

Perbandingan Tingkat Akurasi Sensor Daya Listrik HLW8012 dan PZEM-004T Berbasis Arduino Uno

Marzuarman¹, Stephan², Hari Putra³

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis ^(1, 2, 3)

marzuarman@polbeng.ac.id¹, stephan@polbeng.ac.id², hariputra@polbeng.ac.id³

Abstract

In everyday life, electrical energy is needed by humans to carry out activities at home or outside the home. The energy used or absorbed by an electronic and electrical device depends on the power absorbed per unit time. In measuring an electrical energy, first the power, voltage, current and power factor of a load must be known. For this reason, sensors that are able to detect these parameters are needed, one of which is the HLW8012 sensor and the PZEM-004T sensor because they are very easy to find at a relatively cheap price. However, the two sensors have different levels of sensitivity and accuracy. For this reason, research was carried out to distinguish the level of accuracy of the two sensors by using Arduino Uno as a sensor reader. The results of the research show that the PZEM-004T sensor has a fairly good level of accuracy compared to the HLW8012 sensor, with an accuracy rate of 99.56% for power measurement. So the PZEM-004T sensor is highly recommended as a sensor for measuring electrical power.

Keywords : Electrical Power, Electrical Energy, Accuracy, HLW8012 sensor, PZEM-004T sensor

1. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah energi yang timbul akibat pergerakan elektron bermuatan negatif pada suatu penghantar. Energi listrik timbul pada kuat arus dalam satuan Ampere (A) yang mengalir akibat adanya beda potensial atau tegangan listrik dengan satuan Volt (V) (Sulistyowat & Febriantoro, 2015). Energi listrik dihasilkan dari perubahan energi lain, seperti energi kimia atau energi kinetik (energi gerak) melalui pembangkit listrik (Nusa dkk., 2015). Dalam kehidupan sehari-hari energi listrik sangat dibutuhkan manusia untuk melakukan aktivitas di rumah ataupun di luar rumah. Energi yang digunakan atau diserap oleh suatu perangkat elektronik dan listrik bergantung dari daya yang diserap tiap satuan waktu. Dalam mengukur suatu energi listrik, terlebih dahulu daya, tegangan, arus serta faktor daya dari suatu beban harus diketahui. Untuk itu dibutuhkan sensor yang mampu mendeteksi parameter-parameter tersebut (Dinata & Sunanda, 2015).

Dipasaran saat ini, sangat banyak sensor yang mampu mendeteksi tegangan dan arus. Namun beberapa sensor tersebut hanya mampu mendeteksi satu parameter saja, dan sangat jarang ditemukan sensor parameter listrik yang multifungsi dan mampu mengukur beberapa variabel dalam satu modul sensor. Namun di Indonesia saat ini ada beberapa sensor daya listrik multifungsi yang dapat mengukur tegangan, arus, faktor daya, daya, dan energi, seperti sensor HLW8012 dan sensor PZEM-004T. Kedua sensor tersebut sangat mudah ditemukan dipasaran dan memiliki harga yang relatif murah (Harahap dkk., 2020). Selain itu, kedua sensor tersebut memiliki tingkat akurasi yang baik untuk mengukur daya dan energi listrik arus bolak balik (arus AC) (Habibi dkk., 2017).

Karena tingkat akurasi yang sangat baik itu, maka dilakukanlah penelitian untuk membandingkan dan menguji tingkat akurasi sensor mana yang terbaik diantara keduanya. Penelitian dilakukan dengan menghubungkan kedua sensor dengan mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi untuk membaca data sensor dan menampilkan hasil pembacaan sensor ke layar LCD. Hasil pembacaan kedua sensor akan dibandingkan dengan hasil pengukuran

menggunakan voltmeter, amperemeter, dan *cosphi* meter. Sehingga tingkat akurasi sensor yang tertinggi akan didapatkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk referensi sensor terbaik untuk pembuatan KWH meter digital atau dapat dijadikan pengembangan untuk membuat alat ukur daya atau energi listrik untuk arus AC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Daya Listrik

Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) dikalikan dengan arus yang mengalir lewat beban (Ampere), atau Daya listrik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata (Sulistiyowat & Febriantoro, 2015) :

1. Daya Aktif (Watt)

Adalah Daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, cahaya, dan sebagainya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan Watt (W) (Geradino, 1992). adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (1)$$

2. Daya Reaktif (VAr)

Merupakan daya yang diperlukan oleh peralatan listrik yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Daya reaktif dinyatakan dalam satuan Var.

$$Q = V \times I \times \sin \theta \quad (2)$$

3. Daya Nyata (VA)

Daya nyata adalah penjumlahan vektor dari daya aktif dan reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan VA.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3)$$

$$S = V \times I \quad (4)$$

Sensor HLW8012

Sensor HLW8012 adalah *chip* monitor energi fase tunggal oleh pabrikan Cina HLW Technology. Dengan fitur RMS current, sampling voltase RMS dan RMS active power dengan *internal clock* dan *interface* PWM. Platform sensor HLW8012 memungkinkan untuk menggunakan sensor tegangan atau arus HLW8012 yang menghubungkan sensor daya dengan Arduino Uno (Pimple dkk., 2021).



Gambar 1. Bentuk Fisik Sensor HLW8012

Sensor ini umum ditemukan dalam produk POWs Sonoff. Sensor ini terdapat dua *output* data yang keduanya mengkodekan nilai menggunakan frekuensi sinyal termodulasi CF (*Capacity Factor*) dan CF1. Frekuensi CF sebanding dengan daya aktif yang diukur dan CF1 sebanding dengan arus atau tegangan. Dalam menggunakan pin SEL, dapat memilih mode mana yang akan digunakan. Arduino Uno akan terus-menerus memutar keadaan pin SEL untuk mengukur tegangan dan arus, meskipun keduanya tidak dapat diukur pada titik yang tepat dalam waktu yang bersamaan.

Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor. Dengan kelengkapan *feature* ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai project maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik seperti rumah atau gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, dengan model 10 Ampere dan 100 Ampere (Harahap dkk., 2020).



Gambar 2. Bentuk Fisik Sensor PZEM-004T

Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dan *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau baterai untuk menjalankannya (Marzuarman dkk., 2019).



Gambar 3. Arsitektur Arduino Uno

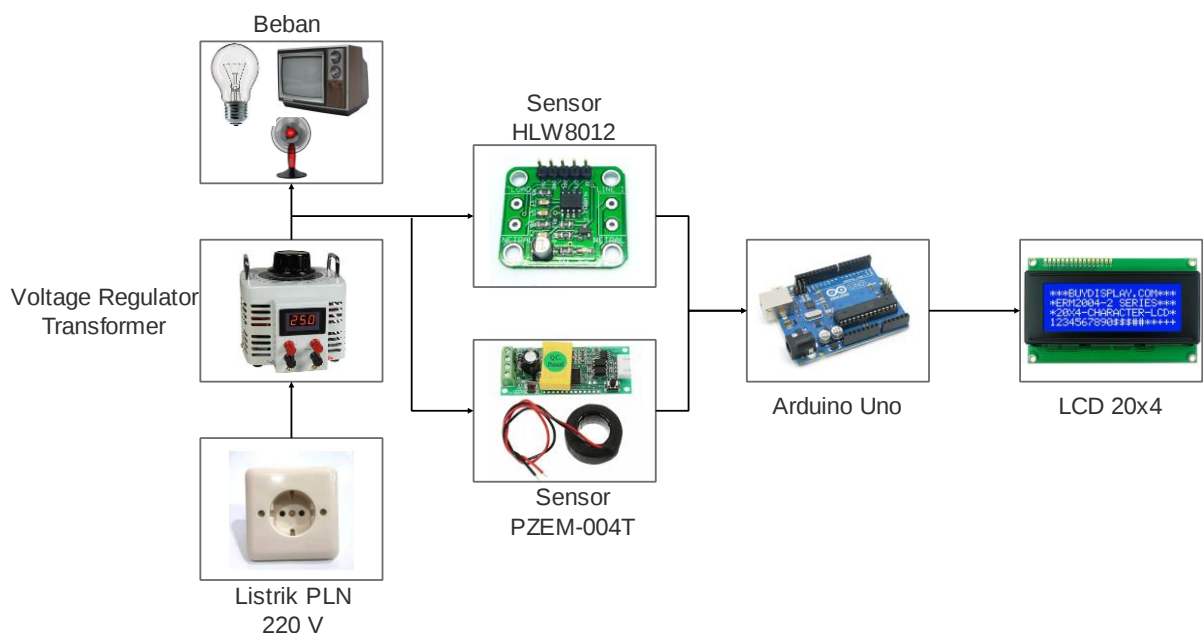
3. METODE PENELITIAN

Pada tahap ini akan memaparkan tentang metodologi penelitian yang digunakan, yaitu terdiri dari perancangan sistem dan perancangan *software*. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut.

Perancangan Sistem

Pada tahapan perancangan sistem ditunjukkan pada blok diagram sistem keseluruhan seperti pada Gambar 4. Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan tegangan pada *voltage regulator transformer* dan beban yang digunakan yaitu bola lampu, kipas angin, televisi, dan perangkat elektronika serta peralatan listrik lainnya. Sensor HLW8012 dan sensor PZEM-004T dihubungkan dengan jaringan menuju ke beban, sehingga arus, tegangan, faktor daya, daya, dan energi dapat dideteksi sensor. Nilai pembacaan sensor dibaca oleh Arduino Uno, dan arduino memproses data untuk ditampilkan ke layar LCD 20x4. Hasil pengukuran kedua sensor tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter dan *cosphi* meter, sehingga nilai tingkat akurasi sensor didapatkan. Adapun persamaan untuk mendapatkan nilai persentase tingkat akurasi ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$\%Akurasi = \left(\left(1 - \frac{NilaiSensor - NilaiAlatukur}{NilaiAlatukur} \right) \times 100\% \right) \quad (5)$$

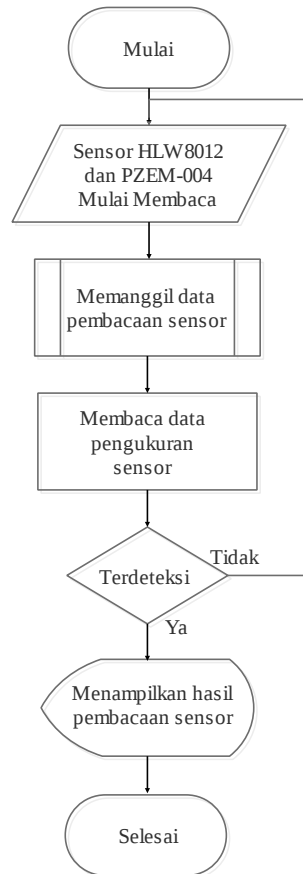


Gambar 4. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Perancangan Software

Software yang dirancang adalah untuk membaca sensor dan menampilkan hasil pembacaan sensor dengan Arduino Uno menggunakan *software* Arduino IDE, dan menggunakan bahasa pemrograman bahasa C. Adapun flowchart perancangan *software* dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.

Adapun alur dalam program ini adalah diawali dengan mulai, kemudian sensor bersiap-siap untuk membaca tegangan, arus, faktor daya, daya, frekuensi dan energi. Selanjutnya data sensor dipanggil dan setelah itu data sensor dibaca oleh arduino. Jika data sensor terdeteksi maka arduino akan menampilkan data tersebut ke LCD. Namun jika tidak, maka sensor akan mulai kembali memulai pembacaan ulang. Setelah menampilkan hasil pembacaan sensor, program pun selesai dijalankan.



Gambar 5. Flowchart Program Pembacaan Sensor

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dalam penelitian ini berupa data hasil pengukuran arus, tegangan, faktor daya, dan daya. Hasil pengukuran berupa data pengukuran dengan sensor HLW8012 dan PZEM-004T kemudian data tersebut dibandingkan dengan menggunakan multimeter dan *cosphi* meter sehingga tingkat akurasi sensor dapat dihitung menggunakan Persamaan 5. Adapun hasil pengujian tegangan, arus, faktor daya, dan daya ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan

Pengukuran dengan Voltmeter (volt)	Pengukuran dengan Sensor HLW8012 (volt)	Pengukuran dengan Sensor PZEM-004T (volt)	Akurasi Sensor HLW8012 (%)	% Akurasi Sensor PZEM- 004T (%)
180.3	172.7	180.1	95.78	99.88
190.5	183.4	190.2	96.27	99.84
200.4	194.4	200.0	97.00	99.80
210.6	202.9	209.8	96.34	99.62
220.4	211.9	220.2	96.14	99.90

Tabel 2. Hasil Pengujian Arus

Pengukuran dengan Ampere Meter (Ampere)	Pengukuran dengan Sensor HLW8012 (Ampere)	Pengukuran dengan Sensor PZEM-004T (Ampere)	Akurasi Sensor HLW8012 (%)	% Akurasi Sensor PZEM- 004T (%)
0.25	0.15	0.21	60.00	84.00
0.57	0.63	0.55	89.47	96.49
0.73	0.83	0.74	86.30	98.63
1.21	1.35	1.19	88.42	98.34
1.73	1.63	1.70	94.21	98.26

Tabel 3. Hasil Pengujian Faktor Daya (*Cosphi*)

Pengukuran dengan <i>Cosphi</i> Meter	Pengukuran dengan Sensor HLW8012	Pengukuran dengan Sensor PZEM-004T	Akurasi Sensor HLW8012 (%)	% Akurasi Sensor PZEM- 004T (%)
0.21	0.10	0.19	47.61	90.47
0.43	0.32	0.41	74.41	95.34
0.63	0.51	0.62	80.95	98.41
0.88	0.80	0.86	90.90	97.72
0.91	0.85	0.90	93.40	98.90

Tabel 4. Hasil Pengujian Daya

Pengukuran daya (watt)	Pengukuran dengan Sensor HLW8012 (watt)	Pengukuran dengan Sensor PZEM-004T (watt)	Akurasi Sensor HLW8012 (%)	% Akurasi Sensor PZEM- 004T (%)
9.46	2.59	7.18	27.36	75.91
46.69	36.97	42.89	79.18	91.85
92.16	82.28	91.76	89.28	99.56
224.24	219.13	214.70	97.71	95.74
346.97	293.58	336.90	84.61	97.09

Berdasarkan hasil pengujian tegangan menunjukkan sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang paling baik hingga mencapai 99.90% pada tegangan 220.4 volt. Sedangkan pada sensor HLW8012 memiliki akurasi tertinggi sebesar 97.00% pada tegangan 200.4 volt. Pada pengujian arus sensor PZEM-004T juga masih memiliki tingkat akurasi tertinggi dibandingkan sensor HLW8012, dengan persentase akurasi hingga mencapai 98.63% pada arus 0.73 ampere. Pada pengujian faktor daya dan daya listrik, sensor PZEM-004T juga menghasilkan tingkat akurasi tertinggi dengan dengan persentase sebesar 98.90% pada *cosphi* sebesar 0.91 pada pengujian faktor daya, dan 99.56% pada daya sebesar 92.16 watt untuk pengujian daya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan sensor HLW8012 untuk semua pengujian parameter, mulai dari pengujian tegangan, arus, faktor daya, dan daya dengan akurasi mencapai 99.90% pada pengujian tegangan, 98.63% pada pengujian arus, 98.90% pada pengujian faktor daya, dan 99.56% pada pengujian daya. Selain itu, sensor HLW8012 juga menunjukkan ketidakstabilan nilai pengukuran. Nilai yang terukur pada sensor HLW8012 cenderung mengalami turun naik saat pengukuran berlangsung.

Adapun saran yang bisa ditambahkan pada penelitian ini adalah perlunya mengkalibrasi sensor terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil tingkat akurasi yang lebih tinggi lagi, karena hasil penelitian ini hanya menggunakan hasil pembacaan dari *library* program arduino yang telah tersedia.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dinata, I., & Sunanda, W. (2015). Implementasi Wireless Sensor Network Untuk monitoring Parameter energi Listrik Sebagai peningkatan Layanan bagi Penyedia Energi listrik. *Nasional Teknik Elektro*, 1, 83–88.
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017*, 01(01), 157–162.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Adam, M. (2020). Prototype Measuring Device for Electric Load in Households Using the Pzem-004T Sensor. *Budapest International Research in Exact Sciences Journal*, 2(3), 347–361.
- Marzuarman, Stephan, Nurfaizi, M., & Afipah, N. (2019). Pengukuran Kuat Hempasan

Ombak Dan Kecepatan Angin Laut Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. *Politeknik Negeri Bengkalis*, 8.

Nusa dkk. (2015). Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *E-Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(5), 19–26.

Pimple, M., Thopate, S., Nikam, A., & Gadekar, S. (2021). IOT Based Smart Energy Meter Using ESP 32. *3rd International Conference on Communication and Information Processing (ICCIP-2021)*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.641>

Sulistyowat, R., & Febriantoro, D. D. (2015). Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Iptek*, 16(Mikrokontroler), 10–21. <http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/4.-RINY-FINAL-hal-24-32.pdf>