

Rancang Bangun Energi Meter pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik untuk Menunjang Praktikum Mikrokontroler dan Antarmuka

Wiwit Priantono^{1,*}, Muchamad Chaninul Fuad¹

¹Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 60111,

*Corresponding author. E-mail: wiwit@staff.pens.ac.id.

Submisi: 25 Agustus 2023; Penerimaan: 8 November 2023

ABSTRAK

Praktikum mikrokontroler dan interface merupakan mata kuliah praktikum yang ada di Laboratorium Otomasi Industri. Pada praktikum ini perlu adanya pengembangan modul untuk mengimplementasikan materi yang di dapat pada praktikum Mikrokontroler dan interface. Pada pengimplementasiannya menggabungkan dengan matakuliah yang lain yang berhubungan tentang power quality dan energi meter. Sehingga dapat menghasilkan alat yang bermafaat untuk dikembangkan di kehidupan sehari – hari. Pada penelitian ini telah dirancang dan dibangun alat pengukur energi meter pada stasiun pengisian kendaraan listrik. Alat dirancang dengan menggunakan mikrokontroler, tampilan interfacenya menggunakan LCD TFT. Alat ini dapat membatasi arus minimal charger untuk kendaraan listrik untuk menghindari terjadinya over charging. Selain itu alat ini juga bisa menghitung biaya proses mengisi daya kendaraan listrik dari awal hingga penuh.

Kata kunci : Energi meter; kendaraan listrik; Mikrokontroler; lcd TFT;charging.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mikrokontroler dan Interface merupakan salah satu mata kuliah praktikum yang ada di Laboratorium Otomasi Industri. Pada praktikum ini perlunya pengimplementasi materi yang di dapat sesuai dengan perkembangan kehidupan sehari – hari. Dengan berkembang teknologi kendaraan listrik ini maka diperlukan sebuah alat pengukur energi meter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak energi listrik yang digunakan untuk mengisi baterai dari kondisi habis sampai kondisi baterai penuh (Purnadi,2021). Sehingga kita bisa membandingkan lebih efisien mana antara kendaraan konvensional dengan kendaraan listrik. Selain itu untuk merawat kondisi baterai salah satunya yang bisa dilakukan adalah menghindari terjadinya overcharging. Maka perlu ada pembatasan arus untuk menghindari terjadinya overcharging. Selain itu semakin maraknya stasiun pengisian

kendaraan listrik diperlukan sebuah alat yang digunakan untuk mencetak hasil pembelian energi listrik untuk mengisi baterai (Ambarwati,2016).

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan laboratorium menuju era industri 4.0 (Said,2016) sejalan dengan makin maraknya kendaraan listrik di Indonesia. Pada tahap ini diharapkan akan menghasilkan rancangan dan implementasi suatu modul energi meter pada stasiun pengisian kendaraan listrik untuk menunjang praktikum mikrokontroler dan antarmuka, serta pengembangan alat yang sesuai dengan perkembangan teknologi yang sedang berkembang.

Metode Penelitian

Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004t untuk membaca arus tegangan dan energi yang di proses

menggunakan mikrokontroler Arm stm32f401 dengan tampilan layar LCD dan ditunjang printer sebagai media pencetak hasil parameter. Penelitian ini menerapkan rumus :

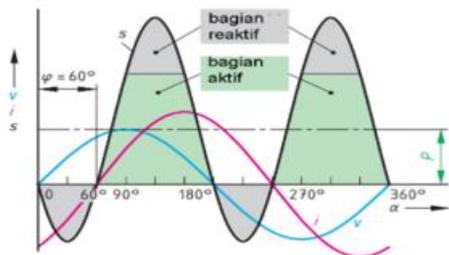
$$E = P \times t$$

Dimana:

E = Energi

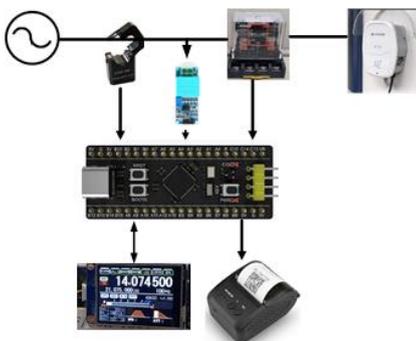
P= Daya listrik yang digunakan

t= Waktu penggunaan



Gambar 1. Kurva Gelombang daya

Pada penelitian ini digunakan sensor Pzem 004-t, dimana pada sensor ini sudah terdapat sensor tegangan arus frekuensi cosphi daya dan energi (Bahtiar,2021). Dimana untuk komunikasi yang digunakan yaitu menggunakan komunikasi serial. Stm32f401 akan membaca hasil dari pembacaan Pzem 004-t dan ditampilkan pada lcd.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Alat energi meter pada stasiun pengisian kendaraan ini menggunakan Arm stm32f407vg sebagai pengolah data

dari pengukur energy meter. Dimana sensor yang digunakan adalah sensor arus dan teganga. Serta terdapat relay untuk menghubungkan maupun memutus aliran daya listrik ke charger (Rosyidi,2020). Diagram blok ditunjukkan pada Gambar 2.

Langkah pertama yang dilakukan user adalah memasukkan arus minimal charger yang akan digunakan. Setelah itu memasukkan nama dan jenis kendaraan. Setelah itu user harus menekan tombol start yang terdapat pada lcd TFT. Sistem akan berjalan maka relay akan menghubungkan sumber AC jala – jala PLN ke charger kendaraan listrik. Sensor tegangan dan sensor arus akan membaca hasil yang kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diolah sehingga menghasilkan nilai energi meter yang diperlukan. Apabila arus charging sudah menyentuh nilai *set point* yang kita masukkan maka relay akan memutus aliran daya listrik yang masuk ke charger baterai. Setelah itu akan muncul berapa energi total yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dari awal hingga akhir. Nilai rupiah akan muncul ketika alat menyala. Hasil dari pembacaan mikrokontroler ini bisa juga dicetak menggunakan printer thermal (Marga,2021).

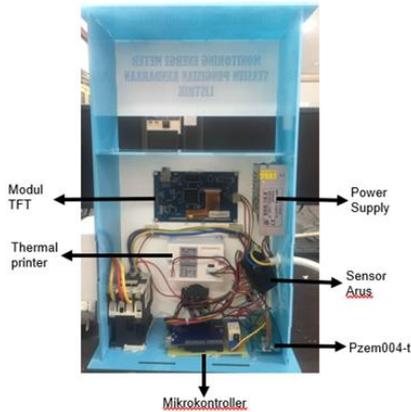


Gambar 3. Gambar desain tampilan lcd TFT

a. Perancangan Hardware

Sebelum perencanaan *hardware* yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah mengetahui arus maksimal dari pengisian daya pada kendaraan listrik.

Dimana alat yang kami buat ini batas maksimal dari arus yang bisa dibaca adalah 100A.



Gambar 4. Penempatan Modul pada Box

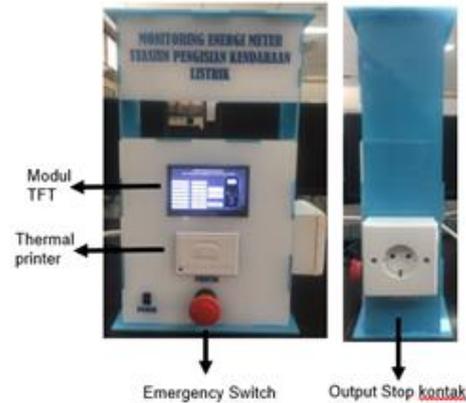
Gambar 3 merupakan Gambar desain tampilan lcd TFT (Supriyadi,2019) yang didesain menggunakan aplikasi nextion. Pada tampilan lcd TFT menampilkan semua informasi yang digunakan untuk memonitoring energi.

b. Integrasi Hardware & Software

Pada tahapan ini dilakukan integrasi antara *hardware dan software*. Pada penelitian ini digunakan box yang terbuat dari akrilik untuk tepat modul. Untuk modul sensor dan mikrokontroler kami letakkan didalam box sehingga tidak terlihat dari depan. Pada Gambar 4 dijelaskan penempatan modul pada box alat. Penataan modul ini ditempaatkan sedemikian rupa untuk mempermudah perakitan dan menghasilkan alat yang mudah digunakan. Hasil tampilan dari alat ini ditunjukkan pada Gambar 5. dibawah ini.

Pada Gambar 5 dijelaskan penempatan *hardware* tampak depan. Dimana modul TFT diletakkan paling atas, bawahnya yaitu thermal printer untuk mencetak hasil pembacaan dan harga dan yang paling bawah adalah emergency switch yang digunakan untuk mematikan sistem jika terjadi masalah.

Untuk stop kontak output dilitakkan dibagian sebelah kanan dari box.



Gambar 5. Penempatan Hardware pada Box



Gambar 6. Tampilan dari TFT

Gambar 6 merupakan tampilan dari lcd TFT yang digunakan sebagai masukan jenis kendaraan dan nama pemilik kendaraan. Selain itu TFT juga digunakan untuk menampilkan nilai realtime dari tegangan, arus, daya dan jumlah energi yang diserap.

ALAT DAN BAHAN

Secara umum alat dan bahan rancang bangun yang digunakan untuk merealisasikan sistem energi meter berbasis mikrokontroler adalah sebagai berikut:

a. Sensor Tegangan

PZEM adalah modul sensor tegangan dan arus yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya efektif, energi, faktor daya, dan frekuensi dalam sebuah system listrik (Kurniawan,

2022). Modul ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan konsumsi energi listrik, pengukuran efisiensi dan pengendalian sistem otomatis.

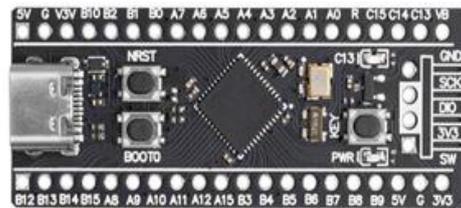


Gambar 7. Modul PZEM-004t

Gambar 7 merupakan Gambar bentuk fisik dari sensor PZEM-004t. pada Gambar dapat dilihat bahwa untuk mengukur arus menggunakan CT. PZEM-004t menggunakan *transformator* tegangan. Transformator tegangan menurunkan tegangan yang sesuai dengan level tegangan analog dari mikrokontroler. Modul kemudian mengolah input analog tersebut untuk menghasilkan nilai tegangan yang akurat. Untuk mengukur arus sensor PZEM-004t menggunakan metode pengukuran arus tanpa kontak langsung dengan menggunakan *hall effect*. Modul dilengkapi dengan sensor hall effect yang menangkap medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir melalui konduktor (Anggriawan,2015). Berdasarkan prinsip hall effect, medan magnet akan menghasilkan tegangan yang sebanding dengan arus yang diukur. sedangkan energi (watt-hour) dihitung dengan mengintegrasikan daya aktif selama periode waktu tertentu. PZEM-004 biasanya dihubungkan ke mikrokontroler atau sistem pemantauan (Bahri,2022) yang lebih besar untuk memproses dan menampilkan data yang diukur. Informasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan dan memantau konsumsi energi dalam berbagai aplikasi listrik

b. STM32f401

STM32F401 adalah mikrokontroler yang termasuk dalam keluarga STM32F4 dari STMicroelectronics (Asari,2018). Mikrokontroler ini didesain untuk aplikasi yang memerlukan pemrosesan yang cepat dan efisien serta memiliki fitur-fitur yang kaya.



Gambar 8. STM32f401 Discovery

Gambar 8 merupakan bentuk fisik dari stm32f401 discovery. Berikut adalah beberapa materi penting yang terkait dengan STM32F401:

- **Arsitektur dan Inti:**
STM32F401 menggunakan inti Cortex-M4, yang merupakan inti dengan performa tinggi dan memiliki kemampuan untuk menjalankan instruksi secara paralel. Mikrokontroler ini memiliki kecepatan clock hingga 84 MHz dan mendukung eksekusi single-cycle pada kebanyakan instruksi.
- **Memori:**
STM32F401 dilengkapi dengan memori berikut:
Memori Flash: Mikrokontroler ini memiliki Flash memory dengan kapasitas hingga 512 KB, yang digunakan untuk menyimpan program dan data.
Memori SRAM: Terdapat SRAM dengan kapasitas hingga 96 KB, yang digunakan untuk menyimpan data saat program sedang berjalan.
- **Peripheral dan Antarmuka:**
STM32F401 menyediakan berbagai peripheral dan antarmuka yang

dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, antara lain:

- USART/UART: Serial communication untuk komunikasi dengan perangkat eksternal.
- SPI: Serial Peripheral Interface untuk komunikasi dengan perangkat seperti sensor, layar, dan perangkat lainnya.
- I2C: Inter-Integrated Circuit untuk komunikasi dengan perangkat-perangkat seperti sensor dan EEPROM.
- GPIO: General Purpose Input/Output untuk menghubungkan dengan berbagai komponen eksternal.
- Timers: Beberapa timer yang dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal PWM, mengukur waktu, dan tugas-tugas waktu lainnya.
- ADC: Analog-to-Digital Converter untuk mengubah sinyal analog menjadi digital.
- DMA: Direct Memory Access untuk transfer data antara peripheral dan memori tanpa campur tangan CPU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mekanisme Kerja Sistem

Mekanisme kerja sistem monitoring energi meter pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Isi jenis kendaraan yang mau di charger.
- b. Isi nama pemilik kendaraan. Tancapkan sumber

charger ke stop kontak yang terdapat pada modul.

- c. Tekan tombol ON untuk menghubungkan listrik jala-jala PLN ke charger.
- d. Jika sudah selesai tekan tombol OFF pada modul. Selain itu jika arus sudah mencapai nilai set point maka sumber jala-jala PLN akan terputus.
- e. Printer akan mencetak semua informasi yang ditampilkan pada LCD TFT.

2. Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari alat uji yang telah dibuat dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat lain.

Tabel 1 merupakan hasil pengujian perbandingan alat ukur standar dengan alat ukur yang kami buat. Dapat dilihat pada Tabel terdapat selisih paling besar dengan *error* 0,49%. Hal ini dikarenakan nilai toleransi dari resistor sehingga nilai resistor tidak sesuai dengan nilai perencanaan.

Tabel 2 merupakan hasil pengujian arus dengan cara membandingkan alat ukur standart dengan alat yang kami buat. Masih terdapat selisih pembacaan antara alat ukur standar dengan alat ukur yang kami buat dengan nilai *error* terbesar adalah 3,2%. Hal ini dikarenakan nilai CT yang kami gunakan 100A sedangkan yang kami ukur terlalu kecil.

Tabel 1. Hasil perbandingan pembacaan sensor tegangan

No.	Tegangan (V) alat rancangan	Tegangan (V) alat standar	Error (%)
1	80	80,4	0,49
2	100	100	0
3	150	150,1	0,06
4	180	180,1	0,05
5	200	200	0
6	220	220,1	0,045
7	230	230,2	0,08

Tabel 2. Hasil perbandingan pembacaan sensor tegangan

No.	Tegangan (V) alat rancangan	Tegangan (V) alat standar	Error (%)
1	0,5	0,51	1,9
2	1	1,01	0,9
3	1,5	1,52	1,3
4	2	2,01	0,4
5	2,5	2,54	1,5
6	3	3,1	3,2
7	3,5	3,56	1,6

Tabel 3. Hasil pengujian keseluruhan sistem

Hasil Pengujian Alat Standar				Hasil Pengujian Alat Perancangan			
Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Energi (kWh)
220	2,51	412,5	4,1	220,1	2,5	412,7	4,1
223	2,01	334,5	5,0	223,3	2,1	351,7	5,3
223	1,52	250,87	5,9	223,3	1,5	251,2	6,2
225	1,01	168,75	6,0	225,1	1	168,8	6,3
225	0,83	135	6,2	224,8	0,8	134,9	6,5

Tabel 3 merupakan pengujian sistem keseluruhan. Dimana pada pengujian ini kita membandingkan alat perancangan dengan alat energi meter dengan merek Schneider pm5300. Dapat dilihat pada Tabel 3 terdapat selisih hasil pengujian antara alat ukur standar dengan alat pengukuran hal ini disebabkan karena terdapat selisih pembacaan arus dan tegangan sehingga mempengaruhi hasil pembacaan alat pengukuran. Karena energi menggunakan parameter waktu maka selisih sedikit nilai jika lama kelamaan maka nilai energi terdapat selisih.



Gambar 9. Hasil Print pembacaan

Gambar 9 merupakan hasil print out dari pengukuran. Dimana yang dicetak pada kertas *thermal* ini merupakan semua yang ditampilkan pada LCD TFT dan dari sensor PZEM004t.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada keseluruhan sistem pengaturan ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk pengukuran tegangan menggunakan sensor PZEM 004t ini nilai minimum yang bisa dibaca adalah 80V dan nilai terbesar yang bisa diukur adalah 240V. Selisih pembacaan antara alat ukur standar dan alat rancangan ini disebabkan oleh nilai toleransi dari Resistor.
2. Hasil pembacaan dari sensor masih ada sedikit selisih. Hal ini disebabkan ukuran resolusi CT yang terlalu besar digunakan.
3. Untuk energi selisih sedikit jika digunakan waktu yang lama maka akan terjadi selisih nilai yang besar.

2. Saran

Pada penelitian ini masih ada kekurangan dan kelemahannya, baik pada sistem maupun pada pembacaan hasil pengukuran. Oleh karena itu untuk memperbaiki kekurangan dan kelemahan tersebut, maka disarankan:

1. Jika menggunakan sensor PZEM pastikan memilih range arus yang sesuai dengan yang akan di ukur, supaya pembacaan lebih akurat.
2. Gunakan nilai resistor yang toleransi kecil yang digunakan untuk sensor tegangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini didanai oleh Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dengan Skema Penelitian Lokal PLP (Pranata Laboratorium Pendidikan) melalui SK No. 2365/PL14/PG/2023 tentang Penetapan Judul Pelaksanaan Penelitian Lokal 2023 Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul penelitian "Rancang Bangun Energi Meter Pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Untuk Menunjang Praktikum Mikrokontroler dan Antarmuka".

DAFTAR PUSTAKA

- Purnadi, Agung Wahyu. 2021. Perancangan Smart Charger Untuk Menghindari Overheat Pada Baterai Lithium-Ion. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Said, Muhammad. 2016. Konversi Energi Listrik. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Ambarwati, Tiskha Sukma. 2016. Listrik dan Energi Listrik. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Anggriawan, Dimas Okky. 2015. Desain dan Implementasi Analisis Kualitas Daya Berbasis Fast S-Transform. Institut Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Marga, Hidayat. 2021. Alat ukur Berat Badan, Tinggi Badan dan Suhu Badan di Puskesmas dengan Output Print. IIB Darmajaya Bandar Lampung. Lampung.
- Bahtiar, M. Haryudo, S. I., Agung, A. I., & Chandra, A. 2021. Pembuatan Prototype Penstabil Tegangan Untuk Mengatasi Gangguan Over -Under Voltage Berbasis Arduino Uno. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Kurniawan, Edi., Pangaudi, D. S., Eko, D., Widjatmoko, N. 2022. Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. Universitas Muhammadiyah Surabaya. Surabaya.
- Asari, Hasim. 2018. STM32 Arm Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Supriyadi, Achmad. Setyawan, Agus dan Suseno, Jatmiko Endro. 2019. Rancang Bangun Sistem Kendali Unit Pengolahan Air Bersih Berbasis Arduino Uno R3 dan Nextion NX4827T043_011R. Universitas Diponegoro. Semarang
- Rosyidi, Nizar. 2020. Studi Inspeksi Kelayakan Instalasi dan Instrumen Tenaga Listrik. Program Studi Teknik Elektro FTI ISTN Jakarta. Jakarta.
- Pamungkas, Gilang Dwi. Suwito. Asfani, Dimas Anton. Sistem Monitoring Charging Station Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler dan Web Server. Institut Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Bahri, Syaiful. Jumnahdi, Muhammad. 2022. Rancang Bangun Alat Pemantau Arus, Tegangan dan Daya Berbasis Blynk. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro.