

## Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T

Salwin Anwar<sup>1\*</sup>, Tri Artono<sup>2</sup>, Nasrul<sup>3</sup>, Dasrul<sup>4</sup>, A.Fadli<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

Kampus Politeknik Negeri Padang – Limau Manis Padang 25161 – INDONESIA

<sup>1\*</sup> salwin\_pnp@yahoo.co.id

<sup>2</sup> triartono@gmail.com

<sup>3</sup> nasrul\_harun@yahoo.com

<sup>4</sup> dasrul\_yn@yahoo.co.id

<sup>5</sup> afadli\_pnp@yahoo.co.id

**Abstrak**— Energi listrik dibutuhkan untuk menunjang segala kehidupan manusia pada saat sekarang ini. Mulai dari pekerjaan di rumah tangga, perjalanan dan didalam pekerjaan. Tetapi, jika dalam penggunaan terdapat pemborosan atau penggunaan yang diluar kebiasaan, akan menyebabkan pembayaran rekening listrik melambung tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, harus dilakukan pengukuran energi listrik dalam penggunaannya, agar penggunaan energi menjadi efisien dan berdaya guna baik. Pada artikel ini, kami mengusulkan pengukuran energi listrik menggunakan sensor PZEM-00T, dimana dengan menggunakan sensor PZEM-004T ini, alat yang dihasilkan cukup sederhana, karena pada sensor PZEM-004T, sudah terdapat sensor arus dan tegangan, untuk menampilkan hasil pembacaan menggunakan LCD 20x4 dan sebagai kontrol menggunakan Arduino. Setelah melakukan pembuatan alat, diperoleh hasil kesalahan dalam pengukuran tegangan sebesar 0.2 % dan arus sebesar 0,2%.

**Kata kunci**— Energi Listrik, PZEM-004T, LCD, Arduino.

**Abstract**— Electrical energy is needed to support all human life at the present time. Starting from work at home, travel and at work. However, if in use there is extravagance or extra-ordinary use, it will cause the payment of electricity bills to soar. To overcome this, electrical energy must be measured in its use, so that the use of energy becomes efficient and efficient. In this article, we propose the measurement of electrical energy using the PZEM-00T sensor, where by using this PZEM-004T sensor, the device produced is quite simple, because the PZEM-004T sensor has a current and voltage sensor, to display the readings using the LCD 20x4 and as a control use Arduino. After making the tool, the error results in the measurement of the voltage of 0.2% and the current of 0.2%.

**Keywords**— Electric Energy, PZEM-004T, LCD, Arduino..

### I. PENDAHULUAN

Energi listrik di era modern telah berkembang pesat sejak pertama kali ditemukan. Energi listrik bukan hanya sebagai bahan penelitian melainkan juga sebagai sumber tenaga penggerak untuk peralatan yang digunakan oleh manusia. Pemanfaatan energi listrik sangat membantu pekerjaan manusia karena energi listrik dapat digunakan sebagai sumber tenaga alat pemanas, penggerak, pemutar, dan penerangan. Pembangkit listrik sudah banyak dibangun untuk memenuhi kebutuhan penggunaan energi listrik sehari-hari. Energi listrik digunakan konsumen sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan energi listrik tidak dibatasi Perusahaan Listrik Negara (PLN) karena konsumen bertanggung jawab terhadap energi listrik yang digunakan sendiri. Penggunaan energi listrik yang besar membuat pembangkit listrik harus memproduksi daya listrik lebih banyak. Pembangkit listrik menggunakan sumber tenaga penggerak berupa sumber daya alam. Sumber daya alam dibagi menjadi dua yaitu sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Pembangkit listrik dengan menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti PLTU akan berhenti beroperasi ketika tidak ada bahan bakar. Penghematan listrik harus dilaksanakan agar energi listrik mudah didapatkan dan bertahan dalam jangka waktu panjang. Konsumen harus menggunakan energi listrik secara bijak agar energi listrik tetap mudah dan murah untuk didapatkan.

Mengetahui penggunaan energi listrik haruslah menggunakan sebuah alat yang dapat mengukur energi listrik yang digunakan. Yulizar dkk, [1], menggunakan sensor ACS721 untuk mendeteksi arus AC, dan ditampilkan menggunakan SMS yang berfungsi untuk mengetahui penggunaan energi pada rumah sewa. Sedangkan peneliti

Subito dkk [2], menempatkan sebuah sensor optokopler pada piringan kWh meter untuk mengambil sinyal digital dari perputaran piringan kWh meter, dan kemudian diumpankan ke mikrokontroler AT89C51 dan hasil dari pembacaan kWh meter ditampilkan pada LCD.

Inasa, dkk [3] melakukan penelitian untuk mengetahui penggunaan energi listrik pada rumah kost, sensor arus (ACS712) dan sensor tegangan (ZMPT101) digunakan untuk mengetahui penggunaan energi listrik. Output dari sensor ini diumpankan ke mikrokontroler Atmega 328P, dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Peneliti lain Nirmlasari dkk, [4] juga menggunakan sensor yang sama, tetapi sebagai kontrol dari sistem menggunakan AVR ATmega16. Peneliti Melipurbowo [5], masih menggunakan sensor arus ACS712 untuk mendeteksi arus. Yang digunakan untuk melakukan pengukuran energi listrik secara terus menerus, yang bermanfaat untuk melakukan penghematan energi listrik. Sedangkan Budiman dkk [6] dan Partomo dkk [7], menggunakan sensor arus ACS712 sebagai pendeteksi aliran arus yang mengalir pada sistem monitoring energi listrik secara multi channel.

Beberapa peneliti yang telah membuat sistem monitoring energi listrik, kebanyakan hanya menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang secara terpisah, dan tidak memperhatikan nilai beda fasa antara arus dan tegangan, maka makalah ini penulis membuat sebuah alat monitoring energi listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T, yang mana sensor ini sudah mempunyai sensor arus, tegangan dan beda fasa. Disamping itu juga sudah dilengkapi dengan sebuah mikrokontroler, dan untuk mengambil data data, tegangan, arus, beda fasa dan energi diambil dari alamat memori yang sudah ada di sistem mikrokontrolernya. Tujuan

dari artikel ini, untuk menampilkan sebuah monitoring energi listrik yang kompak, sederhana dan handal.

**Modul PZEM-004T**

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 × 7,4 cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. PZEM-004T dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. PZEM-004T

Modul ini terutama 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 (innovatorsguru, n.d.). PZEM-004T-10A: Rentang Pengukuran 10A (Built-in Shunt). PZEM-004T-100A: Rentang Pengukuran 100A (External Transformer)

Deskripsi fungsi PZEM-004T yaitu :

1. Tegangan
  - a. Rentang pengukuran :80~260V
  - b. Resolusi : 0.1V
  - c. Ketepatan ukur : 0.5%
2. Arus
  - a. Rentang pengukuran : 0~10A (PZEM-004T-10A); 0~100A (PZEM-004T-100A).
  - b. Mulai mengukur arus : 0.01A (PZEM-004T-10A); 0.02A (PZEM-004T 100A).
  - c. Resolusi: 0.001A.
  - d. Ketepatan ukur: 0.5%.
3. Daya
  - a. Rentang pengukuran : 0~2.3kW (PZEM-004T-10A); 0~23kW (PZEM-004T-100A).
  - b. Mulai mengukur daya : 0.4W.
  - c. Resolusi: 0.1W.
  - d. Format tampilan :
    - <1000W, it display one decimal, such as: 999.9W
    - ≥1000W, it display only integer, such as: 1000W
  - e. Ketepatan ukur : 0.5%.
4. Faktor daya
  - a. Rentang pengukuran: 0.00~1.00.
  - b. Resolusi: 0.01.
  - c. Ketepatan ukur : 1%.

5. Frekuensi
  - a. Rentang pengukuran :45Hz~65Hz.
  - b. Resolusi: 0.1Hz.
  - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
6. Energi
  - a. Rentang pengukuran : 0~9999.99kWh.
  - b. Resolusi : 1Wh.
  - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
  - d. Format tampilan :
    - <10kWh, the display unit is Wh (1kWh=1000Wh), such as: 9999Wh ≥10kWh, the display unit is kWh, such as: 9999.99kWh
  - e. Reset energi: gunakan perangkat lunak untuk mereset.
7. Alarm over power

Batas daya aktif dapat diatur, bila daya aktif yang diukur melebihi batas, ia dapat dilepas. Berikut merupakan syntax library modul PZEM-004T program Arduino :

```
#include "PZEM004Tv30.h"
#include <stdio.h>
```

**Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560. Ini memiliki 54 pin input / output digital (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, Dan tombol reset. Ini berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler; Cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. Mega kompatibel dengan kebanyakan perisai yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Diecimila. Bentuk tampilan Arduino mega 2560 terlihat pada gambar 2.



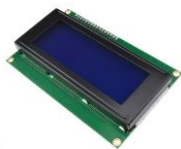
Gambar 2. Arduino Mega 2560

Arduino Mega dapat bertenaga melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Daya eksternal (non-USB) bisa datang baik dari adaptor AC-ke-DC (kutil dinding) atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan memasang konektor center-positive 2.1mm ke soket daya board. Memimpin dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin pada konektor POWER. Papan dapat beroperasi pada suplai eksternal 6 sampai 20 volt. Jika dipasang dengan kurang dari 7V, pin 5V dapat memasok kurang dari lima volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan mungkin terlalu panas dan merusak board. Kisaran yang disarankan adalah 7 sampai 12 volt. Mega2560 berbeda dari semua papan sebelumnya karena tidak menggunakan chip driver USB-to-serial FTDI. Sebagai gantinya, fitur Atmega8U2 diprogram sebagai konverter USB-to-serial.

**LCD**

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Modul LCD 20x4 karakter yang akan digunakan dalam final project ini. Salah satu alasan mengapa modul LCD dipakai dalam proyek akhir ini adalah untuk menunjukkan angka pengukuran pada lux meter digital. Dengan mikrokontroler kita dapat mengendalikan suatu peralatan agar dapat bekerja secara otomatis. Untuk mengakses LCD 20x4 harus melakukan konfigurasi pin dari LCD dengan pin I/O mikrokontroler tersebut [8]. Berikut LCD 20x4 terdapat pada gambar 3.



Gambar 3. LCD 20x4

II. METODOLOGI PENELITIAN

**Kebutuhan Pengukuran Energi Listrik**

Berdasarkan spesifikasi yang ada maka diperoleh beberapa analisa kebutuhan dalam pembuatan alat dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 1 Modul PZEM-004T  
Sistem monitoring energi listrik ini menggunakan modul PZEM-004T sebagai penghasil data masukan. Modul ini digunakan untuk mendapatkan parameter data pengukuran energi listrik.
- 2 Arduino Mega 2560  
Arduino Mega 2560 merupakan sistem pengendali yang akan mengolah nilai tersebut dan dilakukan perhitungan untuk menghasilkan nilai daya reaktif dan daya nyata.
3. LCD 20x4  
LCD 20x4 digunakan untuk menampilkan data pengukuran akan ditampilkan setelah diolah oleh mikrokontroler.

**Blok Diagram Sistem Pengukuran Energi Listrik**

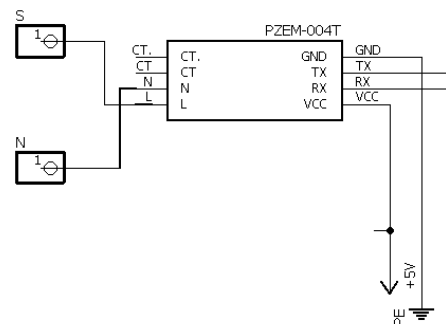
Blok digram dibuat untuk memudahkan perancangan hardware. Sebelum hardware dirancang dengan lebih spesifik dan teliti, penggambaran blok diagram diperlukan untuk melihat apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan alat. Blok diagram ini menggambarkan bagian input hingga bagian output secara umum. Bagian input berisi modul PZEM-004T sebagai parameter ukur energi listrik. bagian output terdiri dari LCD untuk menampilkan hasil pengukuran, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Blokdiagram sistem

**Perancangan Rangkaian Input [9] [10]**

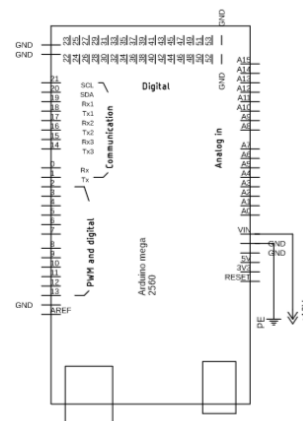
Rangkaian modul PZEM-004T membutuhkan tegangan DC sebesar 5 volt. Modul PZEM-004T masing-masing pin dihubungkan ke Arduino Mega 2560. Pin GND dihubungkan ke ground . Untuk PZEM-004T fasa R, RX dan TX dihubungkan ke pin 18 dan 19. PZEM-004T fasa S, RX dan TX dihubungkan ke pin 16 dan 17 serta untuk PZEM-004T fasa T, RX dan TX dihubungkan ke pin 14 dan 15. Untuk lebih jelasnya terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian PZEM-004T

**Perancangan Rangkaian Arduino Mega2560**

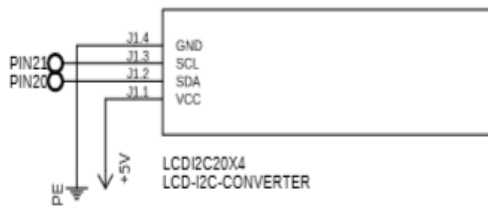
Rangkaian Arduino Mega 2560 sebagai sistem kendali dihubungkan untuk memproses dari rangkaian input dan output. Arduino Mega 2560 ini dihubungkan dengan supply dc sebesar 12 volt untuk mengaktifkannya. Berikut rangkaian pada Arduino Mega 2560, seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Arduino Mega2560

**Perancangan Rangkaian Output**

Rangkaian output terdiri dari rangkaian LCD. Rangkaian LCD yang digunakan adalah rangkaian LCD yang umum dipakai pada pembuatan peralatan-peralatan sederhana yaitu pin R/W dihubungkan ke ground. LCD yang digunakan terhubung ke I2C sehingga mempunyai 4 buah pin yaitu VCC, GND, SDA dan SCL. Masing-masing pin terhubung ke Arduino Mega 2560, seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian LCD

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

Pengambilan data sistem pengukuran energi listrik dilakukan untuk melihat apakah alat ini sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Data yang diambil berupa data yang diperlukan dalam pengolahan input dan data yang dihasilkan dalam pengolahan output.

#### Pengujian dan pembahasan Modul PZEM-004T

Pengujian modul PZEM-004T bertujuan untuk mengetahui tingkat accuracy dari modul. Modul PZEM-004T akan mengeluarkan lampu indikator berwarna merah ketika aktif. Pengujian modul ini dilakukan sebanyak lima kali percobaan dengan memvariasikan tegangan menggunakan satu titik beban yaitu lampu pijar 100 Watt sebagai beban. Pengujian berikutnya dilakukan dengan memvariasikan beban dengan cara memparalelkan beban resistif, induktif dan kapasitif. Masing-masing beban diukur besar arus digunakan Current Transformer (CT) pada modul PZEM-004T.

Pengujian Modul PZEM-004T dilakukan untuk mengetahui hasil pengukuran yang didapat oleh modul ini dan membandingkan dengan hasil pengukuran dari clamp tester. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan tegangan dengan beban yang sama, yaitu tegangan 220 volt, 188 volt dan 95 volt.

Pengukuran pertama melakukan pengujian dengan tegangan 220 volt, pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan, diperoleh hasil pengukuran terlihat pada tampilan LCD, gambar 8.



Gambar 8. Hasil Tampilan Pengukuran Tegangan

Tampilan pada LCD dilihat sampai lima kali dalam pengambilan data. Untuk mengetahui keakuratan data pengukuran yang didapat, maka melakukan pengukuran juga menggunakan multimeter untuk mengukur tegangan dan clamp tester untuk mengukur arus. Dari hasil tersebut mendapatkan data hasil pengukuran yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1  
Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus

No.	Tegangan (V)		Arus (A)	
	Clamp tester	PZEM 004T	Clamp tester	PZEM 004T
1	232	233	0,45	0,44
2	232	232	0,45	0,44
3	232	232	0,45	0,44
4	232	233	0,45	0,44
5	232	233	0,45	0,44
rerata	232	232,6	0,45	0,44
1	234	233	0,45	0,45
2	234	233	0,45	0,45
3	234	233	0,45	0,45
4	234	233	0,45	0,45
5	234	233	0,45	0,45
rerata	234	233	0,45	0,45
1	230	229	0,44	0,44
2	230	229	0,44	0,44
3	230	229	0,44	0,44
4	230	229	0,44	0,44
5	230	229	0,44	0,44
rerata	230	229	0,44	0,44

Dari tabel 1, pengujian beban lampu pijar dengan tegangan 220 volt, membuktikan bahwa PZEM-004T bekerja dengan baik. Dari tabel tersebut diperoleh rata-rata pengukuran pada beban. Rerata pengukuran tegangan 0,6 volt, Sedangkan rata-rata selisih arus paling tinggi 0,01 A. Hasil pengukuran dengan menggunakan PZEM-004T, jika dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur standar, diperoleh selisih sebesar 0,6Volt untuk tegangan dan 0,01 A untuk arus, maka alat ini layak untuk digunakan.

### IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembuatan dan pengujian alat untuk mengukur energi listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T, diperoleh hasil kesalahan 0,2 % untuk tegangan dan 0,2 % untuk arus.

### REFERENSI

- [1] Yulizar, I. D. Sara, dan M. Syukri, "Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan GSM Shield Sim900," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, hal. 47–56, 2016.
- [2] M. Subito dan Rizal, "Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler Dan Mikrokontroler AT89S52," *J. Ilm. Foristek*, vol. 2, no. 2, hal. 184–189, 2012.
- [3] Y. I. Inasa, B. P. Lapanporo, dan I. Sanubary, "Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos," *Prism. Fis.*, vol. 6, no. 3, hal. 220–227, 2018.
- [4] I. Nirmalasari, A. E. Putra, dan B. N. Prastowo, "Purwarupa Alat Ukur Daya Listrik Berbasis Netduino Plus," *IJEIS*, vol. 5, no. 1, hal. 21–30, 2015.
- [5] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712," *ORBITH*, vol. 12, no. 1, hal.

- 17–23, 2016.
- [6] A. Budiman dan I. N. Rifai, “Sistem Monitoring Dan Proteksi Watt Meter Multi Chanel Listrik Rumah Tangga,” in *SENTIA 2014*, 2014, hal. A47–A50.
- [7] V. A. Pratomo, “Rancang Bangun Pencatat Data kWh Meter Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler,” *Arsitron*, vol. 3, no. 2, hal. 64–72, 2012.
- [8] R. Hermanto dan D. Irmawati, “No TitlePrototipe Alat Kontrol Suhu Dan Kelembaban Untuk Fermentasi Tempe Berbasis Mikrokontoler Atmega 16,” *J. Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 6, 2015.
- [9] Andriana, H. Baehaqi, dan Zulkarnain, “Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T,” *TIARSIE*, vol. 16, no. 1, hal. 29–35, 2019.
- [10] F. N. Habibi, S. Setiawidayata, dan M. Mukhsima, “Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” in *Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017*, 2017, hal. 157–162.