

Perancangan Alat Pendeteksi KWH Meter Berbasis Arduino Uno R3 dan ESP8266

Elly Mufida¹, Mochammad Iqbal Adriansyah², Nur Muhammad Ihsan³, Rian Septian Anwar⁴

^{1,2,3,4}Universitas Bina Sarana Informatika

¹elly.elm@bsi.ac.id, ²iqbaladriansah92@gmail.com, ³ihsannurm@gmail.com, ⁴rian.ptn@bsi.ac.id

Abstrak - Besar pemakaian energi listrik oleh setiap konsumen dapat diukur menggunakan suatu alat pengukur energi listrik yaitu KWH Meter, seperti yang digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Setiap pelanggan listrik PLN akan membayar biaya listrik sesuai dengan nilai pada KWH Meter. Pelanggan listrik hanya mengetahui besarnya biaya yang harus dibayarkan dan belum dapat mendeteksi atau mengontrol pemakaian daya listrik untuk setiap harinya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pendeteksi pemakaian energi listrik atau KWH Meter yang dapat menampilkan daya listrik pada suatu saat tertentu dalam bentuk angka digit. Alat pendeteksi KWH Meter ini dibangun menggunakan sensor PZEM-004T dan Split-CT yang digunakan sebagai sensor tegangan dan arus, sistem mikrokontroler Arduino Uno R3 yang berfungsi untuk memproses dan mengolah data yang telah didapatkan oleh sensor, serta LCD dan modul ESP8266 yang akan mengirimkan hasil pengukuran kepada user, dan akan ditampilkan pada aplikasi berbasis web. Buzzer akan menyala ketika daya listrik yang digunakan melewati batas yang telah ditentukan untuk memberikan peringatan pada user. Alat ini dapat digunakan oleh user untuk memberikan informasi penggunaan listrik pada suatu tempat. User dapat mensett nilai penggunaan listrik maksimal. Jika penggunaan energi listrik melebihi batas maksimal, maka buzzer akan memberikan peringatan, sehingga user dapat mengendalikan penggunaan listrik sesuai dengan yang diinginkannya.

Kata Kunci: Pendeteksi KWH Meter. Arduino Uno. Internet of Think.

PENDAHULUAN

Listrik adalah salah satu kebutuhan primer manusia pada era kemajuan teknologi dan komunikasi. Hampir semua aspek kehidupan manusia menggunakan perangkat yang digerakkan dengan listrik. Dengan semakin berkurangnya sumber daya alam pembangkit listrik, maka manusia diharapkan dapat melakukan penghematan terhadap penggunaan listrik. Penggunaan listrik dapat diukur dengan menggunakan KWH Meter. KWH Meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik yang bekerja menggunakan metode induksi medan magnet, dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut Watt-meter/Kwatt meter disusun sedemikian rupa, sehingga kumparan tegangan dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan WH (*Watt Hour*) ataupun dalam KWH (*Kilo-Watt Hour*) (Bini et al., 2018). Saat ini di Indonesia menggunakan umumnya menggunakan dua jenis KWH meter yaitu pasca bayar (analog mekanik dan analog elektronik) dan sistem Prabayar (token meter). KWH meter merupakan salah satu alat ukur listrik yang terpenting dan mendapat pemakaian yang terluas pada suatu sistem kerja tenaga listrik, karena KWH meter digunakan sebagai alat ukur dalam transaksi daya listrik. Sebelum dipakai, KWH meter harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan

oleh pihak PT. PLN dalam hal ini sebagai penjual energi listrik (Darma et al., 2019). Pada beberapa penggunaan listrik misalnya pada perumahan, dibutuhkan informasi mengenai besarnya daya listrik yang digunakan pada suatu saat tertentu untuk mengetahui tingkat pemakaian daya listrik. Pemantauan terhadap pemakaian energi listrik diperlukan untuk mengurangi penggunaan energi listrik yang berlebihan dan tidak bermanfaat (Noviandi et al., 2020).

Alat-alat listrik yang digunakan oleh pengguna listrik sangat beragam, dalam dunia kelistrikan alat-alat tersebut dikelompokkan menjadi tiga kategori beban, yakni beban resistif, induktif dan kapasitif. Pengaruh ketiga kategori beban, membentuk daya listrik semu, daya listrik aktif dan daya reaktif. Daya listrik aktif yang digunakan selama waktu tertentu membentuk energi listrik dalam satuan kWh, sedang daya listrik reaktif yang digunakan selama waktu tertentu dalam satuan kVAh. KWH meter dan kVAh meter digunakan untuk mengukur energi listrik yang digunakan. Pada pengukuran energi listrik yang cukup besar digunakan metode pengukuran tidak langsung dengan menggunakan trafo arus atau trafo tegangan agar nilai arus atau tegangan yang diukur dapat memenuhi kemampuan alat ukur (Asmono, 2014).

Daya Listrik (*Electrical Power*) adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti

Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik (Saifuddin et al., 2018). Ada dua jenis KWH meter yang dipasang PT PLN untuk mengukur konsumsi listrik pelanggannya, yaitu KWH meter pascabayar dan meter prabayar. Ada asumsi pelanggan bahwa menggunakan meter prabayar akan membuat tagihan listrik meningkat. Karena ada dugaan pelanggan bahwa pada meter prabayar mempunyai pengukuran yang salah. Studi komparasi terhadap KWH meter pascabayar dan KWH meter prabayar pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui akurasi pengukuran dari KWH meter pascabayar dan KWH meter prabayar. Sampel penelitian didasarkan pada golongan tarif listrik yang bervariasi yaitu listrik rumah tangga, industri, UMKM dan perkantoran. Dari hasil komparasi tersebut diperoleh hasil analisa yaitu, untuk KWH meter pascabayar analog dan digital mempunyai rata-rata kesalahan akurasi sebesar 3,252 % dan 4,176 %, sedangkan KWH prabayar mempunyai rata-rata kesalahan akurasi sebesar 1,186 %. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa KWH meter prabayar mempunyai tingkat ketelitian yang lebih tinggi daripada KWH meter pascabayar (Gunawan et al., 2018).

Jumrianto dan Prasetyo (2016) telah membuat prototipe Kwh-Meter Digital sebagai penghitung energi listrik yang dihubungkan dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) dari Microcontroller ATmega 32. Program yang dibuat dapat mendeteksi besarnya energi yang digunakan oleh beban. Ditampilkan pada LCD (Liquid Crystal Display) berupa jumlah energi sesuai dengan perubahan waktu. Pencuplikan data-data dilakukan dengan prinsip *Sample and Hold*, adalah suatu proses pencuplikan gelombang dengan selang waktu tertentu (tn). Data-data yang telah dicuplik diolah dengan Program Bascom AVR. Namun hasil pengukuran hanya ditampilkan pada LCD (Jumrianto & Prasetyo, 2016).

KWh-Meter analog bekerja menggunakan metode induksi medan magnet. Dari penggunaan KWh-Meter analog ada sebagian lapisan masyarakat yang mempertanyakan kesesuaian antara tampilan jumlah KWH pada KWh-Meter dengan besarnya energi yang dikonsumsi oleh beban pada rumah tangga. Berdasarkan pemikiran tersebut penulis terinspirasi untuk membuat prototipe berbasis mikrokontroler 328P untuk mendapatkan perbandingan keakuratan nilai KWH pada KWh-Meter. dimana penulis menggunakan kamera untuk menangkap citra angka pada tampilan KWh-Meter. kemudian proses perbandingan akan dilakukan secara

visual dengan bantuan sensor arus dan tegangan untuk menghitung energi yang digunakan. Selanjutnya hasil perbandingan penggunaan energy akan ditampilkan pada LCD. Diharapkan dengan hasil penelitian ini dapat membandingkan nilai KWH pada KWh-Meter dengan hasil perhitungan KWH yang didapat dari penelitian (Permatasari et al., 2019).

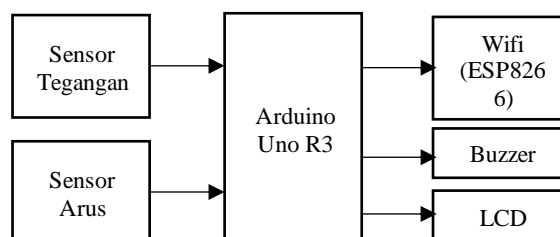
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis adalah perancangan hardware dan software. Pada perancangan hardware, penulis membuat prototipe alat dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Sedangkan pada perancangan software, penulis menggunakan *flowchart* sebagai logika program untuk membuat user interface berbasis web.

HASIL DAN PEMBAHASAN

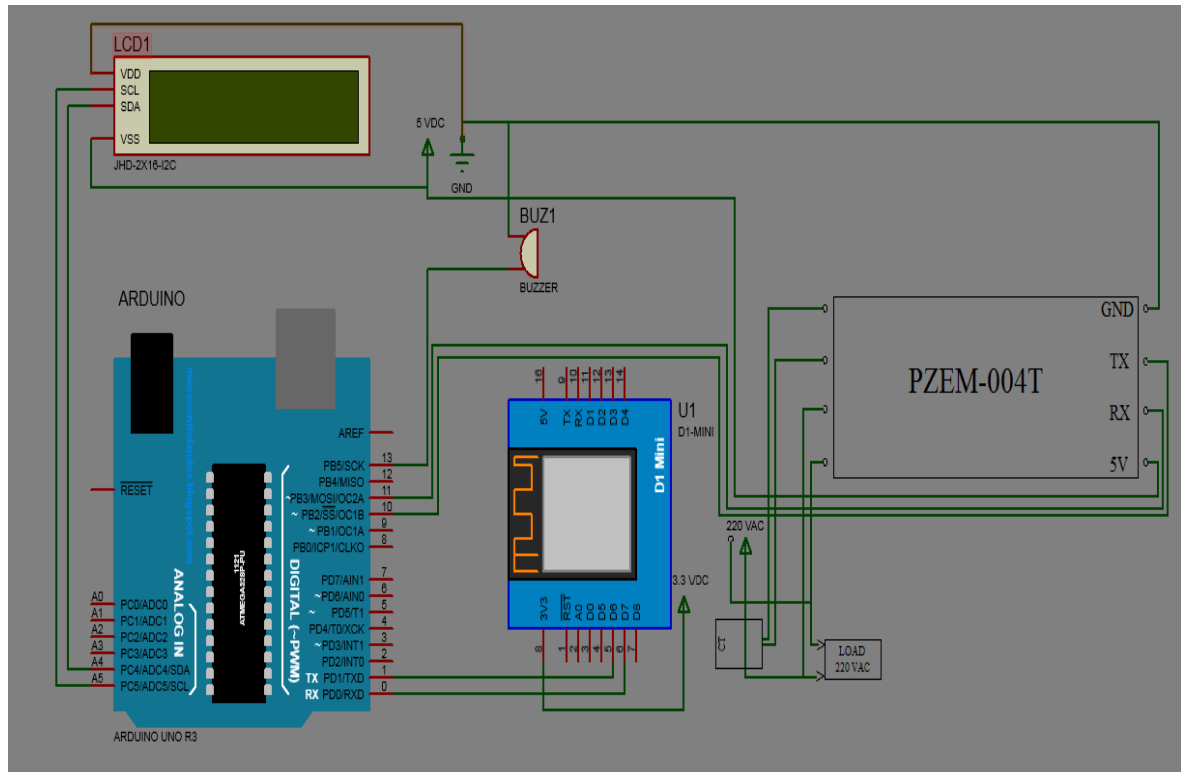
Gambar 1 adalah blok diagram dari rancangan alat. Arduino Uno merupakan blok proses, sensor tegangan dan sensor arus merupakan blok input, sedangkan Wifi ESP8266, Buzzer dan LCD merupakan blok output. Rangkaian komponen input terdiri dari modul sensor PZEM-004T sebagai modul utama dari sensor tegangan dan arus AC serta Split – CT sebagai sensor untuk pembacaan arus AC. Selain komponen input juga terdapat komponen output yang terdiri dari Buzzer dan LCD, serta rangkaian elektronika lain sebagai pendukung sistem.

Gambar 2 menunjukkan rangkaian dari alat yang dibuat. Tegangan utama yang digunakan pada rangkaian ini sebesar 12 VDC yang diperoleh dari power supply atau adaptor. Untuk modul sensor PZEM-004T, LCD 16x2 dan Buzzer membutuhkan tegangan 5 VDC serta Wifi ESP 8266 membutuhkan tegangan 3.3 VDC yang disupply langsung dari Arduino Uno R3. Semua proses akan dilakukan oleh Arduino Uno R3 dan semua hasil proses akan dikirim ke rangkaian output.



Sumber: Dokumen pribadi penulis

Gambar 1. Blok Diagram Alat



Sumber: Dokumen pribadi penulis

Gambar 2. Skema Rangkaian Alat

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A (Anwar et al., 2019). Gambar 3 adalah Modul Sensor PZEM-004T, yang biasa digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya dan energi aktif, modul tanpa fungsi tampilan, data dibaca melalui interface TTL. Interface TTL dari modul ini adalah interface pasif, membutuhkan catu daya eksternal 5V, yang berarti ketika berkomunikasi, keempat port harus terhubung (5V, RX, TX, GND) jika tidak ia tidak dapat berkomunikasi dengan perangkat lain. PZEM-004T-10A memiliki rentang pengukuran 10A (Built-in Shunt), sedangkan PZEM-004T-100A memiliki rentang pengukuran 100A (External Transformer).



Sumber: https://primalcortex.files.wordpress.com/2019/07/selection_019.png

Gambar 3. Sensor PZEM-004T

ESP8266 adalah modul wifi yang dapat digunakan sebagai perangkat tambahan pada sistem mikrokontroler agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (System on Chip), sehingga kita bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya, ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien sekaligus. ESP8266 memiliki kemampuan on-board proseding dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat.

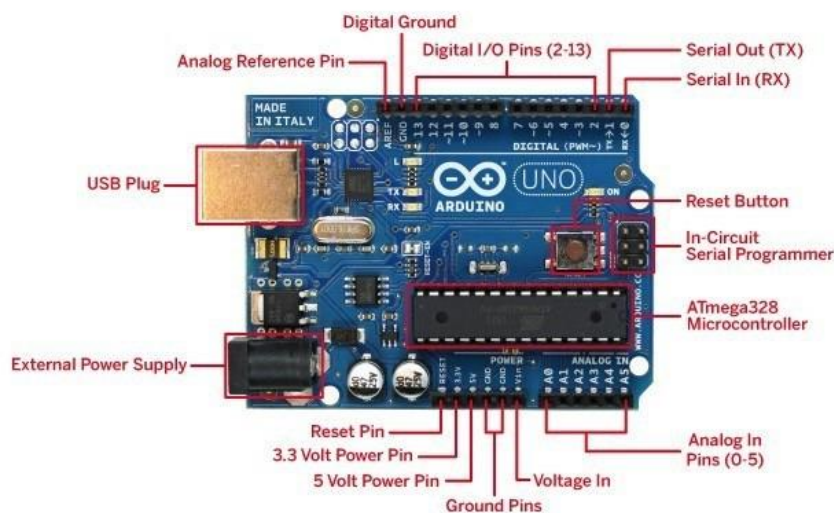
Arduino Uno adalah papan elektronika yang mengandung mikrokontroler Aatmega 328p, yang memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog dan

bersifat *open source*. Ada tiga komponen utama dari Arduino Uno yaitu prosesor CPU, memory dan input/output (I/O). Program yang sudah dibuat akan di *upload* dan disimpan di *Read Only Memory* (ROM), kemudian di proses oleh *Central Processing Unit* (CPU) di dalam Arduino Uno, setelah itu akan menghasilkan output. Arduino Uno digunakan untuk mengatur dan memberi perintah kepada seluruh jalannya proses. Agar mikrokontroler dapat bekerja dan dapat digunakan, cukup hanya dengan menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan tegangan listrik AC ke adaptor DC. Gambar 4 menunjukkan skema dari board arduino uno (Mufida et al., 2020). Bagian-bagian yang terdapat pada board Arduino Uno adalah:

- Pin input/output digital (diberi Label „0 sampai 13“). Secara umum pin I/O ini adalah pin digital, yakni pin yang bekerja pada level tegangan digital (0V sampai 5V) baik untuk input atau output. Pada beberapa pin output analog, dapat mengeluarkan tegangan analog 0V sampai 5V, pin tersebut adalah pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, selain itu untuk pin 0 dan 1 juga memiliki fungsi khusus sebagai pin komunikasi serial.
- Pin input analog (diberi Label A0 sampai A5). Pin tersebut dapat menerima input tegangan

analog antara 0V sampai 5V, tegangan ini akan direpresentasikan sebagai bilangan 0-1023 dalam program.

- Pin untuk sumber tegangan. Kelompok pin ini merupakan kumpulan pin yang berhubungan dengan sumber tenaga, misalnya output 5volt, Output 3.3 volt, GND (2 pin) dan Vref (tegangan referensi untuk pembacaan ADC internal)
- IC ATmega328 Seperti yang bertindak sebagai pusat kendali pemrosesan data.
- IC ATmega16U IC ini deprogram untuk menangani komunikasi data dengan PC melalui *port* USB.
- *Jack* USB Merupakan soket USB tipe B sebagai penghubung data serial dengan PC.
- *Jack Power*, merupakan Soket untuk catu daya eksternal antara 9V samai 12V DC.
- Port ICSP (*In-Circuit Serial Programming*), yang digunakan untuk memprogram arduino tanpa *bootloader*.
- Tombol Reset Digunakan untuk mereset papan mikrokontroler arduino untuk memulai program dari awal.



Sumber: Dokumen pribadi penulis

Gambar 4. Skema Arduino Uno

Arduino Uno akan mengkonversikan besaran arus dan tegangan dari input sensor tegangan PZEM-004T dan sensor arus CT (Current Transformer) kedalam besaran tegangan dan arus yang sesuai. Kemudian Arduino Uno akan menampilkan hasil konversi tersebut melalui LCD dan mengirimkan kepada user melalui modul wifi ESP 8266. Buzzer berfungsi sebagai indikator apakah nilai tegangan atau arus melebihi dari nilai yang diinginkan. Pada rangkaian ini power supply atau adaptor berfungsi sebagai sumber tegangan utama untuk Arduino Uno R3.

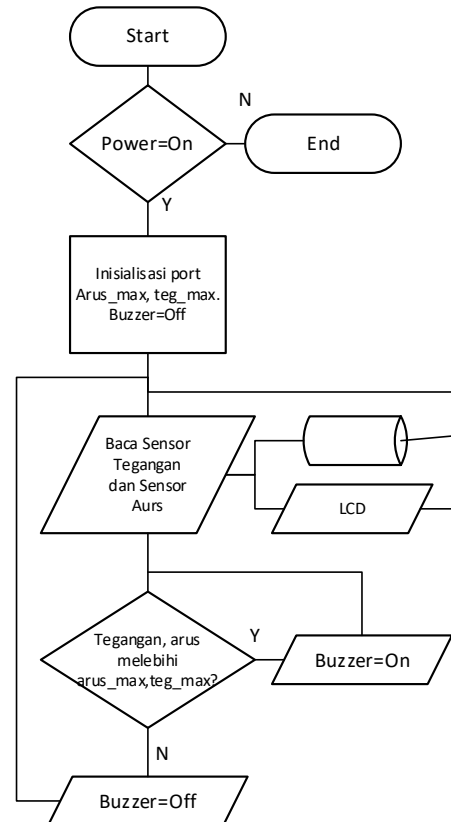
Tegangan yang digunakan sebesar 12 VDC. Setelah Arduino Uno R3 dihubungkan dengan power supply, Arduino akan aktif yang ditandai dengan menyalnya LED. Arduino juga menyediakan tegangan sebesar 5 VDC dan 3.3 VDC untuk mensupply modul atau rangkaian lain. Setelah semua komponen elektronik mendapat tegangan dari Arduino, selanjutnya Arduino akan menginisialisasi sensor PZEM-004T dan Split-CT, dimana sensor ini digunakan untuk membaca tegangan dan arus yang melewati komponen tersebut.

Setelah sensor PZEM-004T dan Split-CT mendapatkan nilai tegangan dan arus yang melewatinya, maka akan langsung ditampilkan pada modul LCD agar mudah dalam memonitoringnya, serta akan langsung dikirimkan ke web server melalui ESP 8266. Didalam arduino juga sudah diatur batas arus yang dilewatinya agar nantinya ketika arus yang melewati sensor PZEM-004T dan Split-CT lebih besar terhadap nilai tersebut Buzzer akan menyala dan mengeluarkan bunyi atau peringatan. Gambar 5 adalah bentuk rancangan alat yang dibuat oleh penulis.



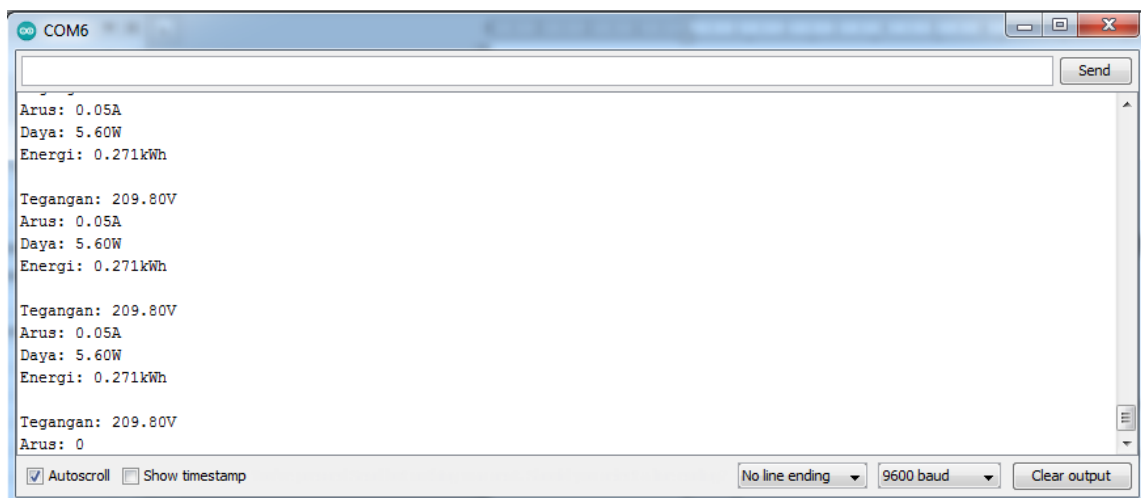
Sumber: Dokumen pribadi penulis
Gambar 5. Rangkaian Alat yang dibuat

Gambar 6 adalah flowchart alat. Alat hanya bekerja selama supply daya tersedia, jika daya listrik terputus maka sistem akan berakhir. Ketika alat dihubungkan dengan sumber daya, yang pertama dilakukan adalah menginisialisasi input dan output melalui port-port yang telah disediakan oleh Arduino Uno. Kemudian Arduino Uno akan selalu membaca input dari sensor arus dan tegangan.



Sumber: Dokumen pribadi penulis
Gambar 6. Flowchart Alat

Pengujian fungsi input sensor ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor yang telah digunakan berjalan baik sesuai dengan fungsinya atau tidak. Pengujian sensor PZEM-004T dan Split-CT bertujuan untuk mengukur nilai tegangan (V) serta arus (A) yang melewati sensor tersebut. Gambar 7 adalah tampilan user interface dari hasil dari pengujian sensor PZEM-004T dan Split-CT.



Sumber: Dokumen pribadi penulis
Gambar 7. Tampilan hasil pengukuran sensor tegangan dan sensor arus.

Tabel 1 Dari adalah hasil pengukuran secara manual terhadap sensor tegangan dan sensor arus, serta pemantauan terhadap output LCD dan Buzzer. Dari hasil dari percobaan yang telah dilakukan didapat bahwa rancangan alat deteksi dan monitoring KWH meter sudah bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang di harapkan, karena alat dapat membaca nilai tegangan dan arus dari sensor, serta muncul pada

tampilan LCD, Buzzer juga menyala ketika arus yang melewati batas dari yang telah ditentukan untuk memberikan peringatan pada user.

Gambar 8 adalah tampilan hasil pengukuran pada user interface. Hasil yang muncul pada gambar tersebut bernilai sama dengan yang muncul pada LCD serta hasil pengukuran secara manual yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Percobaan terhadap input dan output

No	Pengujian	Hasil Pengujian		Kondisi	
		Tegangan (V)	Arus (A)	LCD	Buzzer
1	Charger power bank	209,8	0,05	Sesuai	Tidak bunyi
2	Hair dryer speed 2 dan teko listrik	210,9	5,3	Sesuai	Berbunyi
3	Hair dryer speed 1	208,9	2,1	Sesuai	Tidak bunyi
4	Hair dryer speed 2	208,9	3,78	Sesuai	Tidak bunyi
5	Teko listrik	210,9	1,5	Sesuai	Tidak bunyi

Sumber: Dokumen pribadi penulis



Sumber: Dokumen pribadi penulis

Gambar 8. Tampilan Output pada LCD

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang penulis lakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Alat monitoring KWH ini dapat digunakan untuk mempermudah user atau pengguna dalam mendeteksi dan memonitoring penggunaan daya listrik. (2) Alat ini mampu memberikan peringatan jika penggunaan listriknya melebihi batas yang telah ditentukan sebelumnya. (3) User interface dapat memberikan informasi yang lebih fleksibel dibandingkan dengan tampilan pada LCD

Penggunaan sensor sebaiknya disesuaikan dengan peralatan elektronik yang menggunakan daya listrik. Penambahan fungsi kontrol pada alat agar dapat otomatis mematikan perangkat elektronik dengan penggunaan daya tinggi ketika penggunaan listrik melewati batas yang telah ditentukan. Agar user lebih fleksibel dalam menggunakan alat, ada baiknya user interface dibuat berbasis mobile.

REFERENSI

Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), A272–A276. <http://ejurnal.pnl.ac.id/index.php/semnasnpl/article/view/1694>

- Asmono, D. (2014). Pengukuran energi listrik tidak langsung menggunakan KWH meter dan kvarh meter. *TEDC*, 8(3), 198–204.
- Bini, T., Indrawan, A. W., & Dasmawati. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring KWH Meter Berbasis Android. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 144–148.
- Darma, S., Yusmartono, & Akhiruddin. (2019). Studi sistem peneraan KWH meter. *Journal of Electrical Technology*, 4(3), 158–165.
- Gunawan, D., Shalahuddin, Y., & Erwanto, D. (2018). Studi Komparasi KWH Meter Pascabayar Dengan KWH Meter Prabayar Tentang Akurasi Pengukuran Terhadap Tarif Listrik Yang Bervariasi. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 7(1), 158. <https://doi.org/10.36055/setrum.v7i1.3408>
- Jumrianto, & Prasetyo, M. T. (2016). Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Kwh-Meter Digital 1 Fase Berbasis Microcontroller Avr Atmega 32. *Media Elekrika*, 9(2), 1–23.
- Mufida, E., Anwar, R. S., & Gunawam, I. (2020). Rancangan Palang Pintu Otomatis Pada Apartemen Dengan Akses e-KTP Berbasis Arduino. 1(2), 52–63.
- Noviandi, K., Yacoub, R. R., & Junaidi. (2020). Perancangan Alat Penghitung Penggunaan Daya Listrik Pada Lampu Penerangan Jalan

- Umum Berbasis Sensor Arus Dan Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1-11), 1-11.
- Permatasari, I., Away, Y., & Zulhelmi. (2019). Desain Sistem Verifikasi Pemakaian Listrik Pada Kwh-Meter Analog Secara Visual Berbasis Atmega 328P. *Kitektro*, 4(3), 1-5.
- Saifuddin, M. A. H., Djufri, I. A., & Rahman, M. N. (2018). Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal PROtek*, 05(1), 49-57.