

Sistem Pengukuran dan Pengiriman Data Arus Listrik menggunakan *Power Line Carrier*

Muhamad Fajri¹, dan Risfendra²

¹Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, 25131, Indonesia

muhamadfajri71@gmail.com¹, risfendra@ft.unp.ac.id²

Abstract— *Power Line Carrier (PLC) is a system that utilizes the electricity network as a communication medium for both control centers, generators and substations. One of several hundred kilometers without the use of repeaters. The PLC used in this study was designed based on the FSK-KQ330. The sensor used is the ACS712 sensor, voltage sensor, microcontroller as adc and displays the measurement data of the electric current on the 16x2 LCD. In this study, the current data to be sent from the transmitter to the receiver is the current data with the laptop as a load. The current measurement result from the sensor is 1153mA. And after sending it to the receiver using a Power Line Carrier modem the data reads 1153mA. The success rate of sending electric current data using Carrie's Power Line from the transmitter to the receiver is 100% in one building with a transfer rate of 9800 boltrate (serial link speed).*

Keywords— *Power Line Carrier, microcontroller, sensor.*

Abstrak— *Power Line Carrier (PLC) adalah suatu sistem yang memanfaatkan jaringan listrik sebagai media komunikasi baik untuk pusat kontrol, pembangkit dan gardu induk. Salah satu kelebihan lain dari PLC ini adalah kemampuannya untuk bisa digunakan dalam jarak yang sangat jauh beberapa ratus kilometer tanpa menggunakan repeater. PLC yang digunakan pada penelitian ini dirancang berdasarkan pada FSK-KQ330. Sensor yang digunakan adalah sensor ACS712, sensor tegangan, mikrokontroler sebagai adc dan menampilkan data hasil pengukuran arus listrik pada LCD 16x2. Pada penelitian ini, data arus yang akan dikirim dari transmiter ke receiver adalah data arus dengan laptop sebagai beban. Hasil pengukuran arus dari sensor adalah sebesar 1153mA. Dan setelah dikirim ke receiver dengan menggunakan modem Power Line Carrier data yang dibaca 1153mA. Tingkat keberhasilan pengiriman data arus listrik menggunakan Power Line Carrie dari transmiter ke receiver 100% dalam satu gedung dengan kecepatan transfer 9800 baudrate (kecepatan hubungan serial).*

Kata kunci— *Power Line Carrier, microcontroller, sensor.*

I. PENDAHULUAN

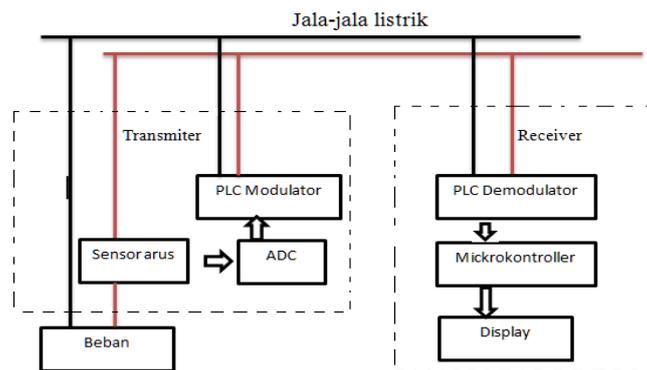
Power Line Carrier (PLC) adalah suatu sistem yang memanfaatkan jaringan listrik sebagai media komunikasi baik untuk pusat kontrol, pembangkit dan gardu induk. Fitur yang terbesar adalah bahwa sistem ini tidak perlu membangun kembali jaringan, dan selama ada kawat, transmisi data dapat dilakukan [1]. Jadi kabel transmisi bukan hanya membawa sinyal listrik (50Hz – 60Hz) tetapi juga membawa sinyal komunikasi (40KHz – 500KHz). Salah satu kelebihan lain dari *Power Line Carrier (PLC)* ini adalah kemampuannya untuk bisa digunakan dalam jarak yang sangat jauh beberapa ratus kilometer tanpa menggunakan repeater.

Teknologi PLC (*Power Line Carrier*) diharapkan dapat menjadi solusinya. PLC merupakan teknologi yang memanfaatkan aliran listrik yang berbentuk gelombang sinusoida sebagai media komunikasi sinyal suara dan data dari jaringan listrik yang sudah ada yang dibangkitkan oleh pusat-pusat pembangkit dalam bentuk 3 fasa. Dengan teknologi PLC sinyal-sinyal komunikasi data dan suara dapat ditumpangkan atau diinjeksikan ke jaringan listrik tegangan rendah 220 volt yang memiliki frekuensi 50/60 Hz. [2].

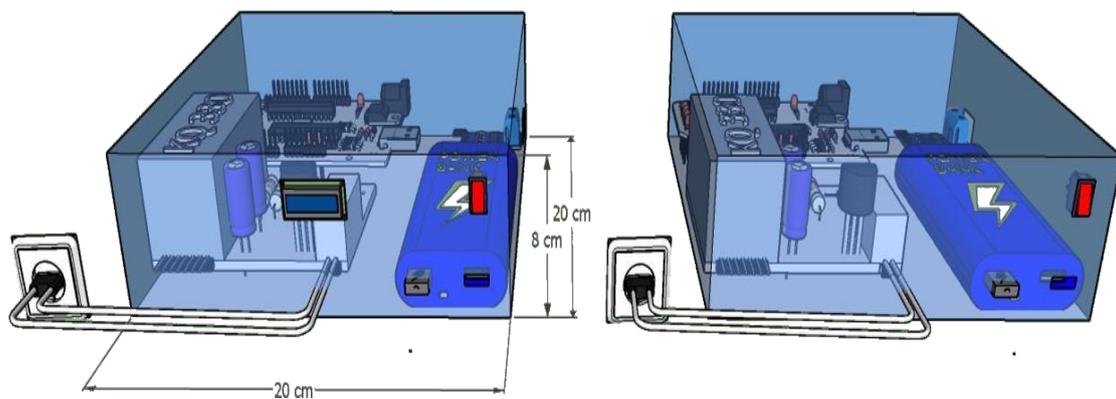
PLC mempunyai potensi pasar yang sangat besar dengan jangkauan yang luas, karena pelanggan PLC berasal dari pelanggan listrik. Pelanggan listrik di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, pelanggan listrik pada akhir tahun 2009 sudah mencapai 40,27282 juta pelanggan [3].

Penelitian tentang penerapan *Power Line Carrier (PLC)* pada tugas akhir sebelumnya digunakan untuk pemantauan petugas keamanan lingkungan perkantoran berbasis power line carrier, menyimpulkan bahwa Peralatan keamanan lingkungan perkantoran dapat dibuat dari banyak tempat menggunakan power line carrier karena teknologi power line carrier dapat menjangkau jarak yang jauh dengan menggunakan jaringan listrik yang telah terpasang. Komunikasi antara 2 buah mikrokontroler dapat terjadi dengan bantuan power line carrier sebagai pengirim dan penerima data [4].

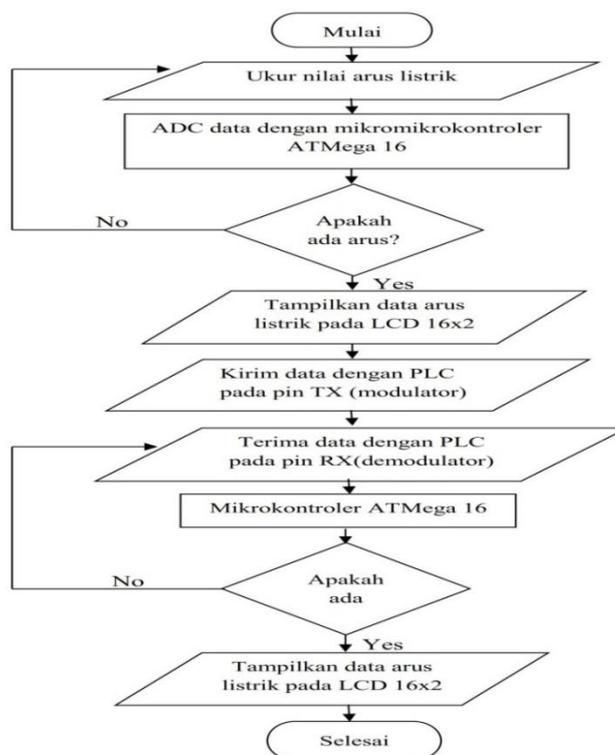
Penelitian tentang hasil pengukuran dan pengiriman menggunakan *Power Line Carrier (PLC)* menghasilkan tingkat keakuratan yang tinggi, tidak terdapat perbedaan data antara transmiter dan receiver. Jadi dapat disimpulkan bahwa sejauh apapun jarak ruangan dalam satu gedung jika selagi masih dialiri tegangan 220 Volt AC(50Hz), data yang dikirim dan diterima tetaplah sama [5].



Gambar 1. Diagram skema alat secara keseluruhan meliputi *Transmitter* dan *receiver*



Gambar 2. Rancangan Alat tampak depan



Gambar 3. *Flowchart* Diagram Pengukuran dan Pengiriman Data

II. METODE

A. Deskripsi Perancangan Alat

Deskripsi perancangan alat secara keseluruhan, sistem pengukuran dan pengiriman data arus listrik menggunakan *Power Line Carrier* (PLC) yang dapat dilihat pada Gambar 1. Meliputi sensor arus, Mikrokontroler, modulator, dan demodulator *Power Line Carrier* (PLC).

Dari uraian skema diagram alat tersebut pada sisi *transmitter* arus listrik akan di deteksi oleh sensor arus, selanjutnya hasil pembacaan sensor arus berupa analog akan dikonversi ke digital dengan menggunakan fitur ADC (Analog digital converter) pada mikrokontroler ATmega16. Sehingga data yang dihasilkan berupa data digital. Selanjutnya data akan dikirim ke jala-jala listrik dengan menggunakan modulator *Power Line Carrier* (PLC). Data yang dibawa pada jala-jala listrik masuk ke bagian penerima. Selanjutnya sinyal data akan dipisahkan dengan sinyal pembawa (Listrik Frekuensi 50Hz) dengan menggunakan demodulator. Data yang diterima akan dikirimkan pada pin rx oleh mikrokontroler, dan selanjutnya akan ditampilkan pada LCD.

B. Rancangan Hardware

Perancangan *hardware* merupakan suatu tahapan dalam pembuatan suatu perangkat keras. Perancangan ini bertujuan untuk memudahkan serta mengurangi tingkat kesalahan dalam membuat perangkat keras sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Pada perancangan *hardware* alat ini meliputi perancangan *power line carrier*.

C. Flowchart Program

Pada Gambar 3 program diawali dengan mengukur arus listrik pada bagian *transmitter* yang dilakukan oleh sensor arus ACS712. Hasil pembacaan dari sensor arus ACS712 berupa data *analog*, kemudian data *analog* dikonversikan menjadi data digital dengan menggunakan fasilitas ADC mikrokontroler ATmega16. Hasil dari konversi data tersebut akan ditampilkan pada LCD16x2, dan dikirim menggunakan modulator *Power line carrier* (PLC). Pada bagian *receiver* data diterima oleh demodulator *Power line carrier* (PLC), data akan dibaca oleh mikrokontroler ATmega16 kemudian data ditampilkan di LCD 16x2.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengujian Sensor

Pada penelitian ini menggunakan sensor tegangan ZMPT101B, saat tegangan input sebesar 220V tegangan output pada sensor akan terukur sebesar 0.331V. Hal yang sama kita dapat pada sensor arus ACS712(20) saat kenaikan nilai arus yang terukur sebesar 4.93A maka

tegangan output sensor akan terukur sebesar 0.466V, maka diperlukan proses *kalibrasi* agar nilai yang terukur 0.331V akan senilai dengan 220V dan nilai 0.466V senilai dengan 4.93 A hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai pengukuran yang presisi.

1. Pengujian Dan Analisis Sensor Arus

a. Sensor ACS712

Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus motor induksi tiga fasa pada saat beroperasi dan sebagai perbandingan untuk menemukan *error* dan *persentase* kesalahan maka digunakan *multimeter digital* Fluke 373. Pada Tugas Akhir ini arus yang dideteksi hanya pada satu fasa saja yaitu pada fasa R, untuk fasa S dan fasa T pendeteksiannya dilakukan dengan pengukuran *multimeter digital* Fluke 373. Pengukuran arus ketiga fasa dilakukan untuk mengetahui apakah arus ketiga fasa tersebut seimbang atau tidak seimbang (*unbalance current*) karena pada kebanyakan kasus tidak seimbangnya arus disebabkan oleh terjadinya tegangan tidak seimbang (*unbalance voltage*), selain itu bisa juga disebabkan oleh jumlah belitan masing-masing fasa motor ataupun oleh tidak meratanya gap antara stator dengan rotor

Tabel 1. Hasil pengukuran arus menggunakan *multimeter digital* Fluke 373 dengan sensor ACS712

| Arus (A) | |
|-------------------------------|------------|
| <i>Multimeter Digital</i> (A) | ACS712 (A) |
| 4.4 | 4.27 |

Persentase kesalahan antara nilai arus yang terukur dengan *multimeter digital* (nilai sebenarnya) dengan nilai arus yang terukur dengan sensor ACS712 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maka, \% Kesalahan} &= \frac{MD - ACS712}{MD} \times 100\% \\ &= \frac{4.4 A - 4.27 A}{4.4 A} \times 100\% \\ &= 0.029 \% \end{aligned}$$

b. Pengujian Sensor ZMPT101B

Tegangan yang dideteksi hanya pada satu fasa saja yaitu pada fasa R, untuk fasa S dan fasa T pendeteksiannya dilakukan dengan pengukuran *multimeter digital* Fluke 373. Pengukuran tegangan ketiga fasa dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan ketiga fasa tersebut seimbang atau tidak seimbang (*unbalance voltage*).

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan menggunakan *multimeter digital* Fluke 373 dengan sensor ZMPT101B

| Tegangan | |
|-------------------------------|--------------|
| <i>Multimeter Digital</i> (V) | ZMPT101B (V) |
| 232.8 VAC | 215,36 VAC |

Persentase kesalahan antara nilai tegangan yang terukur dengan *multimeter digital* (nilai sebenarnya) dengan nilai tegangan yang terukur dengan sensor ZMPT101B sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Maka, \% Kesalahan} &= \frac{MD - ZMPT101B}{MD} \times 100\% \\ &= \frac{232.8 \text{ VAC} - 215.36 \text{ VAC}}{232.8 \text{ VAC}} \times 100\% \\ &= 0.074 \% \end{aligned}$$

B. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sistem minimum bekerja dengan baik, maka diadakan pengetesan pada jalur-jalur port yang dimiliki oleh Mikrokontroler ATmega16.

Tabel 3. Data Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.

| Pengukuran Pada Port | Hasil pengukuran Tegangan Volt DC |
|----------------------|-----------------------------------|
| Port A | 4.4 Volt DC |
| Port B | 4.5 Volt DC |
| Port C | 4.5 Volt DC |
| Port D | 4.4 Volt DC |

Hasil Pengukuran tegangan output (Volt) Port A 4,98, Port B 4,98, Port C 4,98, Port D 4,98. Dari hasil yang diperoleh rata-rata tegangan keluaran pada Port sebesar 4,98 Volt DC. sehingga bisa dipastikan sistem minimum dapat bekerja dengan baik karena mikrokontroler memerlukan daya sebesar 4.5-5.5 VDC.

C. Pengujian LCD

Untuk mengetahui apakah *Liquid Crystal Display* (LCD) bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukan pengujian LCD dengan menghubungkan Pin data LCD ke port D pada mikrokontroler ATmega16 yang telah terisi program pengujian LCD. Pengujian LCD Character 16x2 dilakukan untuk mendapatkan tampilan berupa karakter (huruf, angka, dsb) yang sesuai dengan keinginan. Dimana karakter-karakter tersebut akan tampil dalam layar LCD tersebut. Agar LCD dapat menampilkan karakter (huruf, angka, dsb) maka IC mikrokontroler diprogram. Program yang dimasukkan ke dalam IC mikrokontroler adalah program yang berguna untuk menampilkan karakter (huruf angka, dsb) pada layar LCD. Berikut adalah potongan listing program dalam pengujian LCD.

D. Pengujian Sistem Pada Rangkaian Pengirim (*Transmitter*) Dan Penerima (*Receiver*)

Pada rangkaian *transmitter* komponen terdiri dari sensor arus ACS712, sensor tegangan, mikrokontroler sebagai adc dan menampilkan data hasil pengukuran arus listrik pada LCD 16x2. Perbedaan terjadi pada sisi rangkaian receiver yaitu tidak adanya pemakaian sensor ACS712. Pada percobaan ini sensor ACS712 dipakai untuk mengukur arus listrik dengan laptop sebagai beban. Dan hasil pengukuran dari sensor ACS712 arus listrik terdeteksi sebesar 1153mA. Maka akan muncul tampilan LCD 16x2 seperti gambar 23 dibawah ini.



Gambar 4. Tampilan Data Pengukuran Arus Listrik Pada LCD 16x2

Dari hasil pengamatan pada gambar 23 Tampilan data pengukuran arus listrik pada LCD 16x2 hasil telah dipastikan bahwa seluruh sistem yang meliputi sensor ACS712, mikrokontroler dan LCD sudah dapat digunakan.

E. Pengujian *Power Line Carrier* (PLC)

Untuk mengetahui *Power Line Carrier* bekerja dengan baik, maka dilakukan percobaan pengiriman data. Data yang akan dikirim akan diprogram dan dimasukkan ke IC mikrokontroler. Program yang dimasukkan ke IC adalah program untuk mengirimkan data berupa angka 123.

```
Print "123"
End If
Cls
Home
Lcd "123"
```

Gambar 5 Listing Program Basic Untuk Mengirimkan Data (*Transmitter*)

Pada program ini perintah syntax Print "123" berfungsi untuk mengirimkan data berupa angka 123 ke bagian Tx. Dan tampil di LCD 16 x2 bagian atas.

```

Wait 2
Y = ""
X = 0
Cls
Home
Lcd " " ; Y ;
Waitms 200
X = 0
Y = ""

```

Gambar 6 Listing Program Basic Untuk Menerima Data (receiver)

F. Pengujian Pengiriman Data Arus Listrik Dengan Power Line Carrier

Pengujian pengiriman data arus listrik ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai arus tampil kedua sisi *transmitter* dan *receiver*. Rangkaian sistem pada *receiver* hampir sama dengan sistem pada *transmitter* akan tetapi, terdapat beberapa perbedaan diantaranya sebuah sensor arus listrik pada sistem *transmitter*. Sensor arus ACS712 digunakan untuk mendeteksi arus listrik yang melewati sensor ketika beban sudah dinyalakan. Untuk mendeteksi arus listrik sensor ACS712 dipasang seri dengan beban listrik. Ketika beban dinyalakan maka sensor ACS712 akan mendeteksi besar nilai arus pada rangkaian, nilai arus di outputkan menuju salah satu Port ADC pada mikrokontroler ATmega16 yang berfungsi sebagai pengubah tegangan analog kedigital.



Gambar 7. Tampilan Nilai Data Arus Listrik Pada LCD 16x2 (Transmitter)

Pada penelitian ini, data arus yang akan dikirim dari transmitter ke receiver adalah data arus dengan laptop sebagai beban. Hasil pengukuran arus dari sensor adalah sebesar 1153mA. Dan setelah dikirim ke receiver dengan menggunakan modem Power Line Carrier data yang dibaca 1153mA.



Gambar 8. Tampilan Nilai Data Arus Listrik Pada LCD 16x2 (receiver)

G. Perbandingan Antara Pengukuran

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui berapa perbandingan antara sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B dengan Multimeter Digital. Caranya yaitu mengambil data pengukuran arus listrik dengan besar beban yang sama.

Tabel 4. Pengukuran arus listrik dengan menggunakan Multimeter Digital dan sensor

| Beban (Lampu) watt | Hasil Pengukuran | | | |
|--------------------|------------------|------------|----------|------------|
| | ACS12 | Multimeter | ZMPT101B | Multimeter |
| 100 | 1615mA | 415 mA | 235 v | 229.5 v |
| 200 | 2769mA | 815 mA | 232 v | 226.3 v |
| 300 | 3923mA | 1215mA | 234 v | 228.6 v |
| 400 | 4715mA | 1615mA | 235 v | 229.5 v |

Dari hasil pengukuran pada tabel 4 data hasil pengukuran arus ACS712 dan sensor ZMPT101B nilainya tidak sama dengan data pengukuran pada multimeter digital, penyebabnya karena sensor Arus ACS712 dan sensor ZMPT101B sangat sensitif terhadap gangguan, oleh sebab itu pengkalibrasian pada sensor ACS712 dan ZMPT101B belum sempurna.

IV. PENUTUP

Kelebihan menggunakan sensor ACS712 sebagai transduser arus adalah harga yang relatif murah, ukuran yang kecil, sensor arus ini memiliki tahanan isolasi sampai 3 x *over current*. Akan tetapi hasil pengukuran arus listrik dengan menggunakan ACS712 masih belum presisi. Keuntungan menggunakan Power Line Carrier sebagai media transmisi data diantaranya tidak perlu membangun kembali jaringan transmisi data, komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan 220 volt (50Hz–60Hz) yang telah ada sehingga bisa menghemat waktu, tenaga biaya untuk saluran komunikasi.

Tingkat keberhasilan pengiriman data arus listrik menggunakan *Power Line Carrie* dari transmitter ke *receiver* 100% dalam satu gedung dengan kecepatan transfer 9800 baudrate (kecepatan hubungan serial). Jaringan listrik memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai

media komunikasi, seperti pengiriman data hasil monitoring, atau untuk aplikasi-aplikasi lainnya.

REFERENSI

- [1] Yin Qun, Zhang Jianbo. *Design of Power Line Carrier Communication System based on FSK-KQ330*. China. Jurnal Management Engineering and Science from Kunming University of Science and Technology, China Vol. 62 No 03, 2014.
- [2] Kristiana, Rita. "Rancang Bangun Proses Penyambungan Switching pada Sistem PLC (*Power Line Communication*)". *Tugas Akhir*. Depok. Universitas Indonesia. 2008.
- [3] Andrianto, Heri. Kajian Penerapan Teknologi Broadband Over Powerlines di Indonesia. *Electrical Engineering Journal*. ISSN 1979-2867 Vol. 1 No. 1. 2010.
- [4] Rahmadani, Alan. Pemantauan Petugas Keamanan Lingkungan Perkantoran Berbasis Power Line Carrier. *Tugas Akhir*. Padang: Politeknik Negeri Padang. 2017
- [5] Alfahrizi, afdol. Rancangan Bangunan Alat Monitoring Suhu Tranfomator Menggunakan PowerLine Carrier Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. Padang:Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang. 2017.
- [6] Abubakar, dkk. "Calibration of ZMPT101B Voltage Sensor ModSule using Polynomial Regression for Accurate Load Monitoring". *APRN Journal of Engineering and Applied Sciences* Vol 12 No. 4. 2017.

Biodata Penulis

Muhamad Fajri, dilahirkan di Padang Ganting, 08 Agustus 1995. Menyelesaikan studi DIV Teknik Elektro Industri pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Risfendra, S.Pd, M.T, Ph.D, lahir di Riau, 13 Februari 1979. Sarjana Teknik Elektronika di Universitas Negeri Padang, lulus tahun 2004, S2 Teknik Sistem Pengaturan, ITS tahun 2008. S3 *Shouten Taiwan University, of science and technology*, Taiwan tahun 2017. Staf pengajar pada Jurusan Teknik Elektro FT UNP sejak tahun 2005 – sekarang.