

ALAT UKUR WATT METER DIGITAL TAMPILAN IOT DAN AKUISISI EXCEL BERBASIS ARDUINO

Subur Simanullang ¹⁾, Antonius Managam Simamora ²⁾

Fakultas Teknik Universitas Darma Agung, Medan, Indonesia ^{1,2)}

Corresponding Author:

subur.simanullang@gmail.com ¹⁾, antonius2simamora@gmail.com ²⁾

Abstrak

Laju inovasi saat ini sungguh pesat. Baik ilmu pengetahuan maupun teknologi terus berkembang. Misalnya, peralatan sehari-hari juga harus berevolusi mengikuti kemajuan teknologi. Hal ini mendorong minat dalam mengembangkan perangkat lunak yang membantu kebutuhan peralatan sehari-hari. Hasil penelitian ini dikembangkan sebagai alat ukur watt meter yang dapat digunakan pada berbagai perangkat elektronik. Instrumen dapat berfungsi secara efektif sesuai tujuannya berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino dengan tampilan PLX DAQ dan Microsoft Excel untuk pengumpulan data, alat pengukur watt meter dapat dioperasikan. Alat biasa seperti pengisi daya laptop dan setrika digunakan untuk pengujian. Pengujian sistem berhasil, dan dapat menampilkan angka tegangan, frekuensi, dan arus sesuai waktu. Diagram digunakan untuk menampilkan hasil tes.

Kata kunci: Watt Meter, Arduino, PLX DAQ, Microsoft Excel

Abstract

The pace of current innovations is really rapid. Both science and technology are constantly evolving. For instance, everyday equipment must also evolve to keep up with technology advancements. This encourages interest in developing software that helps with everyday equipment requirements. A watt meter measurement tool that can be used on a variety of electronic devices was developed as a result of this research. The instrument can function effectively for its intended purpose based on the outcomes of the tests that were conducted. Using an Arduino microcontroller with a PLX DAQ display and Microsoft Excel for data gathering, the watt meter measuring device may be operated. Commonplace tools like laptop chargers and irons were used for testing. Testing of the system is successful, and it can display voltage, frequency, and current numbers according to time. Diagrams are used to display test results.

Keywords: Watt Meter, Arduino, PLX DAQ, Microsoft Excel

PENDAHULUAN

Saat ini, seiring berjalannya waktu, perkembangan zaman sangat mempengaruhi perkembangan teknologi di segala bidang. Meningkatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini ditandai dengan semakin bermunculannya alat-alat yang menggunakan sistem kendali digital dan otomatis. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini semakin memberikan kemudahan dalam kehidupan manusia. Dimana ilmu pengetahuan dan teknologi banyak diterapkan dengan mesin atau elektronik, sehingga pekerjaan manusia dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus membuang tenaga dan mempersingkat waktu. Sebagai contoh, banyak peralatan rumah tangga yang sudah menggunakan perangkat elektronik sehingga memudahkan pekerjaan manusia terutama dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi merupakan suatu hal yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, mulai dari teknologi mekanik, kelistrikan, dan tentunya teknologi telekomunikasi. Di era globalisasi saat ini, teknologi sangat membantu aktivitas manusia menjadi lebih mudah dan efisien. Perkembangan teknologi di bidang elektronika merupakan salah satu teknologi yang tentunya akan sangat membantu manusia dalam melakukan berbagai hal khususnya dalam pengendalian penggunaan listrik. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul "Alat Pengukur Watt Meter Digital Berbasis Arduino untuk Tampilan IOT dan Akuisisi Excel".

History:

Received : 25 April 2024

Revised : 29 Mei 2024

Accepted : 23 November 2024

Published : 31 Desember 2024

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

Attribution-NonCommercial-No

Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)



Rumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana merancang watt meter tampilan digital IoT
2. Bagaimana sistem akuisisi excel berbasis Arduino?
3. Bagaimana sistem kerja alat dengan menggunakan sensor PZEM-004T?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Buat pengukur watt tampilan IoT
2. Melakukan akuisisi data menggunakan Excel

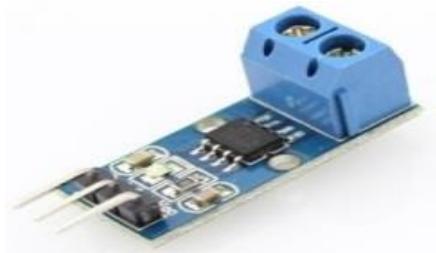
Dalam penelitian ini penulis membuat batasan masalah untuk memberikan batasan pada pembahasan masalah. Batasan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang dihitung adalah Arus, Tegangan dan Frekuensi Listrik
2. Alat yang digunakan sebagai sensor arus adalah sensor tegangan AC ZMPT 101B menggunakan Arduino Uno dan ATMG 328P.
3. Modul yang digunakan sebagai IoT adalah ESP8266
4. Pengambilan data menggunakan Microsoft Excel dan tampilan grafik.

A. Sensor Arus ACS 712

ACS712 merupakan sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC maupun DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arus meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan dalam aplikasi industri, komersial dan komunikasi.

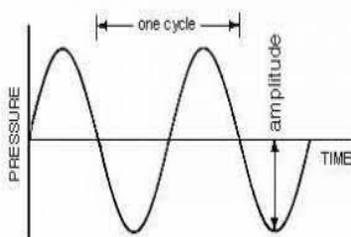
Gambar 1. Sensor Arus ACS712



B. Sensor Tegangan AC

AC (Alternating-Current) artinya arus bolak-balik. Yang dimaksud adalah arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar yang tegangan potensialnya berubah-ubah yaitu + (positif) dan - (negatif) bolak-balik secara terus menerus. Dalam AC dikenal istilah frekuensi yaitu intensitas gelombang listrik yang terjadi pada waktu tertentu, dinyatakan dalam f , satuan : Hertz (Hz). Setiap siklus gelombang (periode) merupakan satu perubahan dari tegangan + (positif) menjadi tegangan - (negatif). Jika satu putaran gelombang ini (satu periode) terjadi dalam satu detik, maka inilah yang disebut 1 Hertz.

Gambar 2. tegangan AC



C. PZEM 004T

PZEM-004T merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi pada kabel pembawa listrik. Sensor ini dapat digunakan pada Arduino, ESP6288, Raspberry Pi atau platform open source lainnya. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan trafo arus berdiameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal

100A [4]. Pada penelitian ini sensor PZEM-004T berfungsi sebagai pengukur arus dan tegangan yang digunakan.

Gambar 3. sensor PZEM-004T



D. Arduino Uno

Arduino UNO Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Untuk menunjang mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer menggunakan kabel USB atau listrik dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk menjalankannya. Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi ini beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.

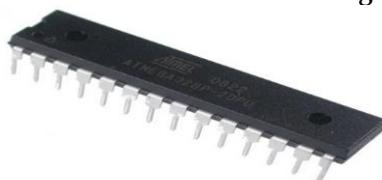
Gambar 4. Arduino Uno



E. ATmega 328P

Berdasarkan arsitektur RISC (Reduksi Instruksi Set Komputer), Atmel memproduksi rangkaian mikrokontroler Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) 8-bit, termasuk AVR (Alf and Vegaard's Risc Processor) ATmega328P. Hampir setiap instruksi perangkat lunak dilakukan dalam satu siklus clock. Melalui koneksi serial yang dikenal sebagai Serial Peripheral Interface (SPI), flash terprogram dalam sistem 8 Kbyte dari ATmega328P memungkinkan memori program diprogram ulang (baca/tulis). Karena sebagian besar instruksi diselesaikan dalam satu siklus clock, mikrokontroler AVR memiliki keunggulan dibandingkan mikrokontroler lainnya. Hal ini dikarenakan mikrokontroler ini mengeksekusi program lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur Komputasi Set Instruksi Kompleks. Dengan throughput sekitar satu juta instruksi per detik (MIPS) per MHz, ATmega328P menurunkan konsumsi daya sekaligus meningkatkan kecepatan eksekusi perintah.

Gambar 5. Mikrokontroler ATmega328P



F. Pengukuran Daya

Salah satu teknik untuk mengetahui seberapa besar daya atau energi listrik yang terpakai pada suatu rangkaian kelistrikan suatu perangkat elektronik adalah pengukuran daya. Ada dua jenis pengukuran daya: pengukuran daya pada rangkaian dengan arus searah (DC) dan pengukuran daya pada rangkaian dengan arus bolak-balik (AC). Pemasangan voltmeter secara paralel dan emmeter secara seri merupakan salah satu cara mengukur daya dengan pendekatan volt-ammeter.

Kekuasaan dapat diukur dengan dua cara, khususnya:

1. Cara mengukur daya secara tidak langsung. Dilihat dari letak kedua alat ukur—voltmeter dan ammeter—ada dua jenis pengukuran daya yang menggunakan pendekatan pengukuran tidak langsung. Ammeter diletakkan terlebih dahulu, baru kemudian voltmeter.
2. Menggunakan voltmeter adalah metode pengukuran daya langsung untuk mengukur daya listrik secara langsung. Namun sekarang kita akan membahas tentang cara memanfaatkan wattmeter. Wattmeter, gabungan dari voltmeter dan ammeter, adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya listrik dengan pembacaan dalam watt.

G. ESP 8266

Berdasarkan chip ESP8266, ESP8266 merupakan papan listrik yang dapat melakukan tugas mikrokontroler dan membuat koneksi jaringan nirkabel. Ini dapat dibangun menjadi aplikasi pemantauan dan pengendalian untuk proyek Internet of Things karena memiliki banyak pin I/O. Arduino IDE dan compiler Arduino dapat digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP8266. Bentuk fisik NodeMCU ESP 8266 dilengkapi port USB (micro USB) untuk memudahkan pemrograman. Modul turunan pengembangan dari modul platform Internet of Things (IoT) seri ESP8266 tipe ESP-12 adalah NodeMCU ESP8266. Modul ini berfungsi mirip dengan platform modul Arduino, kecuali modul ini dirancang khusus untuk "Terhubung ke Internet".

Gambar 6. ESP8266



H. LCD 20x4

Perangkat yang disebut LCD (Liquid Crystal Display) menggunakan kristal cair sebagai objek tampilan utama untuk berfungsi sebagai media tampilan. Tentu saja, LCD banyak digunakan untuk banyak aplikasi lain, termasuk layar komputer, kalkulator, dan media elektronik di televisi.

Gambar 7. LCD Character Display 20x4 dengan modul 12C



I. Jumper

Dalam bidang elektronika, kabel jumper merupakan kabel berdiameter kecil yang digunakan untuk menghubungkan dua titik atau lebih serta dua komponen elektronik.

Berdasarkan konektor kabelnya, ada beberapa jenis kabel jumper, misalnya:

- a. Male-Male: digunakan untuk sambungan male-to-male di kedua ujung kabel

Gambar 8. Jumper Male-Male



- b. Male–female: digunakan untuk koneksi male to female dengan salah satu ujung kabel dikoneksi male dan satu ujungnya lagi dengan koneksi female.

Gambar 9. Jumper Male-Female



- c. Female–female: digunakan untuk koneksi female to female pada kedua ujung kabelnya

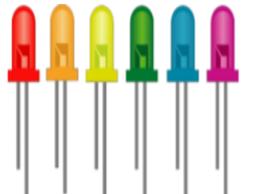
Gambar 10. Jumper Female-Female



J. LED

Ketika tegangan maju diberikan, komponen listrik yang dikenal sebagai dioda pemancar cahaya, atau disingkat LED, dapat menghasilkan cahaya monokromatik. Keluarga dioda LED terdiri dari bahan berbasis semikonduktor. Jenis bahan semikonduktor yang digunakan menentukan warna cahaya yang dipancarkan LED.

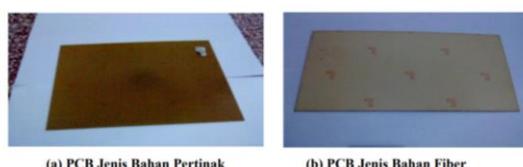
Gambar 11. LED



K. PCB

Papan berlapis tembaga yang disebut papan sirkuit cetak, atau PCB, digunakan untuk membangun jalur sirkuit elektronik. Dari segi bahan yang digunakan untuk membuat PCB, ada berbagai macam PCB. PCB tersedia dalam dua jenis: lapisan tunggal dan lapisan ganda. PCB satu lapis hanya mengandung satu lapisan tembaga, sedangkan PCB dua lapis memiliki dua lapisan tembaga. PCB satu lapis yang digunakan seringkali terdiri dari bahan pertinac. Ketebalan tembaga rata-rata pada PCB yang dibuat dengan bahan timah jenis ini adalah antara 0,035 dan 0,06 mm. Sementara itu, bahan serat dengan ketebalan tembaga lebih dari 0,06 mm digunakan untuk membuat berbagai jenis PCB. Proses pelarutan PCB dan kualitas jalur sirkuit dipengaruhi oleh ketebalan tembaga ini.

Gambar 12. PCB



(a) PCB Jenis Bahan Pertinac

(b) PCB Jenis Bahan Fiber

L. Pemrograman Arduino

Pemrograman Arduino Perangkat lunak Arduino IDE yang dapat diakses secara gratis dan open source di situs resmi Arduino serta kompatibel dengan sejumlah platform sistem operasi komputer antara lain Mac, Windows, dan Linux, dapat digunakan untuk memprogram Arduino Uno. AT-Mega 328 Arduino Uno hadir dengan bootloader yang memungkinkan kita menggunakan program perangkat keras eksternal tanpa harus mengunggah kode baru ke AT-Mega 328.

Gambar 13. Software Arduino IDE



M. Bahasa C

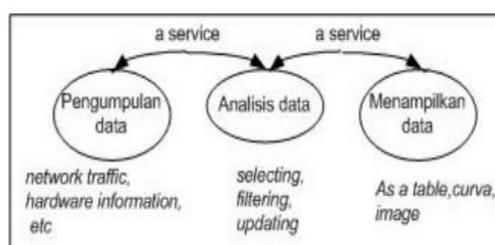
Berbagai program aplikasi dapat dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman komputer C. aplikasi untuk pengolah gambar, compiler, perangkat lunak antivirus, dan sistem operasi seperti Windows atau Linux. Karena C paling cocok untuk merancang berbagai aplikasi yang berhubungan langsung dengan sistem perangkat keras dan sistem operasi lain, C sering digunakan untuk membuat bahasa pemrograman lain, seperti PHP, yang terkait erat dengan tujuan pemrograman asli Ritchie. Bahasa pemrograman B lebih banyak digunakan pada awalnya, namun akhirnya memiliki sejumlah kelemahan sebelum pemrograman C menggantikannya. Setelah itu, sistem operasi UNIX mengalami revisi dan menjadi landasan bagi sistem operasi kontemporer lainnya, seperti Linux, iOS, dan Android.

N. Monitoring Web

Pemantauan adalah alat untuk mengawasi kinerja berkelanjutan server. Memahami bagaimana sumber daya sistem digunakan dapat dibantu dengan pemantauan server. Data real-time biasanya dikumpulkan. Secara umum, tahapan sistem pemantauan dipisahkan menjadi tiga proses utama, seperti yang ditunjukkan pada gambar:

- Prosedur pengumpulan data pemantauan
- Proses analisis data pemantauan
- Tata cara penyajian data hasil pemantauan

Gambar 14. Proses dalam sistem monitoring



O. Energi Watt

Daya diukur dalam satuan SI yang disebut watt (simbol: W). Satu watt sama dengan satu joule dibagi satu detik (1 J/s), atau satu volt ampere (1 V·A) dalam istilah listrik. Ini adalah nilai joule per detik (atau "laju") di mana energi diubah, dikonsumsi, atau habis.

$$1W = \frac{1J}{s} = \frac{1N \cdot m}{s} = \frac{1kg \cdot m^2}{s^3} = 1VA$$

Namun, bila diterapkan pada perangkat yang menyerap seluruh energi, seperti lampu pijar atau kumparan pemanas listrik, nilai V-A hanya setara dengan watt. Peringkat watt sebenarnya dari sumber daya PC hanya 60% hingga 70% dari peringkat V-A.

P. Hertz Frequent (Frekuensi Arus)

Diukur dalam Hertz, frekuensi adalah besaran listrik yang berupa gelombang sinusoidal tegangan atau arus listrik dalam satu detik. Salah satu metrik yang digunakan untuk menilai kualitas tenaga listrik adalah frekuensi. Dalam keadaan tertentu, frekuensi menampilkan keseimbangan langsung antara beban (permintaan) dan pembangkitan.

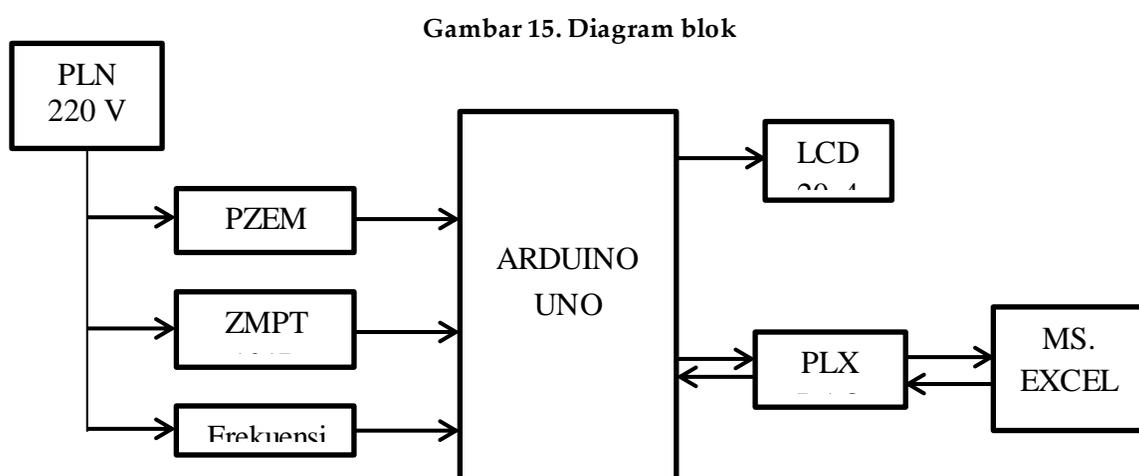
PERANCANGAN DAN REALISASI

A. Perancangan Hardware

Perancangan perangkat keras merupakan tahap awal dari penelitian ini, yang meliputi seluruh prosedur pembuatan perangkat keras untuk mengubah konsep yang dibuat menjadi suatu sistem yang fungsional.

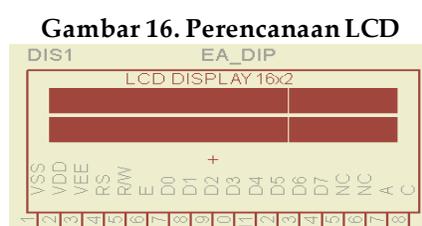
B. Diagram blok

Peralatan listrik yang digunakan pada penelitian ini meliputi sejumlah perangkat input dan output. Diagram blok di bawah menunjukkan beberapa di antaranya.



C. Perencanaan LCD

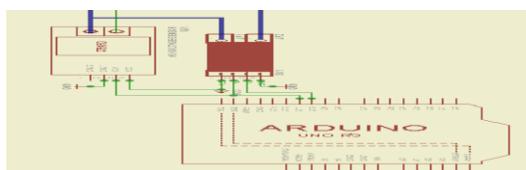
Pengoperasian LCD sering kali diberi nilai logika rendah "0" dalam penelitian ini. Bus data bisa 4-bit atau 8-bit. DB4 hingga DB7 digunakan jika rute datanya 4-bit. Singkatan dari desibel adalah DB.



D. Perencanaan Sensor Tegangan dan Arus

Perencanaan sensor tegangan dan arus pada penelitian ini mencoba untuk mengkaji sistem yang menghubungkan Arduino dengan sensor. Kabel fasa dan api PLN dihubungkan langsung dengan port sensor tegangan dan arus yang dipasang menggunakan sistem rangkaian seri, sehingga pengukuran sensor tegangan menggunakan sistem paralel.

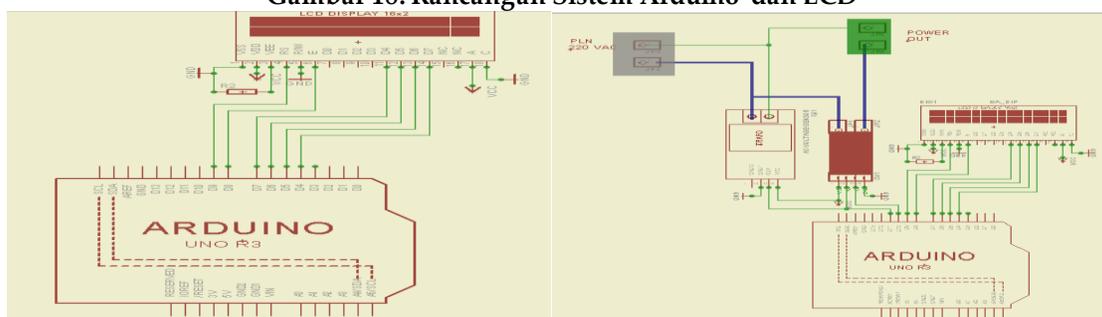
Gambar 17. Perencanaan Sensor Tegangan dan Arus



E. Rancangan Sistem Arduino dan LCD

Data dapat ditampilkan sebagai karakter, huruf, atau gambar pada Arduino atau LCD. Dengan memberikan cahaya pada kristal cair dan filter berwarna dengan struktur molekul polar yang ditempatkan di antara dua elektroda transparan, teknologi LCD menghasilkan gambar pada permukaan datar. Cahaya tidak langsung dipancarkan oleh kristal cair. Dengan menciptakan konfigurasi kristal yang mempolarisasi cahaya yang melewatinya, molekul mengubah posisinya dalam medan listrik ketika diterapkan.

Gambar 18. Rancangan Sistem Arduino dan LCD

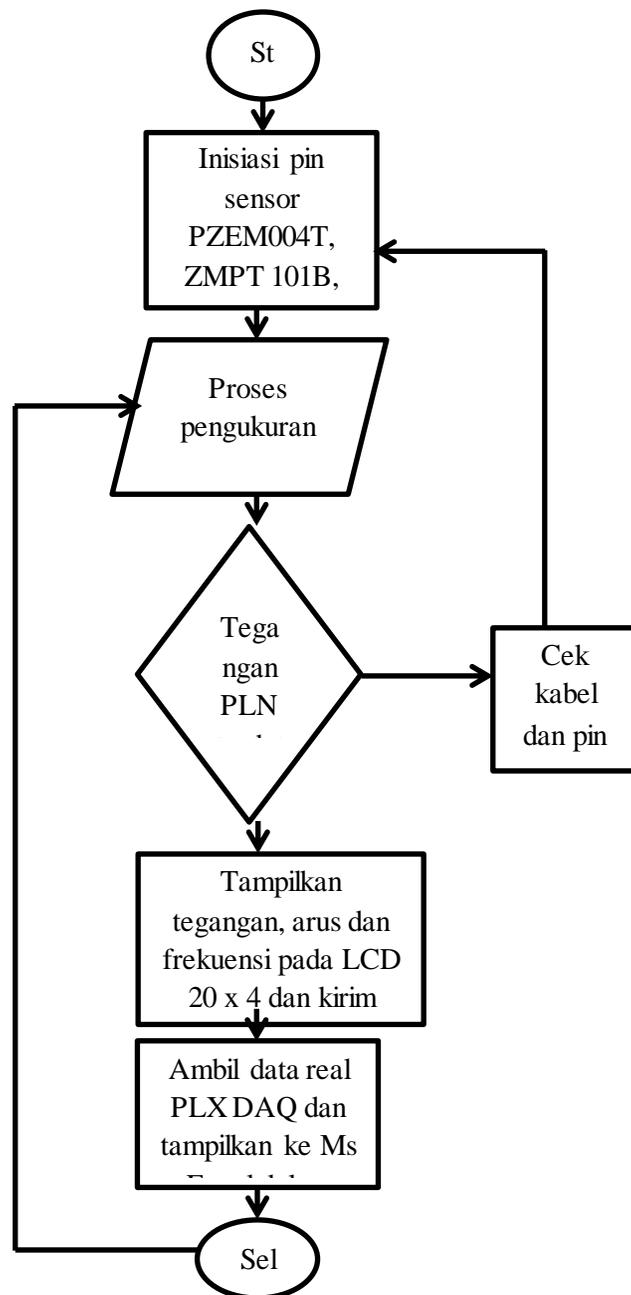


F. Perencanaan Software

Perencanaan perangkat lunak, yang mencakup isu-isu yang berkaitan dengan perangkat lunak sistem, merupakan tahap kedua dari studi ini.

G. Flowchart

Gambar 19. Flowchart



H. Program

Prosesor Atmel AVR mendukung perangkat keras, dan perangkat lunak memiliki bahasa pemrogramannya sendiri. Pada penelitian ini bahasa pemrograman Arduino adalah C yang dibuat lebih sederhana dengan bantuan pustaka Arduino, dibandingkan dengan bahasa assembler yang merupakan bahasa yang lebih kompleks. Arduino adalah pengontrol mikro papan tunggal sumber terbuka yang diadaptasi dari platform pengkabelan.

Gambar 20. Pemrograman pada Arduino



I. Perancangan dan Pembuatan PCB

PCB adalah singkatan dari papan sirkuit tercetak, yang sering diterjemahkan sebagai papan sirkuit tercetak atau papan sirkuit tercetak dalam bahasa Indonesia. Papan sirkuit tercetak, atau PCB, adalah papan yang menghubungkan komponen listrik menggunakan lapisan garis konduktor, sesuai dengan namanya.

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

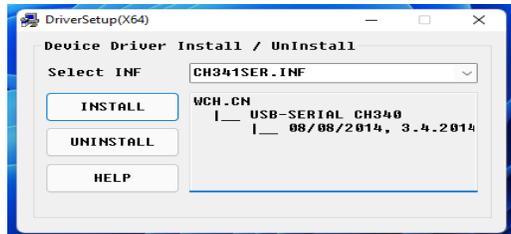
A. Pengantar

Pengujian sistem dilakukan untuk memeriksa apakah alat yang dibangun dapat berfungsi dengan baik ketika dilakukan penambahan listrik. Sistem dapat diaktifkan menggunakan PLX DAQ, yang memungkinkan Arduino Uno R3 mengirimkan data dengan segera dan menampilkannya di Microsoft Excel sehingga Anda dapat melihat hasilnya.

B. Install Driver Arduino

Pastikan driver Arduino sudah terinstal sebelum melanjutkan pengujian alat. Instalasi Arduino telah selesai, seperti yang Anda lihat di bawah.

Gambar 21. Install Driver Arduino



C. Pengujian LCD Display

Pengujian layar LCD melibatkan menjalankan program di Arduino, dan output dari program ini ditampilkan pada gambar berikut:

Gambar 22. Hasil uji LCD Display



D. Pengujian Sensor Tegangan

Setelah LCD display memperlihatkan tampilannya, lalu dilakukan pengujian pada alat dengan menggunakan program seperti berikut:

- float voltage = pzem.voltage();
- Serial.print (voltage);

Setelah itu dapat dilakukan pengujian program, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- nyalakan multimeter
- arahkan modul pengukuran ke tegangan Ac meter
- arahkan kabel penghubung ke tegangan yang akan di ukur

Gambar 23. Pengujian Sensor Tegangan



E. Pengujian Pengukuran Frekuensi

Selanjutnya dilakukan pengujian pengukuran frekuensi dengan langkah seperti berikut:

- Nyalakan multimeter.
- Arahkan modul pengukuran ke frekuensi meter.
- Arahkan kabel penghubung ke frekuensi n yang akan di ukur

Gambar 24. Pengujian Pengukuran Frekuensi



F. Hasil dan Pengukuran

Awalnya, alat-alat yang sudah diproduksi disiapkan. Instrumen terlihat seperti ini sebelum dinyalakan dan indikator yang ingin Anda ukur sudah terpasang.

Gambar 25. Alat ukur



Selanjutnya pasangkan alat pengukur pada sumber listrik. Layar LCD menunjukkan bahwa alat beroperasi dan memberikan rincian tentang tegangan dan arus yang telah dikirim dan diterima.

Gambar 26. Alat ukur setelah dihubungkan ke listrik



Selanjutnya hubungkan indikator dengan alat ukur. Pada percobaan ini digunakan 2 buah indikator diantaranya yaitu setrika dan charger laptop.

G. Indikator Setrika

Gambar 27. Alat ukur dihubungkan dengan setrika



H. Charger laptop

Gambar 28. Alat ukur dihubungkan dengan charger laptop



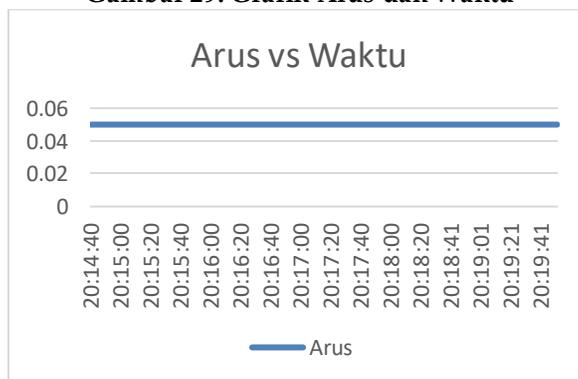
Dari percobaan tersebut dikumpulkan 500 data untuk indikator charger laptop sebagai berikut:

Tabel 1. Data pengukuran dengan charger laptop

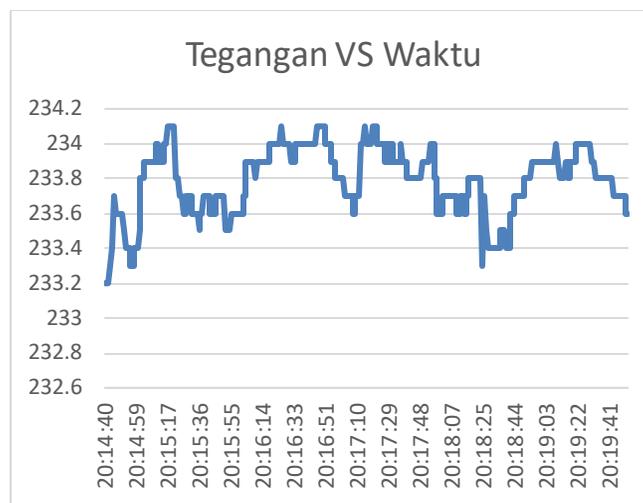
Computer Time	Time (Milli Sec)	Tegangan(V)	Arus (A)	Power	Frequensi (Hz)
20:14:40	40.00	233.2	0.05	0.05	50.1
20:14:40	683.00	233.2	0.05	0.05	50.1
20:14:41	1309.00	233.2	0.05	0.05	50.1
20:14:42	1935.00	233.2	0.05	0.05	50.1
20:14:42	2562.00	233.3	0.05	0.05	50.1
20:14:43	3187.00	233.3	0.05	0.05	50.1
20:14:44	3814.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:44	4440.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:45	5066.00	233.7	0.05	0.05	50.1
20:14:45	5692.00	233.7	0.05	0.05	50
20:14:46	6319.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:47	6944.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:47	7571.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:48	8197.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:49	8822.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:49	9458.00	233.6	0.05	0.05	50
20:14:50	10085.00	233.6	0.05	0.05	50.1
20:14:51	10711.00	233.6	0.05	0.05	50
20:14:51	11347.00	233.5	0.05	0.05	50.1
20:14:52	11973.00	233.5	0.05	0.05	50
20:14:52	12600.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:53	13225.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:54	13851.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:54	14478.00	233.4	0.05	0.05	50.1
20:14:55	15104.00	233.3	0.05	0.05	50
20:14:56	15730.00	233.3	0.05	0.05	50
20:14:56	16356.00	233.3	0.05	0.05	50
20:14:57	16983.00	233.3	0.05	0.05	50
20:14:57	17608.00	233.4	0.05	0.05	50

Berdasarkan pada tabel 1. didapatkan nilai statistik antara arus, tegangan dan frekuensi terhadap waktu yang disajikan dengan grafik di bawah ini.

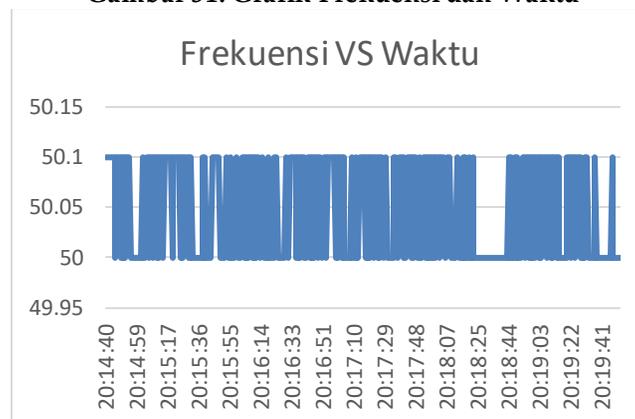
Gambar 29. Grafik Arus dan Waktu



Gambar 30. Grafik Tegangan dan Waktu



Gambar 31. Grafik Frekuensi dan Waktu



SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan perancangan dan penelitian ini, dapat diperoleh temuan sebagai berikut:

1. Alat pengukur watt meter digital dapat dibuat dan diproduksi dengan menggunakan Arduino Uno dan PLX DAQ.
2. Watt meter digital yang dikembangkan memudahkan pengukuran dan identifikasi tegangan, frekuensi, dan arus pada perangkat listrik.

B. Saran

Meskipun desain alat penelitian ini efektif, namun terdapat kekurangan yang memerlukan penilaian lebih lanjut untuk memandu penelitian di masa depan. Berikut saran penulis untuk pengembangan kedepannya:

1. Sistem sebaiknya berbasis mobile agar lebih nyaman dalam penggunaan dan transportasi.
2. Untuk lebih mengurangi kemungkinan kontak dengan tegangan listrik yang lebih berbahaya, pilihlah alat yang lebih mudah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrath, Stif. 2019. *Perancangan Smart 3 Phase Power Meter Berbasis Arduino*. Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara. Diakses dari repositori.usu.ac.id.
- Ardiansyah, Agus. 2020. *Monitoring Daya Listrik Berbasis IOT (Internet Of Things)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
- Fachri, M. R., Sara, I. D., Away, Yuwaldi. 2015. *Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time*. Jurnal Rekayasa Elektrika. Vol. 11, No. 4.
- Putri, H.Y.A., Tusi, Ahmad., Lanya, Budiarto. 2014. *Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Iklim Mikro Dalam Greenhouse Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol. 4, No. 1:57-64.

- Santoso, H.B., Prajogo, S., Mursid, S.P. 2018. *Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IOT)*. ELKOMIKA <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.357>. Vol. 6, No. 3.
- Santoso, K. A., Prasetya, D. A. 2020. *Rancang Bangun KWH Meter Digital Berbasis IOT*. Simposium Nasional RAPI XIX Tahun 2020 FT UMS.
- Yulian, Eki. Sasmoko, Priyo. 2015. *Wattmeter Digital Dengan Mikrokontroler dan Arduino Uno 2*. Gema Teknologi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Vol. 18, No. 3.