

## PEMANFAATAN JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH SEBAGAI MEDIA PEMBAWA INFORMASI HASIL PENGUKURAN BESARAN LISTRIK

Andi Wawan Indrawan<sup>1)</sup>, Nirwan A. Noor<sup>1)</sup>, Sarma Thaha<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosem Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The purpose of this research is to use low voltage power line as media to transfer the measurements result of electrical quantities. The Arduino is used to read the electric quantity from the PZEM004T sensor output and send it to the receiving device for being displayed on the LCD through low voltage power line (PLC). In order to be able to communicate through the power lines, a signal modulation and demodulation device are used, namely FSK KQ330. The results of this study indicate that the deviation of reading from the PZEM004T sensor is 0.34% for voltage, 0.43% for current, 0.82% for real power and 4.11% for the calculation of total energy in one hour (Wh). In addition, the sending of measurement data packets by transmitters through the power line has been well received by the receiver with an average testing distance of  $\pm 10$  meters.

**Keywords:** Power Line Carrier Communication (PLC), Arduino Uno, PZEM-004T, FSK KQ330

### 1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan manajemen energi listrik, data hasil pengukuran besaran listrik merupakan komponen inti dari rencana program pengelolaan energi listrik, dimana, nantinya, data tersebut digunakan sebagai informasi dasar dalam melakukan audit dan analisis konsumsi energy (Wiyono, 2017). Agar audit dan analisis konsumsi menjadi lebih akurat, kemampuan alat ukur dalam menentukan dan mengetahui jumlah energi yang telah dikonsumsi perangkat ukur juga sangatlah penting untuk diperhatikan. Telah banyak peneliti yang mencoba mengembangkan perangkat ukur energi listrik yang saat ini masih digunakan oleh PLN agar energi listrik yang dikonsumsi dapat dimonitor ataupun di kontrol penggunaannya. Seperti yang dilakukan oleh Temy dkk (2015), dimana tegangan dan arus beban pada rumah tinggal yang terukur dapat ditampilkan pada sebuah LCD. Begitupula Sunanda dan Dinata (2014), Serta Diah dkk (2016) yang menjadikan hasil pengukuran besaran listrik dapat diakses melalui laman web dengan memanfaatkan jaringan internet.

Dalam memonitor sebuah perangkat, permasalahan yang sering muncul adalah jarak atau jangkauan yang dapat diakses oleh pengguna untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan serta kecepatan waktu informasi itu didapat. Tidak cukup sampai disitu permasalahan kembali muncul ketika membahas seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun infrastruktur dari perangkat komunikasi yang diinginkan. Ketika jarak untuk memonitor perangkat hanya berada pada lingkup rumah tinggal konsumen, media wireless seperti wifi, bluetooth, radio dapat dimanfaatkan untuk membangun komunikasi. Sebaliknya jika monitoring dibutuhkan dari jarak yang sangat jauh atau dari belahan bumi yang lain, WAN atau internet menjadi solusi yang tepat. Hal ini diperlukan untuk mengurangi biaya yang ditimbulkan dalam menyediakan infrastruktur perangkat komunikasi. Berdasarkan penjelasan diatas, penulis mencoba memanfaatkan infrastruktur instalasi yang telah tersedia seperti jala-jala listrik satu fasa sebagai media komunikasi untuk memberikan informasi besaran listrik yang terukur.

Perangkat monitoring yang dirancang berbasis arduino uno ini bertujuan untuk menampilkan informasi hasil pengukuran energi listrik antara lain arus, tegangan, daya nyata dan energi listrik secara real time melalui media jala-jala listrik (Power Line Carrier Communication). Perangkat terdiri dari sensor, processor, media komunikasi, dan layar penampil hasil pengukuran (LCD). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modul sensor energi meter PZEM 004T dan selanjutnya data pengukuran diolah oleh processor sebelum dikirim ke perangkat penerima (receiver) melalui jala-jala listrik dengan menggunakan modul FSK KQ330 sehingga dapat informasi hasil pengukuran dapat dimonitor saat itu juga pada layar LCD.

---

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Andi Wawan Indrawan, Telp 081338163015, andi\_wawan@poliupg.ac.id

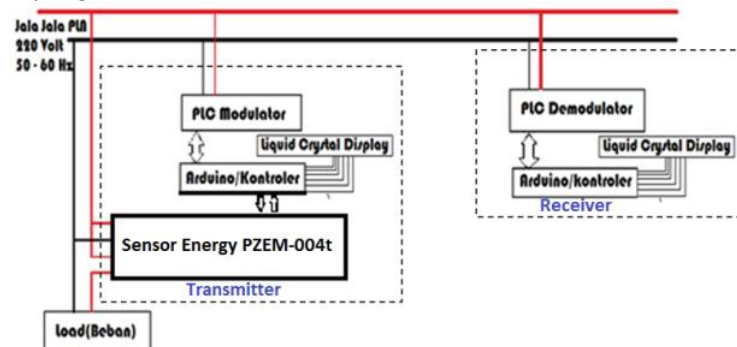
## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari studi literatur, perancangan sistem, pencarian serta pemilihan bahan, implementasi dan pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak untuk mendapatkan data hasil pengukuran untuk selanjutnya dianalisa. Lokasi penelitian mengambil tempat di Lab. Mesin-mesin listrik Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

### 2.1. Perancangan

#### 2.1.1. Skema diagram Rangkaian

Skema diagram rangkaian dari perangkat yang dirancang seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Perangkat pengirim (transceiver) terdiri dari sensor energy PZEM-004T, mikrokontroler, LCD, dan modul PLC. Sedangkan perangkat penerima receiver terdiri dari mikrokontroler Arduino, modul PLC dan LCD untuk menampilkan data yang dikirim oleh transmitter.



Gambar 1. Skema diagram Rangkaian

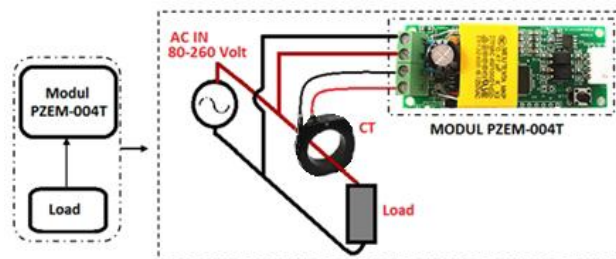
Spesifikasi dari perangkat monitoring yang dibuat adalah mampu melakukan pengukuran tegangan (V), arus (I), daya nyata (P), faktor daya (pf), serta energi listrik sesuai dengan beban terpasang dan menampilkannya pada perangkat penerima. Perangkat pengirim (transmitter) berfungsi untuk membaca besaran listrik melalui sensor energi PZEM-004T dan mengirimkannya melalui media jala-jala listrik tegangan rendah ke perangkat penerima dan selanjutnya oleh perangkat penerima (receiver) hasil pengukuran ditampilkan pada LCD secara real time.

#### 2.1.2. Konfigurasi Perangkat Keras (Hardware)

Sesuai dengan skema diagram rangkaian diatas, Perangkat dan rangkaian serta konfigurasi penunjang dari sistem monitoring yang dibangun dapat diuraikan sebagai berikut:

##### 2.1.2.1. Konfigurasi sensor PZEM-004T dengan Beban

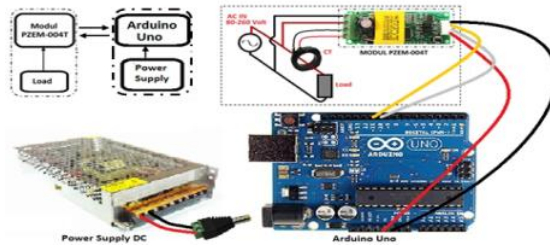
Agar dapat membaca energi listrik, konfigurasi rangkaian modul PZEM-004T dengan dapat dilihat pada gambar 2. Modul akan membaca sinyal tegangan dan arus AC melalui terminal input yang telah disediakan. Untuk membaca arus, modul tetap membutuhkan current transformer (CT).



Gambar 2. Konfigurasi Sensor PZEM-004T dengan Beban

##### 2.1.2.2. Konfigurasi Arduino dengan PZEM-004T

Konfigurasi Arduino dengan modul sensor PZEM-004T terhubung melalui jalur komunikasi serial pin Tx dan Rx dari arduino. Data hasil pengukuran sensor PZEM-004T dikirim dalam format hexadesimal. Gambar 2. Menunjukkan konfigurasi rangkaian arduino dengan sensor PZEM-004T.

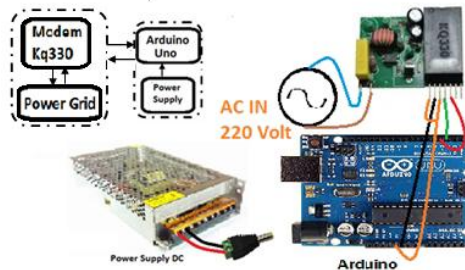


Gambar 3. Konfigurasi arduino dengan PZEM-004T

Data yang diterima oleh arduino selanjutnya diproses untuk selanjutnya ditampilkan pada LCD dan dikirim ke perangkat penerima melalui jala-jala listrik.

### 2.1.2.3. Konfigurasi Mikrokontroler dengan Modul Power Line Carrier (PLC) KQ330

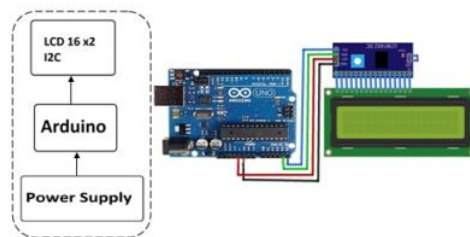
Agar dapat mengirim dan menerima informasi data pengukuran melalui jala-jala listrik, arduino harus terhubung dengan modul PLC KQ330 melalui port komunikasi serial. Modul PLC KQ 330 sendiri berguna untuk mengirim dan menerima serial data dengan menumpang pada jaringan tegangan rendah yang ada. Modul ini menyediakan bi-directional half duplex communication selama terdapat tegangan AC 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz.



Gambar 4. Konfigurasi mikrokontroler dengan modul PLC FSK KQ330

### 2.1.2.4. Konfigurasi Mikrokontroler dengan LCD 16x2 dan driver LCD I2C

Agar dapat menampilkan hasil pengukuran, perangkat penerima maupun pengirim harus terhubung dengan LCD. LCD yang digunakan memiliki 16 karakter dan 2 line. Untuk mempermudah dan meminimize rangkaian pengawatan maka digunakan I2C driver LCD

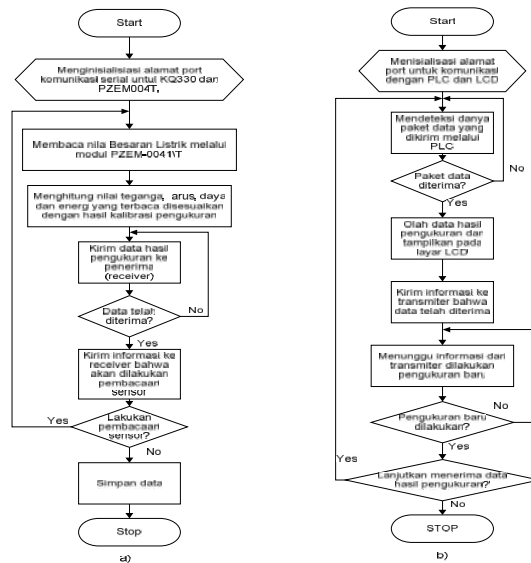


Gambar 5. Konfigurasi mikrokontroler dengan LCD 16x2

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Komunikasi antara arduino dengan sensor PZEM-004T dan modul PLC FSK KQ330 dilakukan dengan menggunakan media komunikasi serial. Dalam diagram alir pada Gambar 6.a. mikrokontroler arduino pada perangkat pengirim (*transmitter*) akan melakukan pengukuran besaran listrik dengan meminta data besaran listrik dari modul sensor energi PZEM-004T. Selanjutnya data hasil pengukuran dikirim ke perangkat penerima (*receiver*) melalui media jala-jala listrik tegangan rendah dengan menggunakan modul PLC FSK KQ330. Agar diketahui bahwa data telah diterima seperti terdeskripsi dalam diagram alir Gambar 6.b, *transmitter* melakukan *crosscheck* dengan menunggu informasi balik dari *receiver* bahwa data telah diterima. Jika data telah diterima, maka *transmitter* akan melakukan pembacaan ulang untuk mendapatkan data terbaru.

Hal ini dilakukan secara terus menerus selama tidak ada perintah untuk tidak melakukan pembacaan besaran listrik. Disisi lain, *receiver* akan menunggu adanya data yang dikirim oleh transmitter dan akan melakukan pengolahan data setelah data diterima untuk ditampilkan pada LCD. *Receiver* akan mengkonfirmasi ke *transmitter* jika data yang dikirim oleh *transmitter* telah diterima.



Gambar 61. Diagram Alir Perangkat Lunak a) pengirim, b) Penerima

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pengujian Pembacaan Energi Listrik

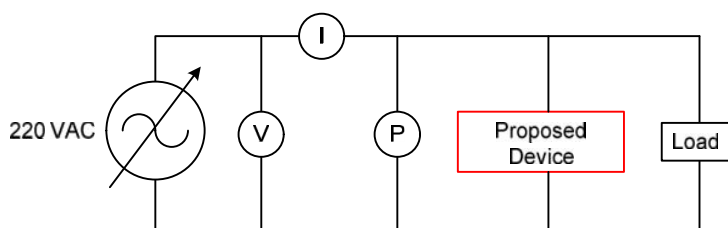
Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan beban peralatan listrik yang akan diukur melalui kotak kontak yang terhubung dengan jala-jala listrik PLN. Pengujian pengukuran menggunakan AVO meter dan watt meter yang terstandarisasi. Hasil dari pengujian pengukuran besaran listrik dengan beban 1 pompa 1 fasa 380 watt, sebuah lampu pijar 60 watt, dan Hair Dryer 1200 watt diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Pengukuran Beban

Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
Motor pompa 380 watt	220	2,081	146,5
Lampu Pijar 60 Watt	220	0.26	57.2
Hair Dryer 1200 Watt	220	5,32	1187

#### 3.4. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor PZEM-004T

Hasil dari pembacaan besaran listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T dan alat ukur standar terkalibrasi yang berfungsi sebagai pembanding agar didapat nilai simpangan dari alat ukur besaran listrik yang dirancang. Gambar 7. Memperlihatkan rangkaian percobaan perbandingan alat ukur standar dengan alat ukur yang dirancang menggunakan sensor PZEM-004T.



Gambar 7. Rangkaian pengujian akurasi pembacaan PZEM-004T dengan pembanding alat ukur standar

Pada rangkaian pengujian terdapat regulator tegangan yang berguna untuk mengatur besaran tegangan yang diberikan ke beban sehingga dapat diketahui pola perubahan arus I dan daya aktif. Berikut data hasil pengujian pembacaan dari masing-masing sensor.

Tabel 2. Hasil pengujian beban hair dryer 1200 watt

Alat Ukur standar			Alat Ukur Rancangan		
Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
214	5,22	1116	214	5,21	1127,6
216	5,26	1138	218	5,24	1142,8
218	5,32	1159	222	5,28	1180,2
220	5,37	1181	222	5,34	1190,7

Pada tabel diatas diperlihatkan hasil pengujian pembacaan alat ukur dengan menggunakan alat ukur standar (digital) dan alat ukur rancangan dengan menggunakan PZEM-004T. Beban yang digunakan pada pengujian ini adalah hair dryer 1200 watt. Pengujian dilakukan dengan mengatur input tegangan jala-jala untuk melihat perubahan arus dan daya aktif.

Pengujian selanjutnya dari sensor PZEM-004T adalah untuk mengetahui energi listrik yang dikonsumsi dengan menghitung selisih pengukuran dari kondisi awal pembacaan energi listrik dengan pembacaan akhir dalam rentang waktu satu menit hingga satu jam pemakaian. Lebih jelasnya hasil pengujian diperlihatkan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil pengukuran dari sensor PZEM-004T dengan tegangan kerja 220 Volt selama 1 menit

Beban	I (A)	V (Volt)	Konsumsi energi selama satu menit (Wh)	Daya Terukur (watt)
Motor pompa 380 watt	2.05	219	2	147,3
Lampu pijar 60 watt	0.26	220	1	59,62
Hair Dryer 1200 watt	5.33	220	18	1188

Berdasarkan hasil pengukuran (tabel 2), dapat diketahui besar simpangan alat ukur besaran listrik dengan modul PZEM-004T terhadap alat ukur standar adalah sebesar 0.34% untuk tegangan dan 0.43% untuk arus, 0.8% untuk daya nyata dan 4.11% untuk perhitungan total energi dalam waktu satu jam (Wh).

### 3.5. Hasil Pengujian pengiriman Data Hasil Pengukuran Melalui Media Jala-jala

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dibaca melalui sensor energi dan selanjutnya dikirim melalui media jala-jala listrik dapat terbaca dan ditampilkan pada LCD di sisi receiver dengan lokasi dan jarak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan di gedung Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang lantai 1. Beban yang digunakan adalah motor induksi 1 phasa 380 watt dengan PF terukur sebesar 0,32 saat kondisi motor tidak dibebani dan lampu pijar 60 watt pada fasa S.

Tabel 4. Hasil pengukuran dan penerimaan data energi listrik

Pengirim (transmitter/Tx)				Penerima (receiver/Rx)				Jarak Tx-Rx (m)	Ket. Hasil
Lokasi	I (A)	Volt	P (W)	Lokasi	I (A)	Volt	P (W)		
Lab Mesin	2,081	220	146,5	Lab Otomasi	2,081	220	146,5	9	Diterima
R. Dosen	0.27	219	56,8	Lab Otomasi	0.27	219	56.8	10	Diterima
R. Dosen	0.26	220	57.2	Lab Mesin	0.26	220	57.2	9	Diterima
R. Dosen	0.27	220	57.4	R. EL.110	0.27	220	57.4	12	Diterima
Lab Mesin	2,062	219	147	R. Dosen	2,062	219	147	9	Diterima

Hasil pengujian tabel 4. Memperlihatkan bahwa data hasil pengukuran dapat diterima oleh perangkat receiver dari ruang berbeda dan jarak yang berbeda pula. Ini menunjukkan bahwa penggunaan media jala-jala listrik

dapat digunakan untuk pengiriman informasi data selama terdapat aliran listrik pada penghantar tersebut dengan tegangan sebesar 220 volt, dan frekuensi 50Hz.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat penulis simpulkan :

1. Hasil rancangan alat pengukuran besaran listrik dengan menggunakan modul PZEM-004T dapat dilakukan secara real time dengan menampilkan besaran arus, tegangan, daya nyata dan akumulasi pemakaian energi dengan simpangan alat ukur rancangan dibandingkan dengan alat ukur standard adalah sebesar 0,34% untuk tegangan, 0,43% untuk arus, 0,82% untuk daya nyata dan 4,11% untuk energi.
2. Pengiriman data oleh perangkat *transceiver* melalui media jala-jala listrik tegangan rendah (power line) dengan memanfaatkan modem PLC FSK KQ 330 dapat diterima oleh perangkat di sisi penerima (*receiver*) dan di tampilkan pada layar monitor (LCD) sesuai dengan data besaran listrik yang dikirim oleh *transceiver*.
3. Penggunaan jala-jala listrik sebagai media pembawa informasi menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi dimana pengiriman dan penerimaan data dapat dilakukan dalam dari tempat yang berbeda selama jala-jala masih teraliri tegangan 1 fasa 220 volt AC dengan frekuensi 50 Hz dan dalam fasa yang sama.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino, 2017. *Getting Started with Arduino and Genuino UNO*. [Online] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>[Diakses 12 March 2018].
- Arihutomo, M., Rivai, M. & Suwito, 2012. Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-Jala Menggunakan Power Line Carrier. *Intek ITS*, Volume 1, pp. A150-A153.
- Diah. r., Rizal, A. G. & Z. S., 2016. Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Prabayar dengan Menggunakan Arduino. *Kinetik*, Volume 1, pp. 47 - 54.
- Nisha, S. P. P. & all, e., 2016. RF Based Data Communication Between Industrials PLC's Using Kq330 Module. *International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering*, Issue ISSN: 2347-6982.
- Nusa, Temy., 2015. Alat Monitoring Konsumsi energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *Teknik Elektro dan Komputer, UNSRAT*, Volume 4, pp. 19 - 26.
- Sunanda, W. & Dinata, I., 2014. Penerapan Perangkat Wireless Monitoring energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet. *Amplifier*, Volume 4, pp. 21 - 23.
- Wiyono, G., 2017. *Perencanaan Manajemen energi (Energy Management Planning)*. [Online] Available at: <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-giri-wiyono-mt/d-perencanaan-manajemen-energi-listrik.pdf>[Diakses 5 February 2018].

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Tim UPPM PNUP yang telah banyak membantu dalam penyelesaian kegiatan penelitian ini terutama dalam penyediaan alokasi anggaran penelitian rutin institusi yang tertuang dalam Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian No: 018 /PL10.13/PL/2018, Tanggal 2 April 2018, sehingga penulis dapat terbantu dalam mengadakan peralatan yang terkait dengan kebutuhan penelitian.