

Perancangan Alat Perekam Data Penggunaan Energi Listrik Pada KWH Meter Untuk Rumah Tinggal 4 Ampere Berbasis Arduino Uno

Fahrian Roid¹, Rizky Aulia¹, Muchlis Abdul Muthalib¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia
Reuleut, Kabupaten Aceh Utara, Aceh
E-mail: fahrian.200150011@mhs.unimal.ac.id

Naskah Masuk: 04 Januari 2023; Diterima: 12 Februari 2023; Terbit: 17 Maret 2023

ABSTRAK

Abstrak - Kebutuhan energi listrik yang melonjak diakibatkan oleh para konsumen yang tidak efektif dalam penggunaan atau terjadi pemborosan terutama dalam sektor rumah tangga. Pemborosan dalam sektor rumah tangga terjadi ketika suatu alat yang mengkonsumsi energi listrik dibiarkan terus bekerja dan tidak digunakan secara efektif. Dengan demikian dibutuhkan suatu tindakan konservasi energi yang dapat menunjang perilaku hemat energi, maka dibutuhkan sebuah alat yang dapat memantau dan menghitung penggunaan energi listrik yang digunakan dalam rumah tangga dengan teliti dan se-efisien mungkin. Oleh karena itu, dibuatlah Alat Perekam Data Penggunaan beban energi listrik Pada KWH Meter untuk penggunaan beban rumah tangga beban 4 Ampere Berbasis Arduino Uno sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Dengan metode pengujian rangkaian dan pengujian modul. Sistem dibangun dengan menggunakan Arduino Uno, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B dan LCD sebagai penampil hasil pengukuran daya. *Prototype* yang dibuat dapat menampilkan informasi tegangan, arus dan daya yang telah terpakai pada bulan sebelumnya, sehingga pemilik rumah dapat memonitor setiap saat daya yang telah terpakai dengan akurat. Dari hasil pengujian yang dilakukan penyimpangan sangat kecil yaitu berkisar 0,02 % atau dibawah 1 % sehingga dapat dikatakan bahwa sistem bekerja dengan sangat baik. Tujuan pembuatan alat pengukuran pemakaian energi listrik ini adalah untuk dapat memonitor pemakaian listrik pada rumah tinggal dengan teliti dan se-efisien mungkin.

Kata kunci: Watt hour, Arduino Uno, Sensor Arus ACS712, Sensor Tegangan ZMPT101B

ABSTRACT

Abstract - The soaring demand for electrical energy is caused by consumers who need to be more effective in using it, or there is waste, especially in the household sector. Waste in the household sector occurs when a device that consumes electrical energy is allowed to continue working and is not used effectively. Energy conservation action is needed to support energy-saving behavior, so we need a tool that can monitor and calculate the use of electrical energy in a house as accurately and efficiently as possible. Therefore, a 4 Ampere-Based Arduino Uno-Based Data Recorder Tool for Electrical Energy Usage in KWH Meters for Homes was created to solve this problem. With circuit testing and module testing methods. The plan was built using Arduino Uno, ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, and LCD to display power measurement results. The prototype can display information on voltage, electrical current, and power used in the previous month so that homeowners can accurately monitor the energy used at any time. The test results showed minimal deviation, namely around 0.02% or below 1%, so the system works very well. The purpose of making this tool for measuring electricity consumption is to be able to monitor electricity consumption in residential homes as accurately and efficiently as possible.

Keywords: Watt-hour, Arduino Uno, ACS712 Current Sensor, ZMPT101B Voltage Sensor

Copyright © 2023 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, energi listrik merupakan kebutuhan manusia yang tidak kalah penting dengan kebutuhan rumah tangga lainnya. Energi listrik juga digunakan pada perkantoran, rumah sakit, pusat perbelanjaan, dan kepentingan industri. Dengan semakin berkembangnya pemakaian energi listrik, maka diperlukan suatu alat ukur (*instrument*) yang dapat mengukur besarnya energi listrik yang telah dipakai oleh pihak pelanggan (konsumen) dengan seteliti dan se-efektif mungkin, sehingga transaksi jual beli listrik (yang dilakukan antara pihak PLN dengan konsumen) tersebut dapat berjalan dengan baik agar salah satu pihak tidak merasa dirugikan. Kebutuhan energi listrik yang melonjak pada saat ini, diakibatkan oleh para konsumen yang

tidak efektif dalam penggunaan atau terjadi pemborosan[1]. Konsumen disini terdiri dari beberapa sektor dengan didominasi pada sektor rumah tangga dengan presentase pengguna lebih dari 41%. Selain itu sektor industri dengan presentase pengguna sebanyak 34% dan sektor komersil sebanyak 24%. Maka bisa terlihat kemungkinan besar terjadi pemborosan ini pada sektor rumah tangga. Pemborosan dalam sektor rumah tangga terjadi ketika suatu alat yang mengkonsumsi energi listrik dibiarkan terus bekerja dan tidak digunakan secara efektif. Dengan demikian dibutuhkan suatu tindakan konservasi energi yang dapat menunjang perilaku hemat energi, maka dibutuhkan sebuah alat yang dapat memantau dan menghitung penggunaan energi listrik yang digunakan dalam sebuah rumah[2].

Penelitian tentang pemantauan daya listrik sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain oleh Sulistiyo A, 2014 “Kwh meter digital terkoneksi personal computer (PC) Berbasis mikrokontroler ATMega16” Perancangan dan pembuatan KWH meter digital ditujukan untuk golongan rumah tangga tarif R1 dari daya 450VA hingga 2200 VA. Pembuatan dari sensor arus, sensor tegangan serta powersupply tanpa trafo yang memiliki nilai ekonomis tinggi[3]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hadi Fakarilmi (2015) “Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Kwh Meter Digital Menggunakan SMS gateway”. Penelitian ini menjelaskan tentang implementasi sistem pada KWH meter. Sistem ini adalah penggunaan sistem pulsa pada KWH meter yang akan dibuat dengan cara pengisian pulsa dilakukan oleh pemilik kost dengan menggunakan SMS Gateway. Isi pesan dari SMS Gateway ini berupa kode *voucher* yang sudah di tentukan sebelumnya[4].

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa teliti dan efektif alat ukur KWh Meter rumah tinggal 4 ampere berbasis Arduino Uno dalam mengukur daya yang digunakan dalam satu bulan agar penggunaan energi listrik dalam sekto rumah tangga lebih hemat. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisa jumlah energi yang digunakan selama sebulan pada rumah tinggal 4 Ampere (900 watt) dengan sumber tegangan jala-jala listrik 220 volt AC.

Manfaat dari hasil penelitian ini dapat menghasilkan suatu Alat Ukur KWh Meter Untuk Rumah Tinggal 4 Ampere Berbasis Arduino Uno dan dapat menghemat penggunaan energi listrik dalam rumah tangga serta dapat menciptakan inovasi produk terbaru untuk membantu masyarakat dalam penghematan pemakaian energi listrik.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 KWH Meter

KWH meter adalah alat yang umum digunakan untuk mengukur energi listrik. Alat ini digunakan oleh Perusahaan Listrik untuk mendata dan menganalisa penggunaan energi listrik yang terpakai oleh konsumen[5]. Dalam KWH meter terdapat komponen pengukuran daya yang terdiri dari komponen pengukur arus dan komponen pengukur tegangan. KWH meter yaitu alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali tegangan, arus, faktor kerja, dan waktu. KWH meter yang dikenal secara luas di masyarakat adalah KWH meter pascabayar yang mempunyai fitur terbatas. KWH meter jenis ini disebut sebagai KWH meter analog (pascabayar). Jenis ini masih cukup mampu untuk membaca jumlah pemakaian daya aktif dengan baik, tapi kurang mampu untuk membaca daya reaktif dengan baik seperti pada gambar 1.



Gambar 1. KWH meter pascabayar

2.2 KWH Meter Prabayar

KWH Meter prabayar yaitu, alat yang dirancang oleh pihak PLN menggunakan KWH elektrik yang baru, sistem pengisian menggunakan pulsa. Untuk memulai berlangganan listrik kepada PLN, pelanggan harus tahu terlebih dahulu sistem yang diterapkan PLN untuk pelanggan listrik seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. KWH meter Prabayar

Adapun beberapa keuntungan dari KWH Meter listrik Prabayar yaitu:

- a. Tidak ada beban listrik bulanan ataupun minimal pemakaian.
- b. KWH meter pada listrik Prabayar adalah sistem digital, yang namanya digital tentu lebih akurat dibandingkan sistem analog.
- c. Menjaga rumah dari resiko kebakaran.

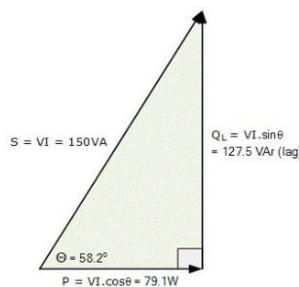
2.3 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Daya listrik dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu[6].

- a. Daya Aktif / Nyata (*Active / Real Power*) Daya dengan satuan Joule/detik atau watt disebut sebagai daya aktif. Simbolnya adalah P. Daya aktif adalah daya sebenarnya yang dihaburkan atau dipakai oleh beban.
- b. Daya Reaktif (*Reactive Power*) Daya reaktif satuannya adalah VAR (Voltampere – reactive) Daya reaktif (Q) ini merupakan jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet, daya reaktif juga dipahami sebagai daya yang tidak dihaburkan oleh beban atau dengan kata lain merupakan daya yang diserap namun dikembalikan ke sumbernya.
- c. Daya Tampak/ Semu (*Apparent Power*) Daya tampak merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif yang disimbolkan dengan S.

2.4 Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda (*Apparent Power, ActivePower dan Reactive Power*) berdasarkan prinsip trigonometri[7].

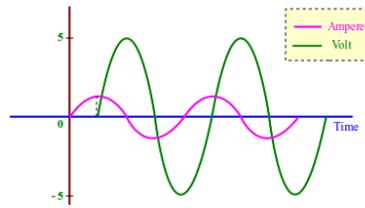


Gambar 3. Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

2.5 Faktor Daya

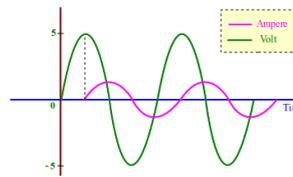
Faktor daya terdiri dari dua sifat yaitu faktor daya “*leading*” dan faktor daya “*lagging*”[8]. Faktor daya ini memiliki karakteristik seperti berikut:

- a. Faktor Daya “*leading*” Apabila arus mendahului tegangan, maka faktor daya ini dikatakan “*leading*”. Faktor daya *leading* ini terjadi apabila bebannya kapasitif, seperti *capacitor, synchronous generators, synchronous motors dan synchronous condensor*.



Gambar 4. Faktor daya “leading”

- b. Faktor Daya “lagging” Apabila tegangan mendahului arus, maka faktor daya ini dikatakan “lagging”. Faktor daya lagging ini terjadi apabila bebannya induktif, seperti motor induksi, AC dan transformator.



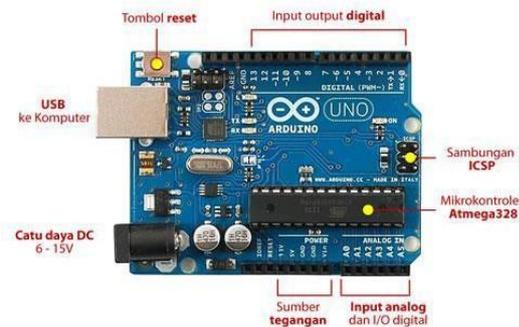
Gambar 5. Faktor daya “lagging”

2.6 Sifat Beban Listrik

Dalam sebuah sumber arus bolak-balik, bila beban diaplikasikan bersifat resistif murni, maka gelombang tegangan dan arus adalah sephasa. Beban yang bersifat induktif atau kapasitif dapat menggeser titik persilangan nol antara tegangan dan arus. Bila bebannya merupakan beban induktif persilangan nol gelombang arus muncul beberapa saat setelah persilangan nol gelombang tegangan muncul. Hal ini biasa dikatakan sebagai arus tertinggal. Sebaliknya untuk arus beban yang bersifat kapasitif, persilangan nol gelombang arus akan muncul beberapa saat sebelum persilangan nol gelombang tegangan [9].

2.7 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sejenis board (papan) berisi mikrokontroler seukuran kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain seperti pada gambar 6. Arduino adalah mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan pemrograman. Program pada Arduino biasa disebut sketch. Arduino adalah "platform sumber terbuka yang digunakan untuk membuat proyek elektronik". Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu papan sirkuit fisik yang sering disebut sebagai mikrokontroler dan perangkat lunak atau IDE yang berjalan di komputer sebagai compiler.[10].



Gambar 6. Arduino uno

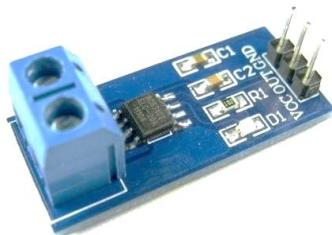
2.8 Sensor

Detektor tegangan berperan sebagai pendeteksi besaran nilai tegangan dalam suatu rangkaian. Komponen yang digunakan adalah dengan menggunakan Sensor Tegangan Voltage DC 0 – 25v. Secara umum fungsi dan kegunaan dari detektor tegangan tersebut adalah untuk mendeteksi tegangan yang keluar dari sebuah beban, melalui Arduino seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Detektor tegangan

Detektor arus berperan sebagai pendeteksi nilai arus dalam suatu rangkaian. Komponen yang digunakan adalah sensor arus ACS 712 yang batas maksimalnya 5A seperti pada gambar 8. Pencarian nilai arus dilakukan dengan kalibrasi nilai tegangan yang masuk ke mikrokontroler arduino[11].



Gambar 8. Detektor arus ACS 712

2.9 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi[12].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Bagan alir *flowchart* merupakan bagan yang menunjukkan arus pekerjaan secara keseluruhan dari sistem.



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan sesuai dengan apa yang dikemukakan dalam batasan penelitian, yaitu:

- Data peralatan pengujian terhadap alat hasil rancangan.
- Data hasil pengukuran yang telah dilakukan berdasarkan tingkat pengamatan dan sistem kerja peralatan.
- Data hasil pengukuran dari beberapa komponen elektronika pada peralatan terhadap penyatuan tegangan yang diproses sebagai sinyal input dan output dari sistem terhadap komponen pendukung lainnya.

3.3 Analisis

Sebagai obyek utama penelitian di sini adalah mengenai pembuatan Alat Ukur KWh Meter Untuk Rumah Tinggal 4 Ampere Berbasis Arduino Uno. Dalam penelitian ini akan dianalisis tegangan, arus dan besar daya yang terpakai pada rumah tinggal. Data diambil selama satu minggu dan dibandingkan dengan daya KWH meter analog dari PLN.

3.4 Perancangan Hardware

Sistem perangkat keras (*hardware*) pada sistem ini dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian sistem sensor (Arus dan Tegangan), bagian sistem minimum Arduino Uno, dan penampil LCD. Masing-masing bagian sistem tersebut terdapat beberapa komponen pendukung dimana komponen pendukung tersebut mempunyai fungsi menurut bagiannya sendiri-sendiri.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak disini lebih kepada pembuatan program yang akan dimasukkan kedalam mikrokontroler. Mikrokontroler akan bertindak sesuai dengan apa yang dituliskan dalam kode program, sehingga perangkat keras yang terhubung ke mikrokontroler dapat dikendalikan melalui perangkat lunak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Rangkaian Power Supply

Sistem otomatisasi yang dirancang dalam penelitian ini memerlukan catu daya 12 V. Untuk itu digunakan transformator *switching* 1 A yang akan menurunkan tegangan 220 V AC (*alternating current*) dari PLN menjadi tegangan 12 V AC. Tegangan yang dihasilkan oleh transformator tersebut masih berupa tegangan AC. Untuk mengubahnya menjadi tegangan DC (*direct current*) digunakan rangkaian penyearah tegangan berupa rangkaian diode tipe penyearah jembatan (*bridge rectifier*), IC regulator LM7812 untuk keluarannya berupa tegangan DC sebesar 12 V. Transformator *switching* yang digunakan pada tugas akhir ini merupakan transformator yang di jual di pasaran dan siap digunakan. Transformator ini digunakan sebagai catu daya untuk Arduino Uno.



Gambar 10. Foto pengujian rangkaian *power supply*

Kemudian didapatkan hasil pengukuran dari pengujian rangkaian seperti pada gambar 10 diatas.

Tabel 1. Hasil pengukuran rangkaian *power supply*

No	Komponen	Tegangan keluaran (pengukuran)	Tegangan keluaran (perancangan)	Tegangan masuk
1	Transformator	13.7 VAC	12 V	221.6 VAC
2	Penyearah	13.4 VDC	12 VDC	13.7 VAC
3	IC LM7812	12 VDC	12 VDC	13.4 VDC

4.2 Analisa

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian *power supply*, dimana sumber tegangan output dari PLN 221,6 Volt AC (hasil pengukuran saat pengujian) kemudian diturunkan oleh sebuah transformator menjadi 13.7 Volt AC dan diserahkan oleh 4 buah diode IN4002 yang dihubungkan secara jembatan yang menghasilkan tegangan 13.4 Volt DC dan output keluaran dari IC regulator 12 Volt DC. Idealnya besar tegangan keluaran dari IC regulator adakah 12 Volt.

$$Error = \frac{Pengukuran - Perancangan}{Pengukuran - Perancangan} \times 100\% \tag{1}$$

$$Error = \frac{12 - 12}{12 - 12} \times 100\% = 0 \%$$

Hasil penyimpangan (*error*) pengukuran adalah 0% sehingga rangkaian *power supply* sangat baik untuk digunakan karena masih dalam batas toleransi.

4.3 Pengujian Rangkaian Sensor Arus

Module ACS712 merupakan module yang difungsikan untuk mensensing arus pada suatu rangkaian tegangan bolak balik. Dalam pemakaian sensor arus harus diperhatikan tegangan sumber (Vcc) modul sensor, dimana tegangan sumber tidak boleh melebihi 5 Vdc. Sebelum digunakan maka modul sensor arus harus diuji terlebih dahulu.



Gambar 11. Pengujian rangkaian modul sensor arus

4.4 Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan

Tegangan listrik (*Voltage*) timbul dikarenakan ada beda potensi listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Besaran tegangan dinyatakan dalam satuan *international volt*. Pengukuran ini dilakukan dikarenakan adanya beda potensial di suatu medan listrik yang berefek pada aliran listrik yang mengalir pada material yang berbahan dari konduktor. Sebelum digunakan maka modul sensor tegangan harus diuji terlebih dahulu.



Gambar 12. Pengujian rangkaian modul sensor tegangan

Hasil dari pengujian menggunakan variabel tegangan inputan AC yaitu seperti pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor tegangan

No	V (sumber AC)	Vout (serial mikro)	V (rumus)
1	0	1,74	-1,74
2	60	1,82	58,18
3	120	1,94	118,06
4	180	2,05	177,95
5	220	2,13	217,87
6	225	2,15	219,25

4.5 Pengujian sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ACS712

Program yang berfungsi sebagai pembaca nilai analog yang dikeluarkan oleh sensor, yang kemudian dikonversikan oleh mikrokontroler untuk menjadi nilai pembacaan tegangan dan arus rata-rata yang sesungguhnya. Dari kedua nilai pembacaan tersebut, maka akan mudah mendapatkan estimasi daya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya (P)} = \text{Tegangan (V)} * \text{Arus (I)} \tag{2}$$

Dari penelitian di atas, dapat diketahui cara pengambilan data pengukuran dengan kondisi sebagai berikut:

- a. Menggunakan sumber tegangan AC 221,6 VAC.
- b. Menggunakan sebuah lampu pijar 220 VAC 75W sebagai beban listrik.

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan dan arus

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)
1	218,50	0,43	93,95
2	219,50	0,43	94,38
3	220,00	0,43	94,6

Dari hasil pengujian arus seperti pada tabel 3 dengan menggunakan lampu pijar 75 watt dan faktor daya 0,8, maka besaran arus dapat dihitung sebagai berikut:

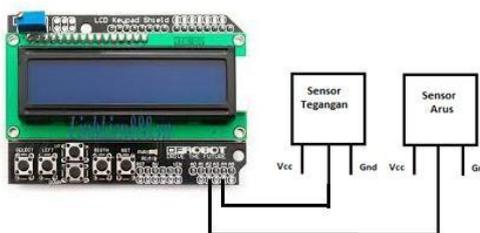
Lampu Pijar = 75 W
 Cos θ = 0.8

$$\begin{aligned}
 P &= V * I * \text{Cos } \theta & (3) \\
 75W &= VA * \text{Cos } \theta \\
 S &= 75 / 0.8 \\
 S &= 93,75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VAS &= V * I & (4) \\
 I &= 93,75 / 220 \\
 I &= 0.42 \text{ A}
 \end{aligned}$$

4.6 Pengujian Rangkaian Arduino

Rangkaian Arduino adalah rangkaian yang meliputi semua rangkaiantermaksud sebuah rangkaian yang mengontrol rangkaian lain seperti rangkaian- rangkaian yang telah tercantum dalam sistem ini. Setelah melakukan pengukuran dan penelitian bahwa tegangan yang diberikan kepada Arduino oleh regulator LM7805 sebesar 4,92 Volt.



Gambar 13. Pengukuran rangkaian mikrokontroler

Hasil dari pengujian rangkaian mikrokontroler diatas yaitu seperti pada tabel 2 dibawah.

Tabel 4. Hasil pengukuran rangkaian mikrokontroler

No	Pin mikrokontroler	Volt	
		Aktif	Stand By
1	Pin 10 (Vcc)	4,92 V	4,92 V
2	Pin 40 (Sensor Tegangan)	2,49 V	2,49 V
3	Pin 36 (Sensor Arus)	2,49 V	2,49 V
4	Pin 21 - 24 (LCD)	2,75 V	2,79 V

4.7 Pengujian Rangkaian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan cara melihat langsung tampilan dari hasil program. Dimana pada tampilan LCD saat modul diaktifkan maka akan muncul tulisan tampilan judul dan tampilan besaran tegangan, arus dan jumlah kWh yang terpakai.



Gambar 14. Tampilan judul



Gambar 15. Tampilan pembacaan sensor tegangan dan arus



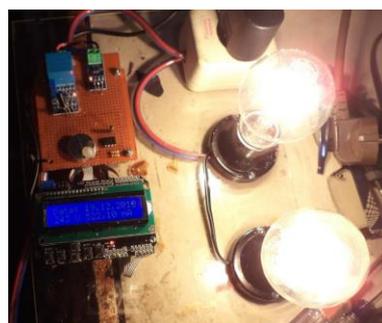
Gambar 16. Tampilan pembacaan KWH meter



Gambar 17. Tampilan KWH terpakai



Gambar 18. Tampilan KWH terpakai bulan lalu



Gambar 19. Proses pengujian modul

5. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Prototype* sistem pengukuran daya pada rumah tinggal yang dibuat bekerja dengan baik dan dapat memberikan informasi pemakaian daya untuk rumah tinggal dengan daya 4A (900 VA).
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan penyimpangan sangat kecil yaitu berkisar 0,02 % atau dibawah 1 % sehingga dapat dikatakan bahwa sistem bekerja dengan sangat baik.
3. *Prototype* yang dibuat dapat menampilkan informasi tegangan, arus dan daya yang telah terpakai sehingga pemilik rumah dapat memonitor setiap saat daya yang telah terpakai.

REFERENSI

- [1] D. Saputra, "Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Rumah Tangga Via Sms Gateway Berbasis Hanphone," *Univ. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*, 2022.
- [2] D. A. Putra And R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. Dan Inform.*, Vol. 8, No. 2, P. 26, 2020, Doi: 10.24036/Voteteknika.V8i2.109138.
- [3] A. Sulistiyo, Agus. Prasetyo, Dedi Ary. Supardi, "Kwh Meter Digital Terkoneksi Personal Computer (PC) Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *Emit. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, Vol. 12, No. 01, Pp. 1–7, 2011.
- [4] H. Fakarilmi *Et Al.*, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Kwh Meter Digital Menggunakan Sms Gateway Design And Implementation Of Controlling System And Monitoring Digital Kwh Meter," *J. Ilm. Tek. Mesin*, Vol. 4 No., No. 2, Pp. 2555–2562, 2010.
- [5] M. Juhan Dwi Suryanto And T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (Gsm) 800I Berbasis Arduino Uno," *Jur. Tek. Elektro*, Vol. 8, No. 1, Pp. 47–55, 2019.
- [6] M. Fahmi Hakim, "Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang," Pp. 105–118.
- [7] A. K. Albahar And D. Maulana, "Analisa Kebutuhan Daya Listrik Di Gedung Dinas Wali Kota Bekasi," Pp. 104–109, 2019.
- [8] Suparyanto Dan Rosad (2015, "Pengaruh Pemakaian Kapasitor Pada Lampu Tl Terhadap Efisiensi Daya Listrik Rumah Tangga," *Suparyanto Dan Rosad (2015*, Vol. 5, No. 3, Pp. 248–253, 2020.
- [9] I. Roza, F. Pasaribu, A. Yanie, A. Almi, And T. Sinaga, "Analisa Pengaruh Penggunaan Vsd (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di Pt. Lestari Alam Segar," *Rele (Rekayasa Elektr. Dan Energi)*, Vol. 4, No. 1, Pp. 0–7, 2021.
- [10] R. Tullah, S. Sutarman, And A. H. Setyawan, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi," *J. Sisfotek Glob.*, Vol. 9, No. 1, 2019, Doi: 10.38101/Sisfotek.V9i1.219.
- [11] R. A. Dalimunthe, "Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus," *Semin. Nas. R.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 333–338, 2018.
- [12] T. Ratnasari And A. Senen, "Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere," *J. Sutet*, Vol. 7, No. 2, Pp. 28–33, 2017.