



IMPLEMENTASI SISTEM IOT UNTUK *MONITORING* KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI RUMAH PINTAR

Muhamad Burhanudin Yusuf¹, Lukman Rosyidi², Henry Saptono³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
Depok, Jawa Barat, Indonesia 16451

muha20223ti@student.nurulfikri.ac.id, lukman@nurulfikri.ac.id, henry@nurulfikri.ac.id

Abstract

Technological advancements have transformed household electricity usage, increasing dependence on electronic devices and demanding efficient solutions to monitor energy consumption. Law Number 30 of 2009 encourages energy efficiency. This research aims to develop and test a household electricity consumption monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using ACS712 current sensors and the NodeMCU ESP8266 microcontroller. This study designs and implements a household electricity consumption monitoring system using ACS712 sensors, employing research and development (R&D) methods. The results show that the system successfully implements ACS712 sensors with high accuracy, enabling efficient monitoring through the Pemantauan.com monitoring platform. Real-time data provides detailed daily energy consumption patterns, optimising energy use by reducing waste. Testing results indicate that this system achieves a 100% success rate in measuring electrical loads and transmitting data, demonstrating high accuracy and reliability in monitoring electricity consumption. To further enhance the system's effectiveness, it is recommended that it be integrated with an alarm or notification system that provides real-time alerts to users in the event of anomalies or unusual increases in electricity consumption. This will help users to take immediate actions necessary to save energy and avoid unwanted electricity costs.

Keywords: Arduino, Energy Consumption Monitoring, IoT (Internet of Things), Monitoring, Sensor ACS712

Abstrak

Perkembangan teknologi telah mengubah penggunaan energi listrik di rumah tangga, meningkatkan ketergantungan pada perangkat elektronik dan menuntut solusi efisien untuk memonitor konsumsi energi. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 mendorong efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem pemantauan konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor arus ACS712 dan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis IoT menggunakan sensor ACS712, dengan metode penelitian dan pengembangan (R&D). Hasil menunjukkan sistem berhasil mengimplementasikan sensor ACS712 dengan akurasi tinggi, memungkinkan pemantauan efisien melalui platform Pemantauan.com. Data *real-time* memberikan detail pola konsumsi energi harian dan mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengurangi pemborosan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat keberhasilan pengukuran beban listrik dan pengiriman data mencapai 100%, yang menandakan akurasi dan keandalan yang tinggi dalam pemantauan konsumsi energi listrik. Untuk lebih meningkatkan efektivitas sistem ini, sebaiknya ditambahkan integrasi dengan sistem alarm atau notifikasi yang akan memberikan pemberitahuan secara *real-time* kepada pengguna jika terjadi anomali atau peningkatan konsumsi listrik yang tidak biasa. Hal ini akan membantu pengguna untuk segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk menghemat energi dan menghindari biaya listrik yang tidak diinginkan.

Kata kunci: Arduino, IoT (*Internet of Things*), Monitoring, Pemantauan Konsumsi Energi, Sensor ACS712

1. PENDAHULUAN

Perkembangan yang pesat dalam ranah teknologi telah menyebabkan munculnya berbagai perangkat elektronik yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Perangkat-perangkat ini kini menjadi elemen esensial dalam

kehidupan manusia karena berkontribusi terhadap peningkatan kecepatan, efisiensi, dan efektivitas dalam bekerja. Seiring dengan meningkatnya ketergantungan terhadap perangkat elektronik, kebutuhan akan pasokan energi listrik pun turut meningkat. Hal ini sesuai dengan

Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan yang mengatur peningkatan tarif dasar listrik bagi rumah tangga dan industri kecil sebagai bagian dari proses pencabutan subsidi listrik. Akibatnya, sekitar 23 juta penduduk Indonesia yang sebelumnya menikmati subsidi listrik, kini harus membayar Rp 575 per kWh, ditambah dengan subsidi sebesar Rp 876 per kWh[1].

Saat ini, listrik telah menjadi sumber energi utama yang menunjang berbagai aspek kehidupan sehari-hari, menjadikannya kebutuhan esensial bagi setiap individu. Untuk memastikan penggunaan listrik yang efisien dan terkendali, penting untuk menerapkan sistem *monitoring* yang efektif yang dapat mengatur dan mengoptimalkan konsumsi listrik[2].

Untuk mengetahui tingkat penggunaan konsumsi listrik dalam suatu rumah tangga, diperlukan suatu sistem yang berfungsi sebagai pemantau penggunaan listrik. Karena perkembangan teknologi yang sangat pesat, sistem ini dapat dilakukan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan sensor seperti sensor arus. Sensor ini kemudian ditransmisikan ke platform media untuk dilakukan pemantauan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengawasi penggunaan listrik di rumah tangga dengan menggunakan sistem yang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT). Dari pemantauan ini, penulis dan keluarganya dapat memperoleh informasi detail tentang konsumsi listrik harian. Oleh karena itu, berdasarkan konteks dan masalah yang telah dijelaskan, penulis mengajukan usulan untuk melaksanakan penelitian tentang "Perancangan Sistem *Monitoring* Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things*".

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah papan platform IoT *open source* serta kit pengembangan yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. Papan ini mempermudah pembuatan prototipe yang dapat diprogram melalui aplikasi Arduino IDE[3]. ESP8266 membutuhkan tegangan 3,3V untuk beroperasi. Modul Wi-Fi ini merupakan *System On Chip* (SOC) yang memungkinkan pemrograman langsung di ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan[4]. NodeMCU adalah platform pengembangan yang dirancang khusus untuk IoT, berbasis pada ESP8266, dan menggunakan *firmware* yang didasarkan pada eLua. NodeMCU dilengkapi dengan *port micro USB* untuk pemrograman dan memiliki tombol *push button*, termasuk tombol untuk reset dan *flash*. Bahasa pemrograman yang digunakan pada NodeMCU adalah Lua, yang berasal dari paket ESP8266 dan memiliki struktur serta logika pemrograman yang mirip dengan bahasa C[1]. Pada *board* NodeMCU ESP8266, terdapat *port mini USB* yang memudahkan proses *upload* program ke dalam *board* NodeMCU[5].

Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 merupakan sensor yang menggunakan prinsip medan magnet yang terbentuk akibat arus yang mengalir melalui kawat tembaga pada papan sensor tersebut. Sensor ini bertujuan untuk mengukur arus yang mengalir dalam kawat atau kabel pada sistem listrik[6]. Sensor ACS712 menggunakan rangkaian *hall linier low-offset*, sehingga hasil pembacaannya memiliki tingkat akurasi yang tinggi[7]. *Output* dari sensor ini adalah sinyal tegangan AC, yang selanjutnya disalurkan ke mikrokontroler setelah melewati rangkaian penyearah. Proses penyerahan ini mengonversi sinyal tegangan AC menjadi DC, memungkinkan mikrokontroler untuk memproses data dan melakukan pengambilan keputusan lebih lanjut[8].

Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah media yang digunakan untuk menampilkan *output* dari sebuah rangkaian elektronik[9]. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat elektronik yang menggunakan kristal cair yang terjepit di antara lembaran plastik atau kaca untuk menampilkan informasi dalam bentuk titik, garis, simbol, huruf, angka, atau gambar. LCD ini dibuat menggunakan teknologi CMOS *logic* dan tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan memantulkan cahaya dari lingkungan sekitarnya dengan *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*[10]. LCD terbagi menjadi dua jenis berdasarkan jenis tampilannya, yakni LCD teks dan LCD grafis. LCD teks digunakan untuk menampilkan informasi dalam format teks atau angka, sementara LCD grafis mampu menampilkan gambar, garis, dan titik. Karakter pada LCD, teks biasanya terbentuk dari *matrix pixel 5x7*. LCD tipe 2x16 sering digunakan untuk menunjukkan data yang diolah oleh mikrokontroler dari pembacaan sensor arus dan tegangan, sehingga berfungsi sebagai antarmuka yang memvisualisasikan data dari sensor tersebut[11].

Platform Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), yang merupakan platform perangkat lunak *open source* untuk pengembangan terintegrasi, dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java dan mendukung berbagai sistem operasi termasuk Windows, Mac, dan Linux[12]. Arduino IDE tersedia untuk diunduh secara gratis dari situs web resmi Arduino IDE. Platform ini berfungsi sebagai *text editor* yang memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, dan memvalidasi kode program. Platform ini yang mengkonversi kode program yang ditulis menjadi perintah mesin yang dapat dipahami oleh mikrokontroler melalui proses kompilasi sebelum dimuat ke memori Arduino atau perangkat yang menggunakan platform Arduino[13]. Kode program yang digunakan pada Arduino IDE disebut dengan istilah Arduino "*sketch*" atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi *file source code .ino*[14].

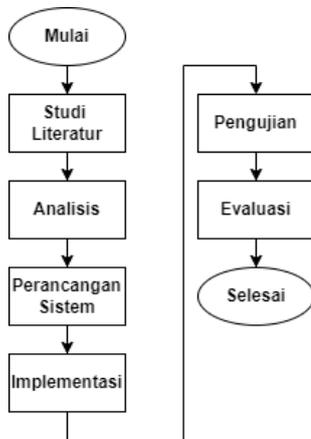
Platform Pemantauan.com

Platform IoT adalah alat atau program yang berfungsi sebagai penghubung antara sensor-sensor yang digunakan dalam perangkat IoT dengan jaringan data[15]. Salah satu contohnya adalah www.pemantauan.com, sebuah platform IoT yang disediakan oleh STT Terpadu Nurul Fikri. Platform ini memungkinkan pengguna untuk memantau data yang dikirim oleh sensor-sensor IoT serta mengendalikan perangkat aktuator melalui koneksi internet dengan cara yang sederhana dan mudah. www.pemantauan.com menyediakan layanan di mana setiap pengguna dapat mengirimkan hingga 60 data terbaru per variabel pengukuran dalam satu proyek. Dalam setiap proyek yang dibuat oleh pengguna, dapat memiliki sifat publik (dapat dilihat oleh semua orang) atau privat (hanya dapat diakses oleh pengguna sendiri). Dalam proyek yang ditampilkan, tersedia grafik yang menampilkan nilai data serta tampilan peta untuk data lokasi. Hasil data dari proyek yang telah selesai dipantau dapat dengan mudah diakses menggunakan Microsoft Excel.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 di bawah ini merupakan tahapan-tahapan penelitian disertai dengan hasil yang didapatkan pada setiap tahapan penelitian tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1.1. Studi Literatur

Tahap pertama adalah melakukan studi literatur. Dalam tahapan ini, penulis menyelidiki berbagai penelitian terkait dan literatur yang relevan untuk mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan. Melalui studi literatur ini, penulis memperoleh pemahaman yang mendalam tentang isu-isu yang telah dijelajahi sebelumnya oleh peneliti lain, serta konsep-konsep yang telah dikembangkan dalam domain penelitian yang sama. Informasi yang diperoleh dari literatur tersebut kemudian digunakan sebagai landasan atau acuan dalam merancang metodologi penelitian, merumuskan pertanyaan penelitian, serta mengembangkan kerangka teoritis untuk

analisis data.

2.1.2. Analisis Data

Setelah menyelesaikan tahap studi literatur, langkah selanjutnya dalam alur penelitian adalah menganalisis data dan informasi yang diperoleh dari literatur yang telah ditinjau. Analisis ini dilakukan untuk memahami lebih dalam konteks penelitian, mengevaluasi temuan-temuan penting dari literatur, serta menemukan relevansi antara teori-teori yang ada dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Selain itu, analisis juga dilakukan untuk menyiapkan berbagai peralatan atau alat yang akan digunakan dalam penelitian. Hal ini mencakup pemilihan dan penyesuaian alat-alat atau teknologi yang tepat sesuai dengan kebutuhan penelitian, serta merancang prosedur atau metode pengumpulan data yang efektif.

2.1.3. Perancangan Sistem

Setelah menyelesaikan analisis data dari literatur yang telah dikaji, tahap berikutnya dalam penelitian ini adalah memulai pengembangan sistem *monitoring* konsumsi energi listrik untuk rumah tangga. Pada tahap ini, penulis memanfaatkan Arduino IDE untuk merancang sistem yang akan terkoneksi dengan sensor arus ACS712. Arduino IDE merupakan platform pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat dan mengunggah kode program ke Mikrokontroler Arduino. Sensor arus ACS712 dipilih karena kemampuannya dalam mengukur arus listrik yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik di rumah tangga.

2.1.4. Implementasi

Setelah menyelesaikan proses pemrograman sistem, langkah berikutnya adalah mengimplementasikannya melalui platform Pemantauan.com. Tujuannya adalah agar sistem dapat diakses dan dipantau secara daring atau *online*. Dengan mengintegrasikan sistem dengan platform Pemantauan.com, pengguna dapat dengan mudah mengakses data yang dihasilkan oleh sistem dari mana saja dan kapan saja melalui koneksi internet. Implementasi melalui platform Pemantauan.com memungkinkan pengguna untuk memantau penggunaan energi listrik rumah tangga secara *real-time* dan juga menyediakan kemampuan untuk melakukan analisis data lebih lanjut.

2.1.5. Pengujian

Setelah tahap implementasi, sistem tersebut diujicobakan di kediaman penulis selama satu hari untuk mengevaluasi penggunaan energi listrik rumah tangga. Tahap uji coba ini bertujuan untuk mengamati kinerja sistem dalam kondisi penggunaan sebenarnya dan mengumpulkan data yang akurat mengenai penggunaan energi listrik. Setelah selesai periode uji coba, dilakukan tahap evaluasi.

2.1.6. Evaluasi

Pada tahap ini, kesimpulan ditarik dari data yang terkumpul untuk menghitung penggunaan energi listrik serta estimasi

biaya yang terkait dengan penggunaan energi listrik di kediaman penulis. Evaluasi ini membantu untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam memantau dan mengelola penggunaan energi listrik rumah tangga serta menentukan apakah sistem dapat memberikan manfaat yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian.

2.2. Metode Pengumpulan Data

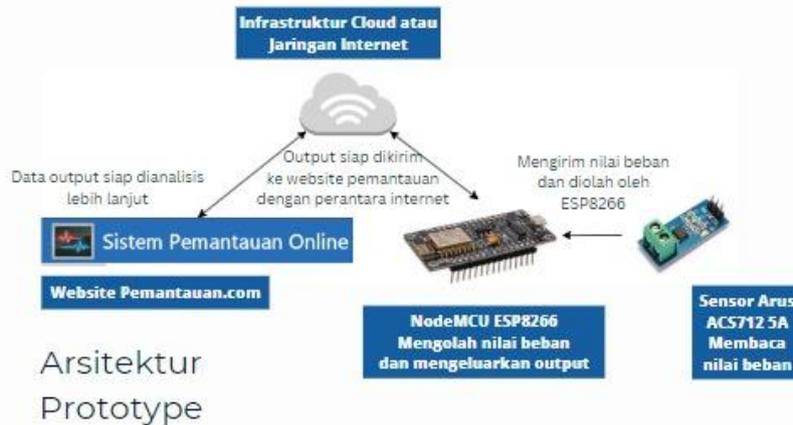
Dalam penelitian ini, penulis memilih menggunakan metode eksperimental sebagai teknik pengumpulan data. Metode ini melibatkan pelaksanaan eksperimen atau uji

coba secara langsung pada sistem *prototype* yang telah dikembangkan. Penulis melakukan eksperimen pada prototipe tersebut, yang dapat dimonitor secara *real-time* melalui platform Pemantauan.com. Pemilihan metode eksperimental ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul selama penelitian adalah valid dan dapat dianalisis secara kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Sistem

3.1.1. Arsitektur Sistem

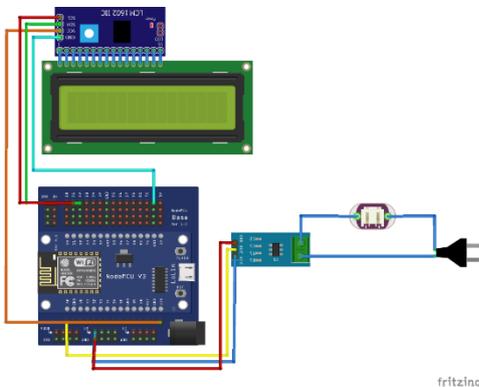


Gambar 2. Arsitektur Sistem

Gambar 2 menunjukkan arsitektur sistem pemantauan listrik berbasis IoT menggunakan sensor arus ACS712 dan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sensor ACS712 mengukur arus listrik dan mengirimkan sinyal analog ke NodeMCU ESP8266, yang menghitung konsumsi daya dan energi. Data ini dikirimkan melalui Wi-Fi ke platform pemantauan *online*, yang menampilkan informasi penggunaan listrik secara *real-time* atau dalam periode waktu tertentu melalui grafik, tabel, dan informasi terkait lainnya. Infrastruktur cloud memastikan konektivitas dan pengiriman data yang andal dari NodeMCU ke sistem pemantauan *online*.

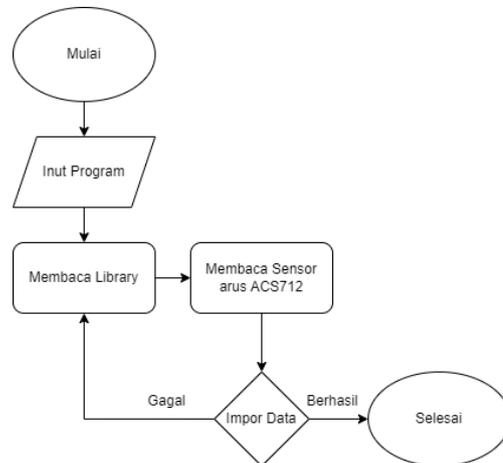
Gambar 3 menunjukkan konfigurasi pengukuran konsumsi energi listrik menggunakan NodeMCU V3, layar LCD dengan modul I2C, dan sensor arus ACS712. NodeMCU V3 mengumpulkan data dari sensor ACS712 dan mengirimkannya ke platform Pemantauan.com. Layar LCD menampilkan informasi konsumsi daya dan biaya, dengan koneksi ke NodeMCU melalui SDA, SCL, VCC, dan GND. Sensor ACS712 mengukur arus listrik dan terhubung ke NodeMCU melalui OUT, VCC, dan GND. NodeMCU menghitung daya listrik yang digunakan dan menampilkan hasilnya pada layar LCD serta mengirimkan data ke platform pemantauan *online* untuk analisis lebih lanjut.

3.1.2. Rangkaian Sistem



Gambar 3. Rangkaian Sistem

3.1.3. Flowchart Program



Gambar 4. Flowchart Program

Diagram pada gambar 4 menggambarkan langkah-langkah eksekusi program yang berjalan pada Arduino IDE. Tahapan dimulai dengan memasukkan program ke dalam Arduino IDE, kemudian melakukan proses *upload* program. Proses *upload* program terdiri dari beberapa langkah, yaitu pembacaan *library* yang digunakan dalam program dan pembacaan kode sensor ACS712. Setelah selesai membaca kode sensor, program akan masuk ke tahap pengiriman data. Jika pengiriman data berhasil, maka program dianggap sukses dan selesai. Namun, jika pengiriman data gagal, program akan kembali ke tahap awal yaitu pembacaan *library* untuk dimulai kembali.

3.2. Implementasi Perancangan Sistem

3.2.1. Implementasi Perangkat Keras



Gambar 5. Hasil *Prototype* Sistem



Gambar 6. Hasil *Prototype* Sistem (2)

Pada gambar 5 menunjukkan alat yang sudah dipasang beban, beban di sini yaitu lampu pijar dengan daya 100 watt, yang dipasangkan ke stop kontak yang kemudian daya lampu tersebut akan terdeteksi oleh sensor ACS712, dan ditampilkan pada *layer* I2C secara *real-time*.

Pada gambar 6 di atas menunjukkan hasil dari pengukuran penggunaan energi listrik menggunakan sensor arus yang terhubung dengan mikrokontroler yang dilengkapi dengan antarmuka I2C untuk komunikasi dengan LCD.

Pada layar LCD terlihat dua baris informasi. Baris pertama menampilkan "Watt: 94.89," yang menunjukkan bahwa perangkat yang terhubung sedang mengonsumsi daya

sebesar 94.89 watt. Baris kedua menampilkan "Per KWH: 0.12690," yang mengindikasikan bahwa total energi yang telah digunakan sejauh ini adalah 0.12690 kilowatt-hour (kWh).

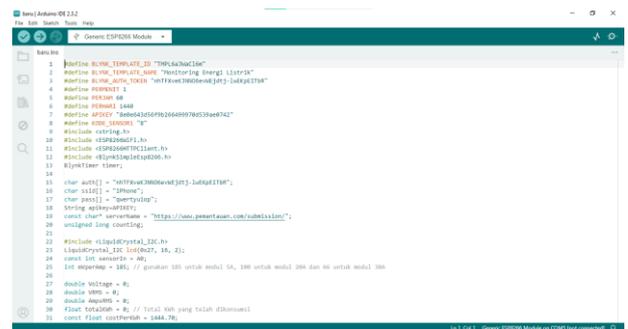
3.2.2. Implementasi Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini, untuk merancang sistem *monitoring*, diperlukan perangkat lunak yang mendukung proses pembuatan alat. Berikut tabel 1 merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengimplementasikan perancangan sistem *monitoring* dalam penelitian ini.

Tabel 1. Perangkat Lunak yang Digunakan

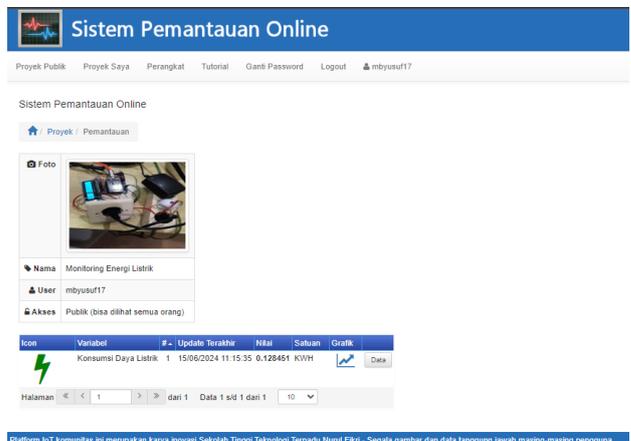
No	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Arduino IDE	Digunakan untuk membuat program.
2	Pemantauan.com	Digunakan untuk menampilkan <i>output</i> dari sensor dalam bentuk <i>monitoring</i> .

Implementasi dari perangkat lunak Arduino IDE dan platform Pemantauan.com adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Kode Program

Gambar 7 memperlihatkan kode program yang ditulis dalam Arduino IDE untuk melakukan *monitoring* energi listrik rumah tangga berbasis Mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi pada platform Pemantauan.com.

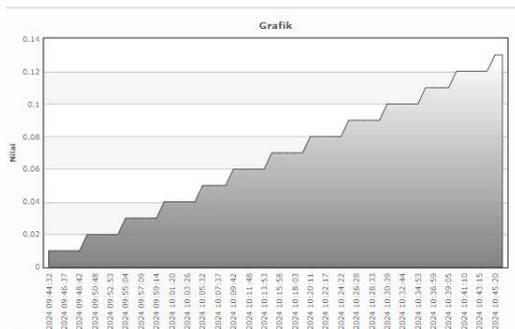


Gambar 8. Halaman Proyek pada Platform Pemantauan.com

Pada gambar 8, hasil dari sistem pemantauan konsumsi energi listrik ditampilkan melalui platform Pemantauan.com. Tampak antarmuka situs web yang menunjukkan proyek "Monitoring Energi Listrik" yang dikelola oleh pengguna "mbyusuf17" dengan akses publik. Foto perangkat keras pemantauan konsumsi energi listrik juga terlihat. Informasi di bawah foto mencakup nama proyek, pengguna, dan akses. Tabel di bagian bawah menampilkan variabel "Konsumsi Daya Listrik" dengan nilai 0.128451 KWH yang diukur, serta menyediakan opsi untuk melihat data dalam bentuk grafik.

3.3. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan di ruang kamar penulis selama satu hari. Selama periode ini, 60 data dikumpulkan dengan interval waktu satu jam. Hasil pengujian ini akan menyajikan data mengenai KWH dan Biaya yang diperoleh selama pengujian.



Gambar 9. Grafik Penggunaan KWH dalam Waktu 1 Jam

Grafik penggunaan KWH dalam waktu 1 jam pada gambar 9 ditunjukkan hasil *monitoring* konsumsi listrik dari sebuah lampu 100 watt, yang divisualisasikan dalam bentuk grafik. Grafik tersebut menunjukkan peningkatan konsumsi energi listrik (dalam KWH) dari waktu ke waktu, mulai dari pukul 09:42 hingga 10:45 pada tanggal 15 Juni 2024. Data dalam grafik ini menunjukkan pola konsumsi yang meningkat secara konsisten, yang bertepatan dengan peningkatan biaya listrik terkait. Hal ini menegaskan bahwa lampu tersebut mengonsumsi energi secara terus menerus selama periode *monitoring*, dengan kenaikan nilai konsumsi listrik yang stabil.

3.4. Evaluasi

Pada bagian ini akan dibahas evaluasi dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem *monitoring* energi listrik rumah tangga berbasis IoT dengan menggunakan platform Pemantauan.com. Evaluasi data pengukuran konsumsi energi listrik dan biayanya pada 15 Juni 2024 menunjukkan bahwa sistem *monitoring* beroperasi dengan konsisten dan stabil. Pengukuran dilakukan secara kontinu dengan interval waktu setiap menit, memastikan data yang dihasilkan dapat diandalkan. Terdapat peningkatan konsumsi energi dari 0.001877 KWH pada pukul 09:42 hingga 0.065282 KWH pada pukul 10:14, mencerminkan penggunaan energi yang berkelanjutan. Biaya dihitung

berdasarkan tarif 1444 Rupiah per KWH, dan hasilnya menunjukkan akurasi perhitungan biaya sesuai dengan konsumsi energi yang tercatat. Semua entri menunjukkan status "Sesuai", yang berarti tidak ada kesalahan dalam pengiriman dan penerimaan data, menandakan sistem *monitoring* berfungsi dengan baik dan andal.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis IoT dengan menggunakan Mikrokontroler ESP8266 dan Sensor ACS712. Sistem ini memungkinkan pemantauan *real-time* dan penghitungan biaya energi listrik berdasarkan KWH. Pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dalam pengukuran beban listrik dan pengiriman data, menegaskan bahwa sistem ini akurat dan andal dalam memberikan informasi mengenai penggunaan energi listrik di rumah. Kesimpulannya, sistem ini efektif dan dapat diandalkan untuk membantu pengguna mengelola dan mengoptimalkan konsumsi energi listrik di rumah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada STT Terpadu Nurul Fikri atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas pemberian Kartu Indonesia Pintar (KIP), yang sangat membantu kelancaran studi. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Kampus Merdeka atas kesempatan dan pengalaman berharga dalam pengembangan diri dan keterampilan. Terakhir, penulis mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada orang tua atas dukungan, doa, dan motivasi yang tak henti. Tanpa dukungan dari semua pihak tersebut, penelitian dan penyusunan jurnal ini tidak akan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)," *Univ. Islam Indones.*, 2020, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/23561>
- [2] E. N. Guna, "Analisis Pemakaian Listrik Pelanggan Menggunakan Sistem Automatic Meter Reading (Amr) Di Pt . Pln (Persero) Ulp Klaten Kota," pp. 143–151, 2021.
- [3] I. Setyo and A. Hadi, "VoteTEKNIKA," *Vocat. Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 10, no. 4, pp. 37–44, 2022.
- [4] R. Arief and W. Aribowo, "Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 1–10, 2023.
- [5] M. Marisa, C. Carudin, and R. Ramdani, "Otomatisasi Sistem Pengendalian dan Pemantauan

- Kadar Nutrisi Air menggunakan Teknologi NodeMCU ESP8266 pada Tanaman Hidroponik,” *J. Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, pp. 127–134, Dec. 2021, doi: 10.54914/jtt.v7i2.430.
- [6] R. Pramudita and N. P. Ardiansyah, “Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Dengan Hmi Berbasis Arduino Uno Sebagai Opc,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 120–127, 2021, doi: 10.33197/jitter.vol7.iss2.2021.545.
- [7] A. L. Alviero and D. Setiawan Nugroho, “Pengaplikasian Sensor Arus ACS712 Sebagai Sistem Proteksi Pada Alat Penghitung Kertas Otomatis Berbasis IoT,” *Metrotech (Journal Mech. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2023, doi: 10.33379/metrotech.v2i1.2067.
- [8] M. Taif, M. Y. Hi. Abbas, and M. Jamil, “Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.33387/protk.v6i1.1009.
- [9] D. A. Saputra, S. Kom, M. Eng, and N. Utami, “Rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–19, 2020.
- [10] H. W. Fahruri, W. Aribowo, M. Widyartono, and A. C. Hermawan, “Monitoring Arus, Tegangan, Suhu pada Prototype Thermoelectric Generator Berbasis IoT,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 137–144, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/36876%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/36876/32821>
- [11] M. F. Nasution, “Rancang Bangun Monitoring Daya Listrik Rumah Tinggal Interface Android,” 2023.
- [12] M. Z. Hasan and E. Junianto, “Sistem Monitoring dan Kontrol Peralatan Listrik Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk,” *eProsiding Tek. Inform. ...*, vol. 4, no. 2, pp. 401–413, 2023, [Online]. Available: <http://eprosiding.ars.ac.id/index.php/pti/article/view/1075>
- [13] A. Arfandi and Y. Supit, “Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno,” *J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 91–99, 2019.
- [14] A. Rakhman Suharso, A. Nugraha, and D. Oktarina Dwi Handayani, “Sistem Monitor Dan Kontrol Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Iot Dan Android,” *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 2, pp. 1–11, 2021, doi: 10.52005/rekayasa.v7i2.51.
- [15] “Apa itu Platform IoT?”, [Online]. Available: https://www.softwareag.com/en_corporate/resources/iot/article/iot-platform.html