lainnya sebagai daya reaktif.



Gambar 1. Segitiga Daya

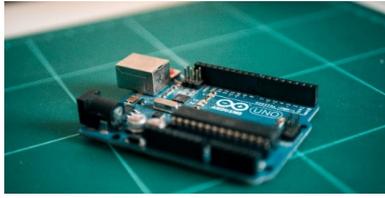
hubungan antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu dapat dinyatakan dengan persamaan Pythagoras dapat dilihat pada persamaan 5.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan elektronik open source yang tertanam mikrokontroler ATmega328. Pada board arduino terdapat 14 pin digital (6 pin adalah Output PWM), 6 input analog, 1 osilator kristal 16MHz, 1 konektor USB, konektor daya, header ICSP, dan tombol *Set to Default*. Arduino membutuhkan daya sekitar 5 V. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang telah

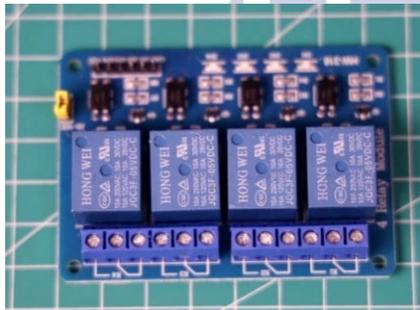
diprogram sebagai konverter USB-ke-serial untuk komunikasi serial-ke-komputer Melalui port USB.



Gambar 2. Arduino Uno

Relay

Relay adalah suatu komponen listrik yang berupa *switch* atau saklar yang beroperasi pada listrik. Relay bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak sakelar, yang memungkinkan untuk memasok arus tegangan tinggi saat menggunakan arus rendah atau daya rendah.



Gambar 3 . Relay

Modul PZEM-004T

Modul PZEM004T merupakan modul sensor yang berfungsi mengukur tegangan, arus dan daya pada arus. Modul PZEM004T telah terintegrasi dalam trafo arus (CT). Modul PZEM004T mengkonsumsi daya sebanyak 5 V Dc untuk beroperasi, modul ini bekerja dengan penggunaan *serial communication* melalui Rx dan Tx dengan fungsi mengirimkan dan menerima data ke sebuah mikrokontroler, modul PZEM004T dapat terhubung ke beberapa mikrokontroler serta beberapa open source lainnya.



Gambar 4. Modul PZEM004T

Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini merupakan papan modul dari salah satu keluarga esp8266 dan berbasis WiFi, wemos D1 mini memiliki kelebihan dibandingkan esp8266 lain, yaitu terdapat modul shield untuk mendukung hardware plug and play sehingga memudahkan instalasi. Wemos D1 mini dapat diinstal dengan software arduino IDE yang fungsinya ialah mengirim data pada arduino ke database server.

Wemos D1 mini memiliki ukuran 34,2 mm dikali 25,6 mm, menggunakan tegangan operasional 3,3 v, memiliki 11 digital IO, 1 ping analog dan memiliki 80 MHz clock speed.



Gambar 5. Wemos D1 Mini

Modul RTC 3231

RTC DS3231 Module tidak hanya berfungsi sebagai *real-time clock* ataupun waktu digital, tetapi juga memiliki kemampuan pengukuran suhu tambahan yang dikemas dalam satu modul. Selain itu, modul ini dilengkapi dengan IC EEPROM tipe AT24C32 yang digunakan untuk menyimpan data meskipun arus terputus. Modul ini perlu antarmuka berupa i2c atau dua kabel (SDA dan SCL). *RTC DS3231 Module* ini umumnya dapat digunakan dengan baterai 3V CR2032 yang mempunyai fungsi sebagai sumber daya cadangan pada modul jika terjadi gangguan listrik.



Gambar 6. *RTC DS3231 Module*

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Pada penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Perhitungan Konsumsi Listrik Apartemen Secara Real-time Berbasis Arduino” dengan menggunakan metode penulisan kuantitatif komparatif, penelitian dalam artikel ini memaparkan tentang suatu perbandingan

antara kedua alat yaitu, pembacaan *amperemeter* dan *voltmeter* dengan perancangan pembacaan alat peneliti.

Tujuan membandingkan nilai-nilai pengukuran alat ukur dengan rancangan pembacaan alat yang dilakukan oleh peneliti yaitu untuk mencari nilai kesalahan rancangan alat tetapi tetap melihat nilai pada pengukuran alat ukur.

$$\%Error = \left(\frac{x_{Ar} - x_{Alat\ ukur}}{x_{Alat\ ukur}} \right) \times 100 \% \quad (6)$$

x_{Ar} = Hasil pembacaan alat rancangan

x_{Ar} = Hasil pembacaan alat ukur multimeter

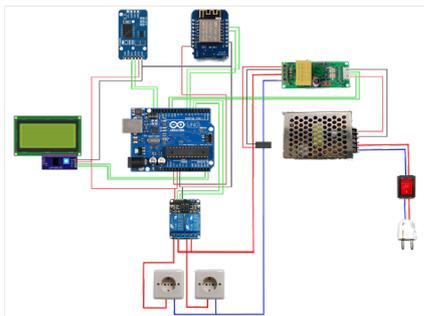
Bahan-Bahan Penelitian

Berikut merupakan macam – macam bahan yang dipakai didalam penelitian kali ini ialah:

1. Mikrokontroler Arduino Uno
2. Modul PZEM004T
3. Wemos d1 mini
4. Relay 4 Channel
5. LCD I2C 20 x 4
6. Adaptor 5 V DC
7. RTC DS3231
8. Steker
9. Multimeter
10. Kontak listrik
11. Kabel penghubung

Perancangan Model Alat

Perancangan model alat pada “rancang bangun sistem perhitungan pemakaian listrik pada apartemen secara *real-time* berbasis arduino” dapat diamati di Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan Perangkat Keras

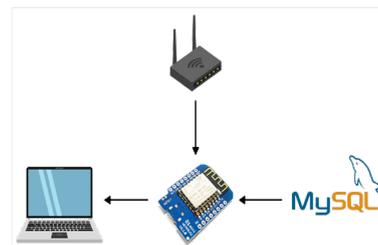
Berdasarkan gambar diatas perancangan perangkat keras terdiri dari adaptor sebagai sumber daya 5 V DC setelah diturunkan dari tegangan asli pln yaitu 220 V, adaptor digunakan untuk mesuplai mikrokontroler arduino uno sebagai kontrol utama untuk mengatur jalanya alat lain.

Arduino juga tersambung oleh modul PZEM004T. pengukuran arus, tegangan, daya dan energi pemakaian listrik adalah tugas modul PZEM004T, modul PZEM-004T tersambung dengan RTC DS3231 untuk merekam hari, tanggal, jam, dan suhu.

Berikutnya hasil dari sensor akan terkirim ke database dengan Wemos D1 Mini sedangkan hari, tanggal, jam, dan suhu akan ditampilkan oleh LCD 12C 20 x 4. Relay disini juga berperan penting pada alat ini, dengan tujuan untuk mengatur arus pada beban, bila suatu saat terjadi lonjakan arus, relay akan langsung memutus sumber listrik yang mengalir.

Perancangan menyambungkan alat dengan database.

Pada Gambar 8 merupakan rancangan penyambungan antara Wifi dengan Wemos D1 mini dengan database MySQL dan layar komputer tau laptop.



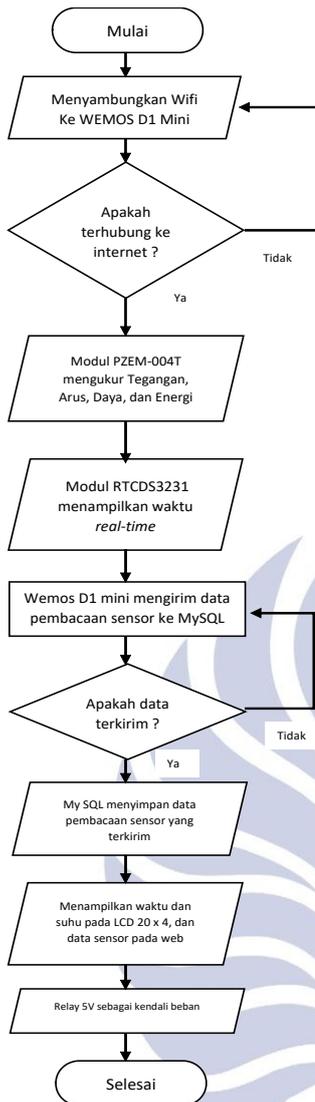
Gambar 8. Perancangan Penyambungan alat dengan Database MySQL dan Wifi

Seperti gambar perancangan diatas, arduino dihubungkan terlebih dahulu dengan jaringan internet, yang pada penelitian ini menggunakan WEMOS D1 Mini, dengan cara yang pertama yaitu menginput nama pada wifi dan password bila ada, dan diketik pada program yang terdapat pada aplikasi ARDUINO IDE, dengan begitu arduino akan mendapatkan jaringan ke internet.

Setelah mendapatkan jaringan internet dari wifi berikutnya, arduino akan dihubungkan dengan sebuah server untuk menyimpan data ke database yang terkirim oleh arduino dengan menggunakan WEMOS D1 Mini yang telah terprogram untuk meminta akses kepada server. Data tersebut nantinya dapat dilihat pada laptop maupun komputer pengelola.

Perancangan Program

Perancangan program dilakukan pada aplikasi ARDUINO IDE dapat diamati pada flowchart yang terdapat di Gambar 9. Pada Gambar 9 merupakan *flowchart* pemograman pada alat menggunakan *software* Arduino IDE yang digunakan dalam bahasa C. Langkah awal dalam rancangan perangkat lunak yaitu menyambungkan arduino ke internet dengan mengkoneksikannya dengan wifi menggunakan Wemos D1 Mini, selanjutnya membuat modul PZEM-004T tersambung ke Arduino agar sensor dapat mengukur tegangan, arus, daya, dan energi pemakaian listrik. Bersamaan juga disambungkan nya modul RTC DS3231 untuk menampilkan waktu secara *real-time*.



Gambar 9. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Relay digunakan sebagai kendali listrik atau pembatas tegangan, untuk mencegah terjadinya overload yang kemungkinan dapat merusak alat, pada saat beban melebihi batas maka relay akan memutuskan aliran listrik yang mengalir. Wemos D1 Mini menerima data pembacaan sensor PZEM-004T yang terkirim dari Arduino yang kemudian dikirim ke database MySQL, yang nantinya hasilnya akan ditampilkan pada web dan LCD 20x4. Fungsi web disini digunakan untuk pengelola apartemen saat menangani komplain penghuni apartemen yang berkaitan dengan penggunaan energi listrik dengan data yang *real-time*, maka tidak diperlukan lagi meter KWH pembeding. Sedangkan fungsi LCD 20x4 adalah menampilkan status dari alat sudah menyala, menampilkan hari, tanggal, jam dan suhu.



Gambar 10. Tampilan pada layar LCD



Gambar 11. Tampilan Alat

Pengujian Program

Sebelum pengambilan data pada keadaan real, maka diperlukannya pengujian program. Dengan tujuan mengetahui bahwa program telah berjalan dan tidak terjadi error selama alat berjalan, sehingga alat akan mengambil data secara lancar dan tanpa kekeliruan.

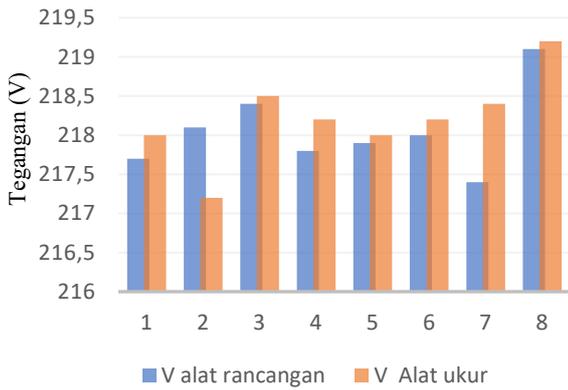
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan pengukuran rancangan alat dengan voltmeter dan amperemeter

Pada penelitian ini data diambil dengan cara membandingkan hasil pembacaan tegangan dan arus alat dengan hasil pembacaan alat ukur ampere meter dan voltmeter. Data pengukuran tegangan dan arus dapat diamati di Tabel pertama dan Tabel kedua.

Tabel 1. Hasil pengukuran *Voltmeter* dengan alat peneliti.

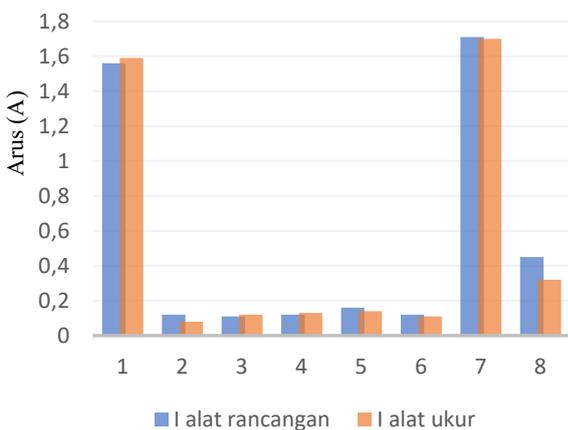
No	Beban Listrik	V_{Ar} (V)	$V_{Alat Ukur}$ (V)	Error (%)
1	Setrika (Panas)	217,7	218,0	0,13 %
2	Charger Hp	218,1	217,2	0,41 %
3	Fan (power low)	218,4	218,5	0,04 %
4	Fan (Power Mid)	217,8	218,2	0,18 %
5	Fan (Power High)	217,9	218,0	0,04 %
6	Pemasak nasi	218,0	218,2	0,09 %
7	Air conditioner	217,4	218,4	0,45 %
8	Televisi	219,1	219,2	0,04 %
Rata - rata		218,05	218,21	
Error rata - rata				0,17 %



Gambar 12. Grafik Perbandingan Tegangan

Tabel 2. Hasil pengukuran antara Amperemeter dengan alat peneliti

No	Beban Listrik	I_{Ar} (A)	$I_{Alat Ukur}$ (A)	Error (%)
1	Setrika (Panas)	1,56	1,59	1,8 %
2	Charger Hp	0,12	0,08	5,4 %
3	Fan (power low)	0,11	0,12	8,33 %
4	Fan (Power Mid)	0,12	0,13	7,69 %
5	Fan (Power High)	0,16	0,14	7,67%
6	Pemasak nasi	0,12	0,11	9,13 %
7	Air conditioner	1,71	1,70	0,5 %
8	Televisi	0,45	0,32	3,8 %
Rata - rata		0,54	0,52	
Error rata - rata				5,54 %



Gambar 13. Grafik Perbandingan Arus

Dari percobaan pengambilan data, yang ditampilkan pada tabel 1, dimana menggunakan beberapa *sample* tegangan dari beban listrik yang terdapat pada unit apartemen, pada tabel terdapat 2 hasil pembacaan, yaitu nilai tegangan menggunakan rancangan alat peneliti dan nilai tegangan menggunakan *voltmeter*.

Setelah melakukan pembacaan pada alat rancangan dan *voltmeter*, hitung nilai kesalahan alat yang dirancang dengan melihat pembacaan *voltmeter*. Gambar 12 menunjukkan perbandingan pembacaan dari alat rancangan dengan *voltmeter*.

Perhitungan error pengukuran antara alat rancangan dan *voltmeter* dapat menggunakan persamaan 7.

$$\%Error = \left| \frac{V_{Ar} - V_{Alat ukur}}{V_{alat ukur}} \right| \times 100 \% \quad (7)$$

Dimana:

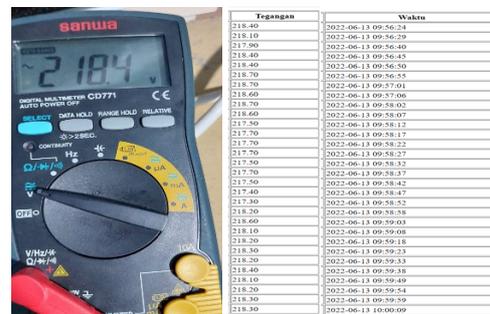
V_{Ar} = Nilai Tegangan Pengukuran Rancangan Alat

$V_{alat ukur}$ = Nilai Tegangan pengukuran *voltmeter*

Sedangkan untuk mencari rata – rata nilai *error* dari pengukuran tegangan antara alat rancangan dan *voltmeter* dapat menggunakan persamaan 8

$$Error \text{ rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai rata-rata error}}{\text{Banyaknya error}} \quad (8)$$

Mengambil dari persamaan ke 7 dan ke 8, maka rata-rata kesalahan pembacaan alat yang dirancang dengan meninjau hasil *voltmeter* adalah 0,17%. Hasil pengukuran pembacaan tegangan dengan alat rancangan dibandingkan dengan *voltmeter* dapat diamati pada Gambar 14.



Gambar 14. Percobaan Banding Nilai Antara Voltmeter dengan Hasil Alat yang Terkirim pada Server

Dari percobaan pengambilan data, yang ditampilkan pada tabel 2, dimana menggunakan beberapa *sample* arus dari beban listrik yang terdapat pada unit apartemen, pada tabel terdapat 2 hasil pengukuran arus, yaitu nilai arus menggunakan rancangan alat peneliti dan nilai arus menggunakan *amperemeter*.

Setelah didapatkan hasil pengukuran pada alat rancangan dan *amperemeter* maka, berikutnya yaitu menghitung *error* rata – rata dari alat yang dirancang tersebut dengan meninjau hasil dari *amperemeter*. Pada gambar 13 merupakan tampilan perbandingan nilai pembacaan alat rancangan dengan *amperemeter*.

Perhitungan error pengukuran antara alat rancangan dan *amperemeter* dapat menggunakan persamaan 9.

$$\%Error = \left| \frac{I_{Ar} - I_{Alat\ ukur}}{I_{alat\ ukur}} \right| \times 100\% \quad (9)$$

Dimana:

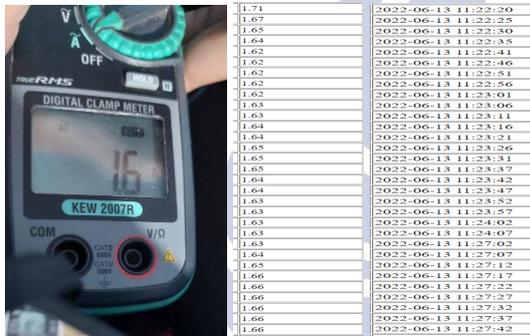
I_{Ar} = Nilai Arus pengukuran Rancangan Alat

$I_{Alat\ ukur}$ = Nilai Arus pengukuran *Amperemeter*

Untuk mencari rata – rata nilai *error* dari pengukuran arus antara alat rancangan dan *amperemeter* dapat menggunakan persamaan 10.

$$Error\ rata - rata = \frac{\text{Jumlah nilai rata-rata error}}{\text{Banyaknya error}} \quad (10)$$

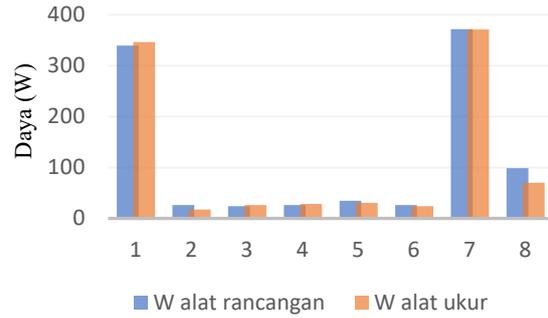
Mengambil dari Persamaan ke 9 dan ke 10, maka rata-rata kesalahan pembacaan arus pada alat desain adalah 5,54%. Hasil perbandingan pembacaan arus menggunakan rancangan alat dengan *amperemeter* dapat diamati di Gambar 15.



Gambar 15. Sample Perbandingan Antara *Amperemeter* dengan Hasil Alat yang Terkirim pada Server

Tabel 3. Hasil Perhitungan daya listrik berdasarkan hasil pengukuran I(arus) dan V (tegangan).

No	Beban Listrik	W_{Ar} (A)	$W_{Alat\ Uku}$ (A)	Error (%)
1	Setrika (Panas)	339,61	346,62	2 %
2	Charger Hp	26,17	17,37	5 %
3	Fan (power low)	24,02	26,22	7,6 %
4	Fan (Power Mid)	26,13	28,36	7,8 %
5	Fan (Power High)	34,86	30,52	4,2 %
6	Pemasak nasi	26,16	24,002	8,3 %
7	Air conditioner	371,75	371,28	0,12 %
8	Televisi	98,6	70,1	10,4%
Rata - rata		118,41	114,316	
Error rata - rata				6,92 %



Gambar 16. Grafik Perbandingan Perhitungan Daya

Data yang ditampilkan pada tabel 3, merupakan perhitungan W (daya) yang didapatkan dari hasil perkalian antara V (tegangan) dan I (arus) yang telah didapatkan melalui pengukuran alat peneliti maupun alat ukur. Setelah didapatkan hasil perhitungan daya maka, berikutnya yaitu menghitung *error* dan *error* rata – rata. Pada gambar 16 merupakan tampilan perbandingan nilai perhitungan daya pada alat rancangan dengan alat ukur.

Perhitungan *error* daya antara alat rancangan dan alat ukur dapat menggunakan persamaan 11.

$$\%Error = \left| \frac{W_{Ar} - W_{Alat\ ukur}}{W_{alat\ ukur}} \right| \times 100\% \quad (11)$$

Dimana:

W_{Ar} = Nilai Perkalian V dan I Rancangan Alat

$W_{Alat\ ukur}$ = Nilai Perkalian V dan I Alat Ukur

Untuk mencari rata – rata nilai *error* dari perhitungan daya antara alat rancangan dan alat ukur dapat menggunakan persamaan 12.

$$Error\ rata - rata = \frac{\text{Jumlah nilai rata-rata error}}{\text{Banyaknya error}} \quad (12)$$

Mengambil dari Persamaan ke 11 dan ke 12, maka rata-rata kesalahan pembacaan arus pada alat desain adalah 6,92%. Beban yang dipakai untuk pengambilan beberapa data pemakaian adalah peralatan yang umumnya berada pada unit apartemen. Data diambil dengan tujuan mencari seberapa banyak pemakaian kWh listrik yang dipakai oleh pemilik atau penyewa unit apartemen, dan disimpan pada database.

Data yang disimpan pada database ini nantinya akan ditunjukkan kepada pemilik atau penyewa unit apartemen sebagai meter pembanding bila terjadinya komplain atas penggunaan listrik yang harus dibayar. Jumlah kWh yang disimpan tadi juga dapat dikirimkan ke bagian keuangan agar dapat dikelola menjadi berapa rupiah per-kWh. Data yang dikirim ke database dapat diamati pada Gambar 17.

	id	id_alat	tegangan	arus	daya	energi	waktu
<input type="checkbox"/>	253	ABC0	218.10	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:50.2
<input type="checkbox"/>	264	ABC0	219.90	0.24	52.30	0.07	2022-06-13 09:56.4
<input type="checkbox"/>	265	ABC0	218.40	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:56.4
<input type="checkbox"/>	266	ABC0	218.40	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:56.5
<input type="checkbox"/>	267	ABC0	218.70	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:56.5
<input type="checkbox"/>	268	ABC0	218.70	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:57.0
<input type="checkbox"/>	269	ABC0	218.60	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:57.0
<input type="checkbox"/>	270	ABC0	218.70	0.00	0.00	1.56	2022-06-13 09:58.0
<input type="checkbox"/>	271	ABC0	218.60	0.00	0.00	0.07	2022-06-13 09:58.0
<input type="checkbox"/>	272	ABC0	217.50	1.56	339.30	0.07	2022-06-13 09:58.1
<input type="checkbox"/>	273	ABC0	217.70	1.56	339.61	0.07	2022-06-13 09:58.1
<input type="checkbox"/>	274	ABC0	217.70	1.56	339.61	0.07	2022-06-13 09:58.2
<input type="checkbox"/>	275	ABC0	217.70	1.56	339.61	0.07	2022-06-13 09:58.2
<input type="checkbox"/>	276	ABC0	217.50	1.56	339.30	1.56	2022-06-13 09:58.3
<input type="checkbox"/>	277	ABC0	217.70	1.56	339.61	0.07	2022-06-13 09:58.3

Gambar 17. Bentuk Data Parameter yang Diterima Database

PENUTUP

Simpulan

Sistem perhitungan pemakaian daya listrik real-time berbasis Arduino membantu pengelola apartemen secara otomatis menghitung konsumsi tagihan listrik secara real-time. Hasil pembacaan uji perbandingan dari alat ukur yang dilengkapi dengan alat ukur voltmeter dan amperemeter menunjukkan nilai kesalahan rata-rata 0,17% pada uji tegangan yang dan nilai kesalahan 5,54% pada pengujian arus dan memiliki nilai kesalahan 6,92% pada perhitungan daya. Karena perbedaan nilai kesalahan yang cukup kecil, kita dapat menyimpulkan alat rancangan ini sudah bekerja cukup baik dalam menghitung konsumsi daya listrik pada unit apartemen.

Saran

Adapun usul untuk penelitian berikutnya, yang pertama yaitu peneliti dapat menambahkan aplikasi online untuk dilakukannya pemantauan jarak jauh, yang kedua dapat membuat alat ini terhubung ke internet tanpa terkoneksi pada wifi untuk mempermudah pemasangan, dan yang ke tiga menggunakan sensor yang lebih sensitif agar error menjadi lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar. Rizal. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, kWh, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga*. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Alfian. Raviki Dwi. 2021. *Rancang bangun alat monitoring pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis internet of things*, Jurnal Teknik Elektro, Volume 10 Nomor 3. Universitas Negeri Surabaya

Alipudin. A. Muhamad, Notosudjono. Didik, dan Fiddiansyah. Dimas Bangun. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (IoT)*. Fakultas Teknik Universitas Pakuan.

Amaro. Najib. 2017. *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things)*. Fakultas Teknik Univeristas Bandar Lampung.

Dwisaputra. Indra, Yudhi, Anggrainy. K'K. dan Novaldy. Steven. 2021. *Kontrol dan Monitoring Stop Kontak Berbasis Android*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Faruq. Ulil Albab Al, Santoso. Budi, Apribowo. Chico Hermanu B. 2018. *Perencanaan Sistem Elektrikal pada Apartemen Menara One Surakarta*. Universitas Sebelas Maret.

Hamami. Khijja, Muhsim. Mohamad, Siswanto. Diky. 2020. *Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IoT*. Vol. 1, No. 2 Halaman 100 – 110. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang.

Mawali. Achmad R. 2019. *Rancang Bangun Pemantauan Pembayaran Dan Konsumsi Listrik Jarak Jauh Berbasis Arduino Uno R3 Dan Modul Bluetooth*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Nader. Wisam. 2011. *Real-Time Power Monitoring, Home Automation and Sustainability*. *Architectural Engineering Journal*. University of Nebraska – Lincoln.

Ridfi. Ayudhi O., Handayani. Rini, Taftazani. 2021. *Monitoring Penggunaan Listrik Pada Rumah Tangga Menggunakan Arduino Berbasis Web Server dan Android*. Universitas Telkom, Bandung.

Sumayow. Deavid A.H. 2021. *Smart Meter menggunakan Platform OvoRD*. Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Unsrat Manado.

Supriyadi. Edy dan Dinaryati. Siti. 2020. *Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU*. Sinusoida Vol. XXII Nomor 4. Program Studi Teknik Elektro - ISTN.

Wicaksono. Kukuh, Amirullah. 2021. *Implementasi Sistem Monitoring Konsumsi Energi dan Penghematan Harga Listrik Rumah Tangga Menggunakan Arrduino Uno dan LabVIEW*. Universitas Bhayangkara, Surabaya.

Windi. Stephan. 2018. *Analisa Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik pada Ruangan Di Gedung Elektro Menggunakan Arduino Mega 2560 Berbasis SMS*. Jurnal SNIT, Poltek. Negeri Bengkalis.