

Alat Ukur Pemakaian Energi Dan Biaya Listrik Berbasis Arduino

Husnur Ridha A.M¹, Mukhlidi Muskhir²

^{1,2}Teknik Elektro Industri, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

*Corresponding author e-mail, husnur06@gmail.com

Abstrak

Jumlah pemakaian energi listrik bergantung dari banyaknya penggunaan peralatan listrik. PLN adalah Perusahaan milik negara penyedia layanan energi listrik. Setiap penggunaan energi listrik akan dikenakan tarif oleh PLN. Setiap bulan PLN akan mencatat meter, menghitung dan menerbitkan rekening yang harus dibayar pelanggan. Masalahnya adalah data yang disajikan oleh PLN belum informatif. Penelitian ini bertujuan membuat alat untuk monitoring yang informatif dengan mendeteksi jumlah energi dan biaya listrik secara real-time. Untuk melakukan monitoring tersebut diperlukan sensor yang dapat mengukur tegangan, arus dan daya. Alat ini dikendalikan oleh mikrokontroler sebagai perangkat yang dapat menghitung data dari sensor untuk diolah menjadi data yang informatif. Hasil monitoring akan ditampilkan pada LCD secara real-time.

INFO.

Info. Artikel:

No. 490

Received. August, 3, 2023

Revised. August, 15, 2023

Accepted. August, 18, 2023

Page. 760 – 770

Kata kunci:

- ✓ Mikrokontroler
- ✓ Sensor
- ✓ Energi listrik
- ✓ Monitoring
- ✓ Daya listrik

Abstract

The amount of electrical energy consumption depends on the number of uses of electrical equipment. PLN is a state-owned company that provides electrical energy services. Each customer of electrical energy will be charged a tariff by PLN. Every month PLN will record the meter, calculate, and issue an account that must be paid by the customer. The problem is that the data provided by PLN is not yet informative. This research aims to create a tool for informative monitoring by detecting the amount of energy and electricity costs in real-time. To carry out this monitoring, sensors are needed that can measure voltage, current and power. This tool is controlled by a microcontroller as a device that can calculate data from sensors to be processed into informative data. Monitoring results will be displayed on the LCD in real-time.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan penting bagi manusia dan penggunaan energi listrik yang cukup banyak terdapat pada sektor rumah tangga. Penggunaan daya listrik bergantung pada pemakaian. Semakin banyak peralatan yang digunakan maka daya yang terpakai juga akan semakin besar sehingga dapat menyebabkan beban arus yang berlebih [1]. Daya listrik adalah ukuran energi per satuan waktu. Oleh karena itu, tenaga memberikan tingkat konsumsi atau produksi energi. Satuan daya umumnya adalah watt (W). Misalnya, peringkat watt suatu alat menunjukkan laju penggunaan energi. Jumlah total energi yang dikonsumsi oleh alat ini adalah watt dikalikan dengan lamanya waktu digunakan. Energi ini dapat dinyatakan dalam satuan watt per jam (atau lebih umum kilowatt per jam)[2][3]. Sistem perhitungan daya listrik menggunakan kWh meter. kWh meter adalah alat ukur yang dibutuhkan untuk mengukur pemakaian energi listrik, karena pada fungsinya Kwh meter selalu menjadi tolak ukur pemakaian energi listrik, baik tegangan rendah seperti di perumahan, hingga tegangan tinggi di industri [4][5]. Untuk mengatur pemakaian daya listrik dirumah tidak sebatas dengan menggunakan alat kWh meter saja, karena alat kWh meter hanya memantau dan membatasi pemakaian daya listrik secara keseluruhan di rumah masing-masing. Untuk menghemat pemakaian daya listrik diperlukan

kesadaran pengguna mematikan perangkat kelistrikan yang jarang dipakai agar dapat menghemat pemakaian listrik [6][7].

Selama ini untuk mengetahui keseimbangan arus dipantau secara manual dengan memonitoring kWh dan melakukan pengukuran secara manual sehingga permasalahannya terlambat untuk diketahui[8][9]. Penggunaan alat tersebut tidak memberikan informasi tentang berapa besar daya listrik yang digunakan secara real-time. kWh meter hanya menunjukkan jumlah daya yang kumulatif terpakai[10]. Perusahaan penyedia tenaga listrik (PLN) di Indonesia belum bisa menyediakan meteran yang secara otomatis dapat menampilkan nilai rupiah. Setiap bulan PLN harus mencatat meter, menghitung dan menerbitkan rekening yang harus dibayar pelanggan, melakukan penagihan kepada pelanggan yang terlambat atau tidak membayar, dan memutus aliran listrik jika pelanggan terlambat atau tidak membayar rekening listrik setelah waktu tertentu[11]. Pada saat pengukuran yang dilakukan setiap bulan oleh PLN data yang didapatkan tidak akan selalu akurat. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut, yaitu, adanya human error, petugas PLN yang ingin mencatat meter pada kWh tidak bisa masuk ke rumah karena orang tidak ada di rumah atau pagar rumahnya terkunci[12][13]. Penggunaan listrik dengan kapasitas 900 VA dengan membayar Rp 575 per kilo Watt hour (kWh). Kemudian pemerintah menambahkan subsidi sebesar Rp 876 per kilo Watt hour (kWh) [14].

Berbagai penelitian tentang sistem monitoring daya listrik sudah dilakukan salah satunya pada penelitian Nusa (2015), tentang monitoring konsumsi energi listrik secara real-time berbasis mikrokontroler[15]. Pada penelitiannya Nusa merancang sebuah sistem yang berfungsi untuk mengukur besarnya penggunaan energi listrik pada suatu perangkat elektronik. Program pengontrolannya menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengendali utama dan sensor arus ACS712 sebagai pembaca nilai arus dan tegangan. Sistem monitoring pada penelitian ini hanya menampilkan energi yang terpakai pada suatu perangkat elektronik saja.

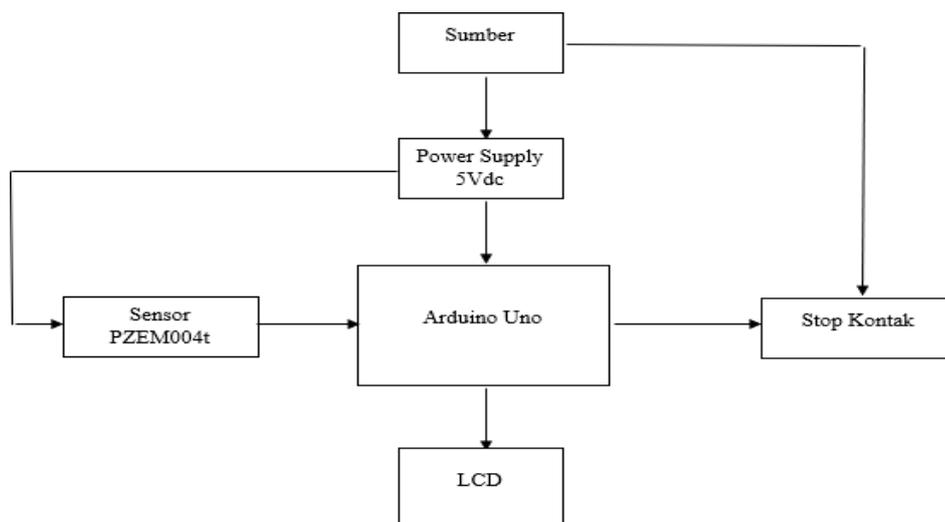
Berdasarkan permasalahan-permasalahan diatas dilakukan penelitian dengan judul "Alat Ukur Pemakaian Energi Dan Biaya Listrik Berbasis Arduino". Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk memonitoring penggunaan energi listrik yang terpakai dan biayanya secara real-time berbasis arduino sehingga dapat menghemat pemakaian energi listrik sehari-hari

METODE PENELITIAN

Pada metode ini terdapat perancangan *software* dan *hardware*. Pada perancangan hardware membutuhkan komponen-komponen untuk menjalankan perangkat, yaitu : Arduino Uno, Sensor PZEM-004T, Power Supply, dan LCD. Pada saat perangkat dijalankan dan diberi beban listrik, sensor PZEM-004T akan membaca arus, tegangan, daya, energi dan faktor daya dari beban yang digunakan. Data tersebut dikirimkan ke arduino uno untuk diproses, kemudian hasil dari proses tersebut akan ditampilkan pada LCD.

A. Blok Diagram

Sebelum membuat alat, maka terlebih dahulu dilakukan perancangan dengan membuat blok diagram. Dengan blok diagram ini tentunya telah terlihat dengan jelas komponen apa saja yang termasuk input dan output. Sehingga dalam proses pembuatan alat ini akan lebih mudah dikerjakan dengan mengacu pada blok diagram tersebut. Adapun blok diagram perangkat sebagai berikut :



Gambar 1. Blok Diagram

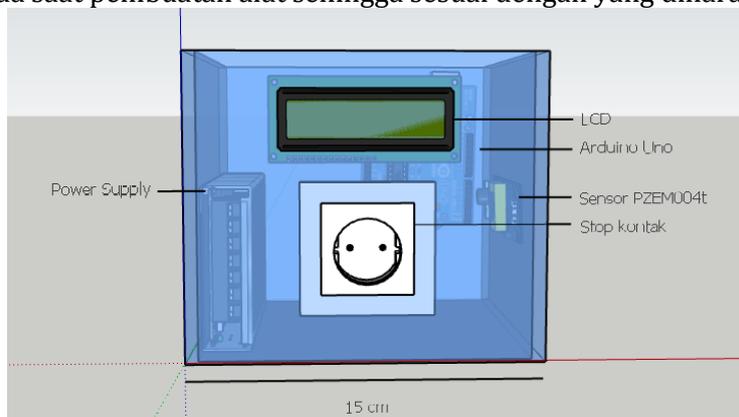
Berikut fungsi masing- masing komponen pada perancangan alat ini sesuai dengan blok diagram diatas :

1. Sensor PZEM-004T, Sensor ini yang digunakan untuk mendeteksi besar tegangan dan arus dari sistem monitoring alat ini.
2. Arduino Uno digunakan untuk memproses input berupa pembacaan terhadap arus dan tegangan AC dan data yang dikirimkan ke Arduino dan menghasilkan output berupa tampilan pada LCD.

B. Perancangan Hardware

1. Perancangan Mekanik

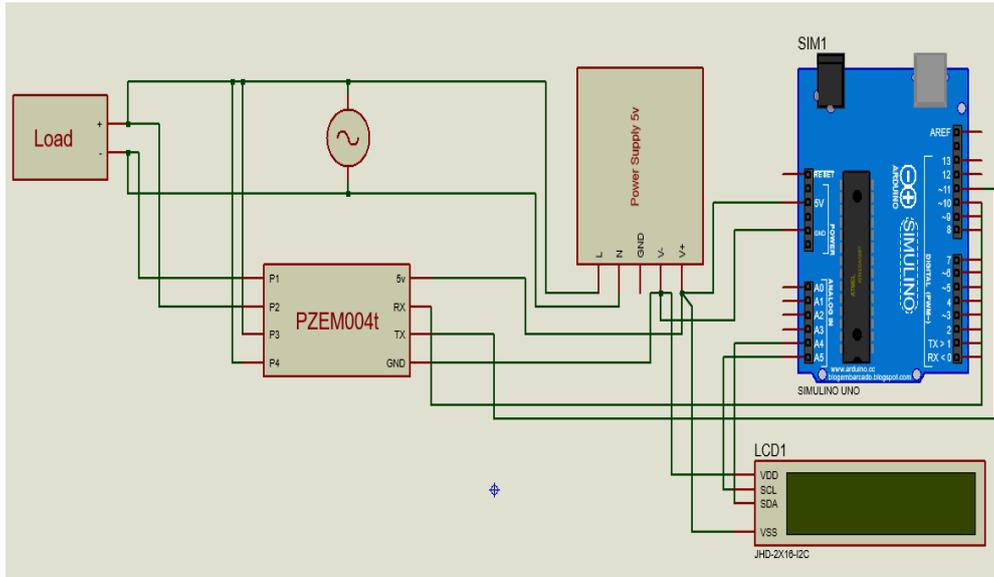
Perancangan mekanik ini bertujuan untuk melihat gambaran bentuk alat dan mengurangi kesalahan pada saat pembuatan alat sehingga sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 2. Perancangan Mekanik Keseluruhan

2. Perancangan Rangkaian Elektronika

Perancangan rangkaian elektronika sangat dibutuhkan untuk mendapatkan hasil rangkaian yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

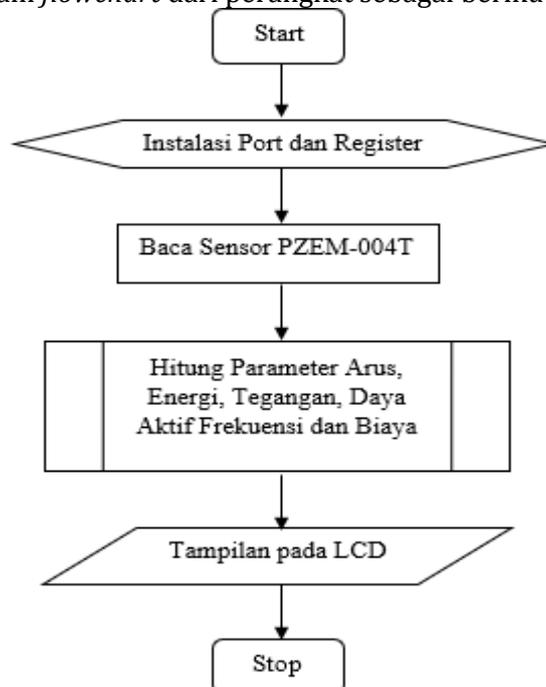


Gambar 3. Perancangan Rangkaian Elektronika

Pada rangkaian keseluruhan sumber listrik masuk ke stop kontak dan power supply. Power supply akan mengubahnya menjadi 5v dan masuk ke arduino, sensor pzem004t dan LCD. P1 dan P2 pada sensor pzem004t akan terhubung ke stop kontak, P3 dan P4 paralel ke sumber. RX dan TX pada sensor pzem004t terhubung ke pin 10 dan 11 pada arduino. LCD terhubung ke pin A4 dan A5 pada arduino. Lebih jelasnya rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 12 di bawah ini.

C. Perancangan Software

Pada perancangan *software* ini perlu membuat diagram *flowchart* program alat yang sudah dirancang. Adapun diagram *flowchart* dari perangkat sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram *Flowchart*

Diagram *flowchart* diatas dapat juga dijelaskan dalam bentuk pseudo code sebagai berikut :

Mulai

Sensor PZEM-004T membaca tegangan, arus, daya, energi, frekuensi dan faktor daya

Read (voltage) tegangan

Read (current) arus

Read (power) daya
Read (energy) energi
Read (frequency) frekuensi
Read (pf) faktor daya
Mencari hasil biaya yang terpakai
Biaya = harga per kwh*energy
Tampilan pada LCD
V = (voltage/tegangan)
A = (current/arus)
Daya = (power/daya)
KWH = (energy/energi)
Freq = (frequency/frekuensi)
PF = (faktor daya)
Tot = (biaya)
Looping
Selesai

D. Metode Pengujian

Pengujian alat ukur pemakaian energi dan biaya listrik ini dilakukan pada kamar kos-kosan dengan beban yang berbeda-beda. Seharusnya alat ini dihubungkan ke arus listrik setelah MCB, namun untuk mempermudah penulis melakukan pengujian maka alat ini dihubungkan ke stop kontak utama yang digunakan di kamar kos-kosan. Prosedur pengujian alat :

1. Alat dihubungkan ke stop kontak utama yang digunakan di kamar kos-kosan dengan beban yang berbeda-beda. Contohnya : kipas angin, charger hp, dll.
2. Pengujian dilakukan selama 1 hari.
3. Mencatat beban yang dipakai, berapa lama beban digunakan serta mencatat tegangan, arus, daya, energi, faktor daya dan biaya yang ditampilkan pada alat. Kemudian menguji ketepatan hasil pengujian alat menggunakan rumus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian perangkat sistem monitoring ini bertujuan untuk mengetahui bahwa perangkat yang telah dirancang sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

A. Spesifikasi Alat

Perancangan alat yang dibuat dalam bentuk panel box, terdapat beberapa komponen di dalam box tersebut seperti arduino uno, sensor PZEM004T, power supply dan LCD. Alat ini menggunakan PZEM004T untuk mendeteksi nilai arus, tegangan, dan daya yang terpakai oleh beban. Hasil dari sensor PZEM004T akan ditampilkan pada LCD. Hasil perancangan alat dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Hasil Perancangan Alat

B. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan sesuai dengan metode pengujian. Pengujian alat dilakukan dalam rentang waktu 1 hari. Adapun hasil pengujian alat dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

Waktu	Beban	V	A	cos φ	P	E	Biaya
11.15 – 12.15	Kipas angin	227 V	0,17 A	0,81	30 W	0,03 kWh	Rp. 40
12.15 – 13.15	Kipas angin dan charger laptop	224 V	0,42 A	0,73	62 W	0,07 kWh	Rp. 98
13.15 – 14.15	Kipas angin dan charger HP	227 V	0,21 A	0,83	39 W	0,04 kWh	Rp. 52
14.15 – 15.15	Kipas angin dan charger laptop	224 V	0,42 A	0,73	62 W	0,07 kWh	Rp. 98
15.15 – 16.15	Kipas angin	227 V	0,17 A	0,81	30 W	0,03 kWh	Rp. 40
16.15 – 18.15	2 Kipas angin	227 V	0,30 A	0,87	59 W	0,12 kWh	Rp. 159
18.15 – 19.15	Kipas angin, charger laptop dan charger HP	228 V	0,52 A	0,71	82 W	0,08 kWh	Rp. 113
19.15 – 10.15	Kipas angin	227 V	0,17 A	0,81	30 W	0,47 kWh	Rp. 634
10.15 – 11.15	Kipas angin dan charger HP	227 V	0,21 A	0,83	39 W	0,04 kWh	Rp. 52
Total					433 W	0,95 kWh	Rp. 1.286

C. Analisa Hasil Pengujian

1. Pengujian 1

Pengujian 1 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin yang disambungkan selama 1 jam.



Gambar 6. Pengujian 1

Perhitungan daya, energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban kipas angin selama 1 jam sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \phi (\text{faktor daya})$$

$$P = 227 \times 0,17 \times 0,81$$

$$P = 31 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (31 \times 1) / 1000$$

$$E = 0,031 \text{ kWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

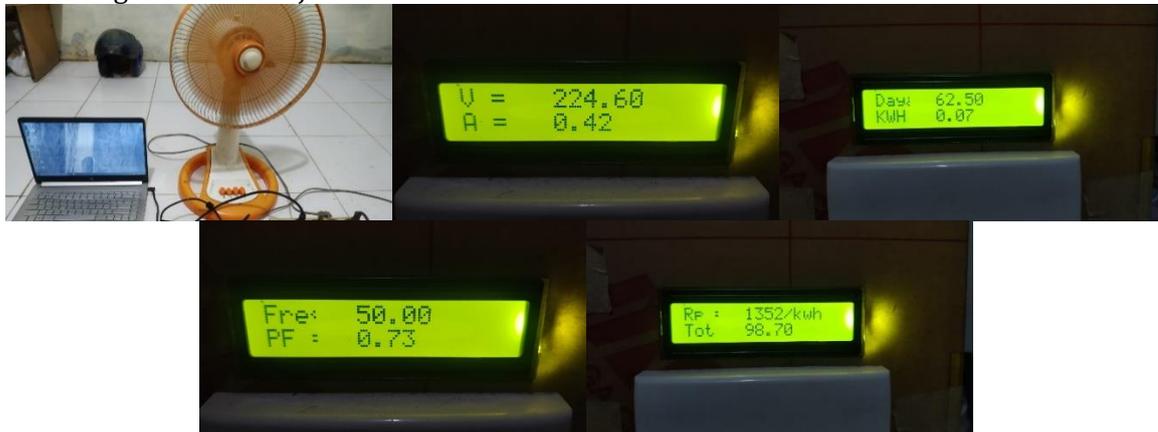
$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,031 \times 1352$$

Biaya = Rp. 41,91

2. Pengujian 2

Pengujian 2 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin dan charger laptop yang disambungkan selama 1 jam.



Gambar 7. Pengujian 2

Perhitungan daya, energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban kipas angin dan charger laptop selama 1 jam sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \phi (\text{faktor daya})$$

$$P = 224 \times 0,42 \times 0,73$$

$$P = 68 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (68 \times 1) / 1000$$

$$E = 0,068 \text{ KWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,068 \times 1352$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 91,93$$

3. Pengujian 3

Pengujian 3 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin dan charger HP yang disambungkan selama 1 jam.



Gambar 8. Pengujian 3

Perhitungan daya, energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban kipas angin dan charger HP selama 1 jam sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \phi (\text{faktor daya})$$

$$P = 227 \times 0,21 \times 0,83$$

$$P = 39 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (39 \times 1) / 1000$$

$$E = 0,039 \text{ KWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,039 \times 1352$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 52,72$$

4. Pengujian 4

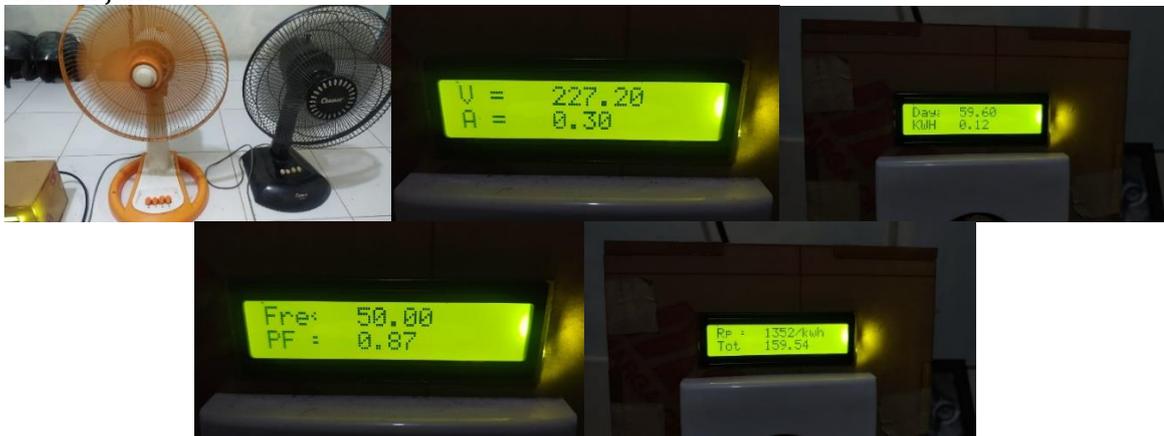
Pengujian 4 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin dan charger laptop yang disambungkan selama 1 jam, sama halnya dengan pengujian 2.

5. Pengujian 5

Pengujian 5 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin yang disambungkan selama 1 jam, sama halnya dengan pengujian 1.

6. Pengujian 6

Pengujian 6 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban 2 kipas angin yang disambungkan selama 2 jam.



Gambar 9. Pengujian 6

Perhitungan daya, energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban 2 kipas angin selama 2 jam sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \phi (\text{faktor daya})$$

$$P = 227 \times 0,30 \times 0,87$$

$$P = 59 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (59 \times 2) / 1000$$

$$E = 0,118 \text{ KWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

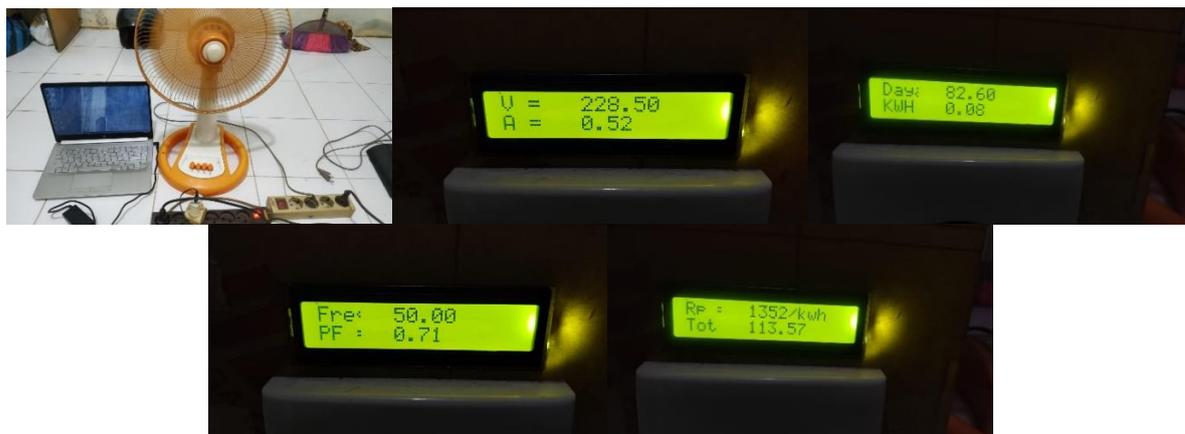
$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,118 \times 1352$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 159,53$$

7. Pengujian 7

Pengujian 7 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin, charger laptop dan charger HP yang disambungkan selama 1 jam.



Gambar 10. Pengujian 7

Perhitungan daya, energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban kipas angin, charger laptop dan charger HP selama 1 jam sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \varphi(\text{faktor daya})$$

$$P = 228 \times 0,52 \times 0,71$$

$$P = 84 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (84 \times 1) / 1000$$

$$E = 0,084 \text{ KWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,084 \times 1352$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 113,56$$

8. Pengujian 8

Pengujian 8 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin yang disambungkan selama 15 jam.



Gambar 11. Pengujian 8

Perhitungan energi yang terpakai dan nilai rupiah dari pengujian dengan beban kipas angin yang disambungkan selama 15 jam sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \varphi(\text{faktor daya})$$

$$P = 227 \times 0,17 \times 0,81$$

$$P = 31 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan energi yang terpakai sebagai berikut :

$$E = (P \times t) / 1000$$

$$E = (31 \times 15) / 1000$$

$$E = 0,46 \text{ KWh}$$

Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 0,46 \times 1352$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 621,54$$

9. Pengujian 9

Pengujian 9 yaitu melakukan monitoring alat dengan beban kipas angin dan charger HP yang disambungkan selama 1 jan, sama halnya dengan pengujian 3.

Perbedaan dari hasil analisa dengan hasil yang ditampilkan alat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Perbandingan hasil alat dengan hasil analisa

Pengujian	Hasil Alat			Hasil Analisa		
	Daya	Energi	Biaya	Daya	Energi	Biaya
Pengujian 1	30,5 Watt	0,03 KWh	Rp. 40,56	31 Watt	0,031 KWh	Rp. 41,91
Pengujian 2	62,5 Watt	0,07 KWh	Rp. 98,70	68 Watt	0,068 KWh	Rp. 91,93
Pengujian 3	38,7 Watt	0,04 KWh	Rp. 52,73	39 Watt	0,039 KWh	Rp. 52,72
Pengujian 4	62,5 Watt	0,07 KWh	Rp. 98,70	68 Watt	0,068 KWh	Rp. 91,93
Pengujian 5	30,5 Watt	0,03 KWh	Rp. 40,56	31 Watt	0,031 KWh	Rp. 41,91
Pengujian 6	59,6 Watt	0,12 KWh	Rp. 159,54	59 Watt	0,118 KWh	Rp. 159,53
Pengujian 7	82,6 Watt	0,08 KWh	Rp. 113,57	84 Watt	0,084 KWh	Rp. 113,56
Pengujian 8	30,5 Watt	0,47 KWh	Rp. 634,09	31 Watt	0,46 KWh	Rp. 621,54
Pengujian 9	38,7 Watt	0,04 KWh	Rp. 52,73	39 Watt	0,039 KWh	Rp. 52,72

Dari tabel perbandingan antara hasil alat dengan hasil analisa diatas, dapat disimpulkan bahwa alat yang telah kita rancang memiliki keakuratan yang cukup tinggi. Perbedaan hasil dari menggunakan rumus dengan hasil yang ditampilkan alat dikarenakan oleh beberapa faktor, antara lain tegangan dan daya yang terpakai oleh beban tidak konstan.

KESIMPULAN

Dari perancangan dan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dirancang mampu melakukan sistem monitoring tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, faktor daya dan biaya yang digunakan oleh perangkat elektronik. Keakuratan alat yang telah dirancang cukup tinggi setelah dibandingkan dengan hasil analisa menggunakan rumus. Alat ini dapat dimanfaatkan untuk memantau pemakaian listrik oleh perangkat elektronik sehingga dapat mengurangi pemakaian listrik yang berlebihan. Alat ini juga dapat dimanfaatkan untuk memantau biaya yang terpakai dalam pemakaian listrik sehingga dapat memperkirakan berapa biaya yang harus dibayar kepada pihak PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., and Rossi, F., "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29-34, 2020.
- [2] M. N. Adiwiranto and C. B. Waluyo, "Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things", *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 69-78, 2021.
- [3] G. O. Maulana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Dengan Display Running Teks (P10)", *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 286, 2021.
- [4] N. A. R. P. Putri, "Analisa Pemantauan Pemakaian Energi Listrik Pada Pelanggan Potensial Dengan Menggunakan Sistem Amr (Automatic Meter Reading) Di Pt. Pln (Persero) UP3 Palembang", *Doctoral dissertation*, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2019.
- [5] S. Darma, Y. Yusmartato, and A. Akhiruddin, "Studi sistem peneraan kwh meter," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 4, no. 3, pp. 158-165, 2019.
- [6] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time", *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 26-34, 2020.
- [7] B. Shabrina, "Manajemen Komplain Pelanggan Pada ULP PT. PLN Merduati di Banda Aceh", *Doctoral dissertation*, UIN Ar-Raniry, 2022.

-
- [8] D. Muhammad and J. Sardi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things (IOT)", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 458-475, 2022.
- [9] R. Risdina, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Atmega32", *Doctoral dissertation*, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2019.
- [10] R. Z. Pratama and H. Nurwarsito, "Monitoring Penggunaan Daya Listrik menggunakan Protokol MQTT berbasis Web", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 11, pp. 10820-10826, 2019
- [11] I. Irwanto, "Analisis Perhitungan Rekening Listrik Di Masyarakat Dengan Menggunakan Metode Aplikasi Catat Meter Terpusat", *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 2, no. 1, pp. 47-58, 2021.
- [12] M. N. Hidayah, R. Alfita, and K. Aji, "Implementasi Internet of Thing untuk kontrol dan monitoring kwh meter pascabayar", *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, vol. 9, no. 3, pp. 161-170, 2020.
- [13] M. N. Adiwiranto and C. B. Waluyo, "Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things", *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 69-78, 2021.
- [14] A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)", *Doctoral dissertation*, Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [15] H. B. Santoso, S. Prajogo, and S. P. Mursid, "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)", *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 6, no. 3, p. 357, 2018.