

PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA PEMAKAIAN LISTRIK 1 PHASA DAYA 1300 VA PADA RUMAH TINGGAL MENGGUNAKAN DATA LOGGER

Jumiyatun¹, Muh. Nasir Ely², Tan Suryani S³, Khairunnisa Mansur⁴, Andi Fatmawati⁵,
Rifqi Firmansyah⁶

Teknik Elektro, Universitas Tadulako^{1,2,3,4,5,6}

Jum@untad.ac.id¹, muhnasirelyf44113103@gmail.com², tansuryani@yahoo.com³, Khairunnisamansur@untad.ac.id⁴,
nurfarahmai@gmail.com⁵

ABSTRACT

Electrical energy is one of the basic needs for humans today, almost every activity we do is inseparable from the use of electrical energy, the use of electrical energy must be paid according to the amount and duration of electricity use in electricity management authorized by state-owned companies, namely PT. PLN Persero using kWh meter. In the postpaid type kWh Meter (Kilo Watt Hours), we cannot know the amount of electrical power that has been used in real-time. This research aims to design a system that can acquire power consumption in kWh and power consumption costs (Watts) real-time by utilizing the ACS712 current sensor and voltage sensor circuit as input current and voltage and then processed by Arduino Uno for processing. The data is in an application interface, then the usage data is stored automatically in the data base local by the MySQL application. The results of this study are by comparing the calculation of power consumption (Watt) and the nominal cost of electricity in an application interface. After the data is obtained, it can be concluded that the readings from input the current and voltage sensor in this system are not accurate and unstable, so that the comparison of the value by the kWh meter is 4.8 kWh with a nominal cost of Rp. 7,745.76, while in this system design the power value obtained is 9.08 kWh with a nominal usage fee of Rp. 14,652.39. Then the difference in value between the calculation of kWh and the design of this system is 4.28 kWh, with a nominal difference in the cost of using it of Rp. 6,906.63.

Keywords : ACS712 Current Sensor, Arduino Uno, Delphi 2010, MySQL, Voltage Sensor circuit.

INTISARI

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan pokok bagi manusia di zaman sekarang, hampir setiap aktifitas yang kita lakukan tidak terlepas dari penggunaan energi listrik, Penggunaan energi listrik tersebut harus dibayar sesuai dengan banyak dan lama pemakaian energi listrik tersebut pada pengelolaan listrik yang berwenang oleh perusahaan milik negara yaitu PT. PLN Persero menggunakan kWh meter. Pada kWh Meter (Kilo Watt Hours) 1 fasa jenis pasca bayar kita tidak dapat mengetahui jumlah daya listrik yang telah terpakai secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat mengakuisisi pemakaian daya listrik dalam satuan kWh dan biaya konsumsi daya (Watt) secara *real-time* dengan memanfaatkan sensor arus ACS712 dan rangkaian sensor tegangan sebagai *input*-an arus dan tegangan kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk diolah datanya pada sebuah aplikasi *interface*, kemudian data pemakaiannya tersimpan secara otomatis pada *data base* lokal oleh aplikasi MySQL. Hasil dari penelitian ini dengan cara membandingkan perhitungan konsumsi daya (Watt) dan nominal biaya listrik pada sebuah aplikasi *interface*. Setelah data diperoleh, dapat disimpulkan bahwa pembacaan dari *input*-an sensor arus dan tegangan pada sistem ini belum akurat dan tidak stabil, Sehingga didapatkan perbandingan nilai oleh kWh meter sebesar 4,8 kWh dengan nominal biaya sebesar Rp. 7.745,76, sedangkan pada perancangan sistem ini nilai daya yang didapatkan sebesar 9,08 kWh dengan nominal biaya pemakaian sebesar Rp. 14.652,39. Maka diperoleh selisih nilai antara perhitungan kWh dan perancangan sistem ini sebesar 4,28 kWh, dengan selisih nominal biaya pemakaiannya sebesar Rp. 6.906,63.

Kata kunci: Arduino Uno, Delphi 2010, MySQL, rangkaian Sensor Tegangan, Sensor Arus ACS712

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan pokok bagi manusia di zaman sekarang, hampir setiap aktifitas yang kita lakukan tidak terlepas dari penggunaan energi listrik, mulai dari alat elektronik seperti alat komunikasi, transportasi,

perabotan rumah tangga, dan sebagainya. Penggunaan energi listrik harus dibayar sesuai dengan banyak dan lama pemakaian energi listrik tersebut. Untuk pengelolaan listrik yang berwenang dalam hal ini adalah perusahaan milik negara yaitu PT. PLN menggunakan KWH meter. KWH meter adalah alat ukur untuk

menghitung pemakaian energi listrik yang digunakan oleh pelanggan, baik rumah tangga maupun pabrik.

Pada kWh Meter (Kilo Watt Hours) satu fasa jenis pasca bayar kita tidak dapat mengetahui jumlah dari daya listrik yang telah terpakai secara langsung. Kurangnya informasi tentang jumlah pemakaian daya listrik tiap waktunya dalam hal ini adalah jumlah beban atau daya listrik (watt) maka kita hanya dapat memperkirakan berapa jumlah yang harus dibayar ke PLN tiap bulan. Hal tersebut membuat kita tidak dapat mengontrol secara langsung berapa banyak beban pemakaian daya listrik yang telah kita gunakan, sehingga tagihan listrik terkadang naik secara signifikan dan mahal.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu alat yang dapat memonitoring pemakaian listrik secara langsung yang data pemakaiannya dapat disimpan ke *database* pada komputer dengan teknik *data logger*.

II. LANDASAN TEORI

A. Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan smart projects. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat open source sehingga dapat dikembangkan oleh siapa saja. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler seperti pemantauan ketinggian air di waduk, pelacak lokasi mobil, penyiram tanaman secara otomatis, akses pintu ruang otomatis dan pendeteksi keberadaan orang untuk pengambilan keputusan

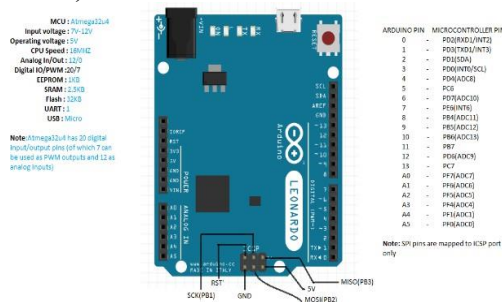
Berbagai jenis kartu Arduino tersedia, antara lain Arduino Uno, Arduino Diecimila, Arduino Duemilanove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, dan Arduino Nano. Walaupun ada berbagai jenis kartu arduino, secara prinsip pemrograman yang diperlukan sama. Hal yang membedakan adalah

kelengkapan fasilitas dari pin-pin yang perlu dipergunakan (Kadir, A. 2015).

1. Arduino Uno

Arduino Uno memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Walaupun berukuran kecil seperti itu, papan itu mengandung mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu.

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB (Simanjuntak, M.G. 2013).



Gambar 1. Bentuk fisik Mikrokontroler Arduino Uno

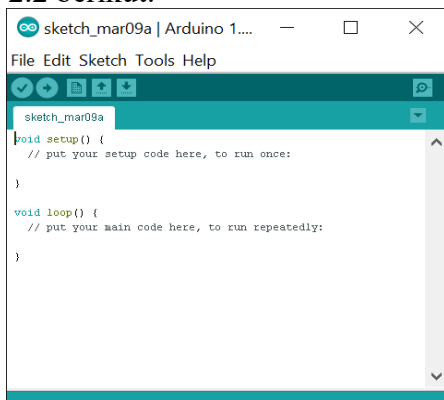
Tabel 1. Spesifikasi Papan Mikrokontroler Arduino Uno

Spesifikasi	keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (recommended)	7 - 12 V

Tegangan Input (limit)	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog input	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA
Flash Memory	32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

2. IDE Arduino

IDE (*Integrated Development Enviroment*) merupakan perangkat lunak yang telah disiapkan oleh arduino bagi para perancang untuk melakukan berbagai proses yang berkaitan dengan pemrograman arduino. Perangkat lunak disediakan secara gratis dan bisa didapatkan secara langsung pada halaman resmi arduino yang bersifat open-source. IDE ini juga sudah mendukung berbagai sistem operasi populer saat ini seperti Windows, Mac, dan Linux. Pada software IDE ini tidak bisa ter-update secara otomatis, harus secara manual dan kadang pada pembaharuan terbaru ada beberapa library yang di masukkan secara manual, ada yang langsung kompatibel dan sebaliknya. Tampilan software IDE Arduino seperti pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. Software IDE Arduino (Sumber : Ratna Pratiwi, 2017)

B. Sensor Arus

Sensor ACS712 adalah sensor arus dengan memanfaatkan Hall effect. Cara kerja sensor ACS712 yaitu dengan membaca arus yang mengalir pada kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh Hall Effect IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.

Sensor ACS712 memiliki karakteristik sebagai berikut :

Tabel 2. Karakteristik sensor arus ACS712

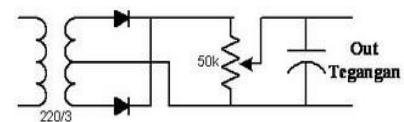
Karakteristik	Symbol	Rating maksimal
Tegangan Supplai	Vcc	8V
Output Tegangan	Vout	8V
Toleransi Arus Lebih	Ip	100A
Sensitivitas		Tipe 5 T = 185 mV/A Tipe 20 T = 100 mV/A Tipe 30 T = 66 mV/A



Gambar 3. Sensor arus ACS712

C. Sensor Tegangan

Sensor tegangan berupa sebuah transformer



step-down pada umumnya besar transformer ialah 1 Ampere. Keluaran dari sensor ini berupa tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

Gambar 4. Sensor tegangan

Dari transformator tegangan yang dikonversi tegangan 220V menjadi 4,5V kemudian sinyal disearahkan dengan penyearah gelombang penuh. Kalibrasi tegangan dilakukan dengan menempatkan resistor variable 50k sehingga tegangan yang dihasilkan dapat diatur, pada ujung rangkaian dipasang sebuah filter kapasitor untuk menghasilkan tegangan DC murni yang kompatibel terhadap tegangan yang dibutuhkan oleh ADC.

D. Transformator (Trafo)

Transformator atau yang sering di sebut trafo adalah komponen elektrik yang dapat menghubungkan jaringan listrik yang mempunyai berbagai macam tegangan sehingga tenaga listrik dapat didistribusikan secara meluas dan berfungsi untuk mengubah (menaikkan/menurunkan) tegangan listrik bolak-balik (AC). Trafo terdiri atas inti besi, kumparan primer, dan kumparan sekunder.



Gambar 5. Transformator Step-Down (Sumber : Andrianto, 2015)

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

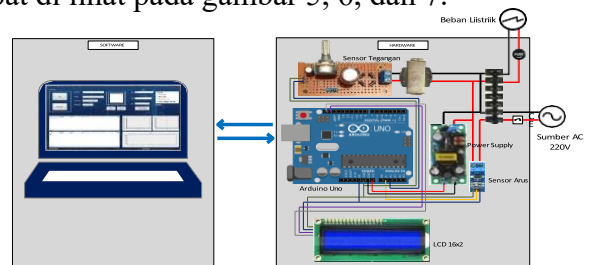
- a. Komponen elektronik antara lain :
 - Resistor
 - Dioda
 - Resistor Variabel
- b. Mikrokontroler Arduino Uno
- c. Modul Sensor Arus 100 A AC/DC
- d. Sensor Tegangan
- e. Pin male-female
- f. Saklar On/Off
- g. Transformator (travo step-down)
- h. Baut
- i. Papan PCB
- j. Kabel
- k. Kabel Jumper

1. *Personal Computer/ Laptop* Aspire 4755 dengan spesifikasi:
 - *Processor Intel Core i5-2430M CPU 2.40 GHz*
 - RAM 8 GB
 - m. Kabel USB to serial
 - n. Multimeter
 - o. Solder
 - p. Timah
 - q. Penyedot Timah
 - r. Obeng
 - s. Obeng Tespen
 - t. Tang potong
 - u. Bor PCB Mini
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino*
 - b. *Embarcadero Delphi 2010*

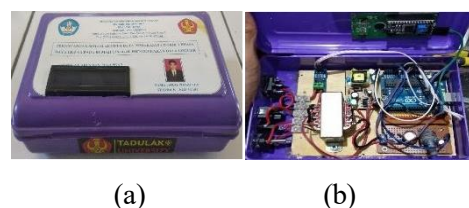
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil dari perancangan dan penelitian tugas akhir ini yang berjudul “Perancangan sistem akuisisi data pemakaian listrik 1 phasa daya 1300 VA menggunakan data logger” dapat dibuat dalam bentuk skema rangkaian, bentuk fisik alat maupun aplikasi interface. Skema keseluruhan dari rangkaian, bentuk fisik alat dan tampilan interface dapat di lihat pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Skema keseluruhan alat *hardware*



(a)

(b)

Gambar 6. Bentuk fisik alat (a) Tampak depan (b) Tampak dalam



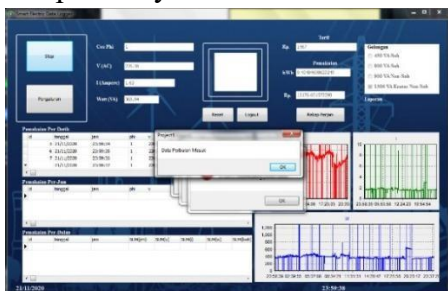
(a) (b)

Gambar 7. Tampilan aplikasi interface, (a) Form Login (b) Form Monitoring

B. Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan mulai dari hardware dan aplikasi interface. Pengujian ini dengan cara mengambil data selama 24 jam bertempat di Sekretariat Robotech Tadulako, menggunakan beban listrik 5 buah lampu pijar yang setiap lampunya memiliki daya 40 Watt. Pengujian ini di lakukan dengan cara membandingkan sensor arus dan sensor tegangan dengan alat ukur tang amper merk KEWTECH KT200. Kemudian untuk membandingkan antara nilai kWh dari sistem dengan kWh meter pascabayar merk SMART METER.

1. Aplikasi *interface* akan menghitung dan mencatat pemakaian daya dan biaya hingga ditanggal jatuh tempo yaitu tanggal 21 bulan berjalan pada pukul 23:59:30 WITA, hingga akan muncul notifikasi ‘Data Perbulan Masuk’, maka aplikasi akan menyimpan data selama 1 bulan ke *data logger* sekaligus memperbarui pencatatan datanya untuk memulai prosesnya kembali.



Gambar 8. Tampilan notifikasi reset otomatis

2. Data arus, tegangan, cosphi, daya aktif, jumlah kWh dan biaya konsumsi dayanya secara otomatis tersimpan ke data base secara real-time, sehingga kita dapat melihat data pemakaian daya perdetik, perjam, dan perbulannya.

id	tanggal	jam	phi	w	kwh	biaya
1	2025-10-20	00:00:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
2	2025-10-20	00:00:30	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
3	2025-10-20	00:01:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000

Gambar 9. Tampilan data pemakaian perdetik pada data logger.

id	tanggal	jam	phi	w	kwh	biaya
1	2025-10-20	12:00:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
2	2025-10-20	12:00:30	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
3	2025-10-20	12:01:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000

Gambar 10. Tampilan data pemakaian perjam pada data logger

id	tanggal	jam	phi	w	kwh	biaya
1	2025-10-20	00:00:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
2	2025-10-20	00:00:30	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000
3	2025-10-20	00:01:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000

Gambar 11. Tampilan data pemakaian perbulan pada data logger.

ID	Tanggal	Jam	Phi	V	I	W	Dish	Biaya
1	2025-10-20	00:00:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000	
2	2025-10-20	00:00:30	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000	
3	2025-10-20	00:01:00	0.99	100	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000	

Gambar 12. Tampilan data pemakaian perjam pada fast report

C. Analisa Hasil

Dari pengujian diatas, diperoleh perbandingan dari konsumsi daya listrik dan nominal biayanya dari beban 5 buah lampu pijar dengan daya 40 Watt/buah, dapat kita hitung dengan rumus segitiga daya sebagai berikut:

Daya aktif (P):

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$P = 40 \text{ Watt} \times 5 \text{ Lampu} \times 1 \\ = 200 \text{ Watt}$$

Maka pemakaian listrik dalam sehari :

$$\text{kWh} = 200 \text{ Watt} \times 24 \text{ h} / 1000 \\ = 4800 \text{ Wh} / 1000 \\ = 4.8 \text{ kWh}$$

Kemudian untuk nominal biaya konsumsi daya listrik, digunakan Tarif Dasar Listrik (TDL) Tahun 2019 untuk Golongan R-1/TR daya 1300 VA ke atas yaitu sebesar Rp 1.467 dengan tambahan biaya Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10% dari pemakaian sebagai berikut:

$$\text{Tarif} = \text{kWh} \times \text{TDL} \\ = 4,8 \times 1.467 \\ = \text{Rp. } 7.041,6$$

$$\text{PPN} = \text{Tarif} \times 10 / 100 \\ = 7.041,6 \times 10 / 100 \\ = \text{Rp. } 704,16$$

$$\text{Biaya Total} = \text{Tarif} + \text{PPN} \\ = 7.041,6 + 704,16 \\ = \text{Rp. } 7.745,76$$

Maka tarif yang harus dibayarkan untuk pemakaian 5 buah lampu pijar selama 24 jam sebesar Rp. 7.745,76

Pada perancangan sistem akuisisi data pemakaian listrik, nilai yang didapatkan dari tabel data base selama 24 jam yaitu sebesar 9,08 kWh kemudian kita gunakan perhitungan yaitu:

$$\text{Tarif} = \text{kWh} \times \text{TDL} \\ = 9,08 \times 1.467 \\ = \text{Rp. } 13.320,36$$

$$\text{PPN} = \text{Tarif} \times 10 / 100 \\ = 13.320,36 \times 10 / 100 \\ = \text{Rp. } 1.332,03$$

$$\text{Biaya Total} = \text{Tarif} + \text{PPN} \\ = 13.320,36 + 1.332,03 \\ = \text{Rp. } 14.652,39$$

Maka tarif yang diperoleh dari Perancangan sistem akuisi ialah sebesar Rp. 14.652,39.

Jadi perbandingan nilai oleh kWh meter sebesar 4,8 kWh dengan nominal biaya sebesar Rp. 7.745,76, sedangkan pada perancangan sistem ini nilai daya yang didapatkan sebesar 9,08 kWh dengan nominal biaya pemakaian sebesar Rp. 14.652,39. Maka diperoleh selisih nilai antara perhitungan kWh dan perancangan sistem ini sebesar 4,28 kWh, dengan selisih nominal biaya pemakaiannya sebesar Rp. 6.906,63.

D. Keunggulan dari sistem

Perancangan sistem akuisi data pemakaian listrik ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Keunggulan tersebut antara lain:

1. Sistem ini menggunakan aplikasi *interface* yang memudahkan pelanggan untuk mengaudit pemakaian daya listrik
2. Aplikasi *interface* secara otomatis dapat menyimpan data pemakaian listrik perdetik, perjam dan perbulan pada data base MySQL dengan teknik *data-logger*.
3. Data pemakai yang tersimpan bisa langsung di *print-out* sebagai laporan tagihan perbulannya.
4. Aplikasi *interface* pada sistem ini menggunakan *form login* sebagai pengaman dari aplikasi.
5. Dapat menampilkan data arus, data tegangan, grafik arus, grafik tegangan, grafik daya secara *real-time*.
6. Dapat digunakan pada daya listrik yang bervariasi mulai dari daya 450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA, 3300 VA, 4400 VA, hingga 5500 VA.

E. Kelemahan dari sistem

Perancangan sistem akuisi data pemakaian listrik ini masih memiliki beberapa kelemahan yang masih perlu untuk di kembangkan. Kelemahan tersebut antara lain:

1. Pembacaan data arus dan tegangan dari komponen sensor arus ACS712 dan rangkaian sensor tegangan belum akurat, sehingga mempengaruhi perhitungan daya dan tarif dari pemakaian listrik.
2. Komunikasi data yang menghubungkan antara alat *hardware* dan *software* masih menggunakan kabel USB sehingga ada batas maksimum jarak yang relatif pendek.
3. Aplikasi *interface* pada sistem ini masih memulai dan menghentikan jalannya sistem secara manual.

V. KESIMPULAN

Setelah melihat dari uraian perancangan, pembuatan, dan pengujian tentang penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat memudahkan konsumen untuk mengaudit pemakaian energi listrik pada sebuah perumahan.

Aplikasi Delphi 2010 dapat dimanfaatkan untuk pembuatan aplikasi antarmuka yang dapat menampilkan pemakaian daya listrik dan menghitung secara sistematis. Sistem tersebut dapat bekerja sesuai dengan perintah yang di berikan secara akurat.

Nilai pembacaan dari inputan sensor arus dan tegangan pada sistem ini belum akurat dan tidak stabil, Sehingga didapatkan perbandingan nilai oleh kWh meter sebesar 4,8 kWh dengan nominal biaya sebesar Rp. 7.745,76, sedangkan pada perancangan sistem ini nilai daya yang didapatkan sebesar 9,08 kWh dengan nominal biaya pemakaian sebesar Rp. 14.652,39. Maka diperoleh selisih nilai antara perhitungan kWh dan perancangan sistem ini sebesar 4,28 kWh, dengan

selisi nominal biaya pemakaiannya sebesar Rp. 6.906,63.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurwaji, 2020. *Perancangan kWh Meter Digital Dengan Output Rupiah Berbasis Arduino*. Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
- [2] Asriadi, 2019. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Pada Generator Sinkron Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino*, Fakultas Teknik Universitas Tadulao.
- [3] Moh. Zulfikar Hi Yasin, 2019. *Rancang Bangun Sistem Electronic Load Control (ELC) Sebagai Pengendali Beban Generator Berbasis Arduino*, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
- [4] Rizal Akbar, 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, KWH, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- [5] Afrizal Fitriandi, Endah Komalasari, Herri Gusmedi, 2016. *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway*, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [6] Putu Darsana, 2015. *Sistem Proteksi Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16 dengan Sensor Arus*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [7] Pree Kang. (2014). *Trafo atau Transformator*.
- [8] S. H. Lee, M. Kim, dan D. Park, 2021. *Real-Time Power Consumption Monitoring Using Arduino-Based IoT System*, IEEE Access, Vol. 9, pp. 12213–12221.
- [9] N. A. Rahman, M. N. Nor, dan A. A. Aziz, 2020. *Development of Smart Energy Meter Using ACS712 and ESP8266*, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 10, No. 5, pp. 4989–4996.

- [10] G. F. Salazar dan P. R. Lopez, 2022. *Design of Low-Cost Data Logger for Household Electricity Monitoring Based on Arduino UNO*, Energy Reports, Vol. 8, pp. 1345–1352.
- [11] B. K. Singh dan R. Sharma, 2021. *Integration of MySQL Database in Smart Meter Systems for Real-Time Billing Applications*, Journal of Electrical Systems, Vol. 17, No. 4, pp. 512–520.
- [12] F. R. Nugroho, T. Sutopo, dan H. Santoso, 2023. *Implementasi Sistem Akuisisi Data Energi Listrik Berbasis Arduino dan Web Interface*, Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer (JTEK), Vol. 12, No. 2, pp. 88–95.
- [13] R. Setiawan dan D. P. Sari, 2024. *Optimasi Pembacaan Sensor Arus ACS712 pada Sistem Monitoring Daya Listrik Rumah Tangga*, Jurnal Energi Terbarukan Indonesia, Vol. 5, No. 1, pp. 25–33.

Jurnal FORISTEK, Vol. 15, No.2, November 2025, Hal. 69-76
p-ISSN 2087-8729, e-ISSN 2579-7174
Akreditasi (**SINTA 5**), SK. No. 225/E/KPT/2022
DOI: 10.54757/fs.v15i2.838