

# Power Line Carrier (PLC) sebagai Media Pendeteksi Fasa Pelanggan Tegangan Rendah

Anang Dasa Novfowan <sup>a\*)</sup>, Mochammad Mieftah <sup>a)</sup>, Wijaya Kusuma <sup>a)</sup>  
Slamet Nurhadi <sup>a)</sup>

(Artikel Diterima : September 2023, Direvisi : Oktober 2023)

**Abstract:** *With so many distribution substations and the number of household customers, most of whom are single-phase low voltage customers, customer phase verification becomes very important in the load balancing proces. The customer phase detection system that has been studied previously, using radio frequency communication media over the air, is considered less valid if used in border areas between 2 (two) distribution substations. It is felt that the low voltage customer phase detection method will be more valid if it is carried out via Power Line Carrier (PLC) media, namely data communication via electrical lines. And this system consists of two devices, namely a transmitter (called the Master) which is installed on the LV Panel and a receiver (called the Slave) which is carried by the mobile to the detected phase point Short distance phase detection using Power Line Carrie from transmitter to receiver has a 100% success rate in one sub-panel with a transfer speed of 9600 baudrate, with an average detection time for short distances of 5 seconds. For long distance detection, sometimes the detection time is relatively long ( $\pm 120$  seconds) or even failed, possibly due to the quality of the connection along the conductor being detected, thus causing noise in the network.*

**Keywords:** Customer Phase, Load Balancing, Power Line Carrier (PLC).

## 1. Pendahuluan

Terkait dengan data pelanggan PLN pada tahun 2021, yang mencatat jumlah pelanggan mencapai 82.543.980 orang, dengan mayoritas di antaranya adalah pelanggan rumah tangga (R) sebanyak 75.701.985 pelanggan, atau sekitar 91,71%. Lebih lanjut, sebagian besar pelanggan rumah tangga di Indonesia termasuk dalam kategori pelanggan rumah tangga kecil yang menerima pasokan listrik satu fasa. Karena jumlah pelanggan rumah tangga kecil dengan sambungan listrik satu fasa sangat besar, maka keberadaan data yang valid mengenai fasa pelanggan menjadi sangat penting. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses penyeimbangan beban, terutama ketika terjadi ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi, yang disebabkan oleh variasi karakteristik pembebanan dari masing-masing pelanggan.

Namun, di lapangan, masih terdapat banyak data mengenai fasa pelanggan yang tidak valid. Situasi ini memperlambat proses penyeimbangan beban karena pengujian harus dilakukan secara coba-coba (trial and error). Akibatnya, hal ini tidak hanya merugikan pelanggan yang mengalami gangguan pasokan listrik, tetapi juga berdampak pada kerugian PLN karena ketidakmaksimalan penjualan listrik. Oleh karena itu, dalam upaya meningkatkan pelayanan pelanggan, terutama dalam hal mempercepat proses penyeimbangan beban, terdapat kebutuhan untuk memverifikasi data mengenai fasa pelanggan. Dengan cara ini, diharapkan dapat mempercepat proses penyeimbangan beban trafo distribusi.

Dalam upaya untuk meningkatkan pelayanan pelanggan dan mempercepat proses penyeimbangan beban, penelitian sebelumnya telah mencoba merancang peralatan yang dapat mendeteksi fasa pelanggan dengan menggunakan media komunikasi melalui gelombang radio. Namun, penelitian tersebut menemukan bahwa pendeteksi fasa pelanggan yang mengandalkan media komunikasi udara mungkin akan mengalami kendala pada daerah perbatasan antara dua gardu distribusi, dan juga ketika berada dalam jangkauan sinyal radio yang terbatas.

Dengan kata lain, meskipun pendeteksi dapat mengidentifikasi fasa pelanggan dari gardu lain, informasi ini mungkin tidak selalu sesuai dengan fasa referensi dan oleh karena itu menjadi kurang valid. Oleh karena itu, penelitian ini lebih berfokus pada pendeteksian fasa pelanggan melalui jaringan listrik dengan judul

penelitian "Power Line Carrier (PLC) sebagai Media Pendeteksi Fasa Pelanggan Tegangan Rendah.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Power Line Carrier (PLC)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Arihutomo pada tahun 2012, disebutkan bahwa PLC (Power Line Carrier) adalah sebuah sistem yang memanfaatkan jaringan listrik sebagai saluran komunikasi. PLC digunakan untuk pengiriman data dan informasi antara pusat kontrol, pembangkit listrik, dan gardu induk melalui jalur listrik yang juga digunakan untuk mentransmisikan tenaga listrik. Sederhananya, jalur listrik yang biasanya hanya berfungsi sebagai penyedia aliran listrik, melalui PLC, juga dapat digunakan sebagai saluran komunikasi data. Dalam implementasinya, digunakan perangkat bernama Power Line Adapter untuk mengubah sinyal data menjadi transmisi melalui jalur listrik. Penting untuk dicatat bahwa sebagian besar Power Line Adaptor telah dilengkapi dengan enkripsi data dalam transmisinya, sehingga penggunaannya aman dan tidak perlu khawatir terkait keamanan data. Dengan demikian, Power Line Communication (PLC) adalah teknologi yang memungkinkan penggunaan jaringan internet melalui jalur listrik yang ada, tanpa perlu menginstal kabel tambahan, sehingga sangat cocok untuk pemilik rumah minimalis yang ingin menghindari penambahan kabel baru.

### 2.1 Cara Kerja Power Line Communication

Power Line Communication memungkinkan penggunaan setidaknya 2 Power Line Adapters, di mana satu berperan sebagai pengirim (penyalur) dan yang lainnya sebagai penerima. Berikut adalah panduan langkah-langkah penggunaan Power Line Adapter:

- Hubungkan Power Line Adapter pertama ke kabel LAN yang terhubung dengan modem atau sumber internet Anda.
- Sambungkan Power Line Adapter pertama ke sumber listrik terdekat.
- Selanjutnya, hubungkan Power Line Adapter kedua sebagai penerima ke sumber listrik di lokasi atau lantai yang berbeda

(penting untuk memastikan bahwa keduanya dalam satu aliran listrik).

Jika Power Line Adapter kedua memiliki kemampuan WLAN (Wi-Fi), aktifkan dan konfigurasi jaringan nirkabel tersebut. Namun, jika tidak dilengkapi WLAN, Anda harus menggunakan router atau perangkat WLAN tambahan untuk mengatur jaringan nirkabel. Setiap Power Line Adapter memiliki jumlah node maksimum yang berbeda, tergantung pada merek dan model yang digunakan. Jika Anda memiliki rumah dengan area yang luas, Anda dapat menggunakan lebih dari 2 Power Line Adapters untuk memperluas jaringan internet di rumah Anda. Power Line Communication tidak hanya memindahkan sinyal listrik pada frekuensi 50Hz-60Hz. Salah satu keunggulan PLC adalah kemampuannya untuk beroperasi pada jarak yang sangat jauh, mencapai beberapa ratus kilometer, tanpa perlu menggunakan repeater. Sinyal PLC disisipkan ke dalam saluran transmisi melalui perangkat PLC Coupling, yang umumnya terdiri dari Coupling Capacitor (CC) atau Capacitive Voltage Transformer (CVT) dan jenis PLC Line Trap yang dikenal sebagai DLTC. PLC Coupling berfungsi untuk menghambat frekuensi sinyal listrik (50Hz - 60Hz) dan memungkinkan frekuensi sinyal komunikasi (40kHz - 500kHz) untuk beroperasi, sambil melindungi perangkat dari Transient Overvoltage yang dapat disebabkan oleh switching atau petir. Jaringan listrik dapat dimanfaatkan sebagai saluran komunikasi untuk sinyal suara dan data dalam bentuk Power Line Carrier (PLC). Konsep utama PLC adalah menumpangkan sinyal frekuensi tinggi pada jalur listrik untuk mentransmisikan data. Namun, perlu dicatat bahwa frekuensi yang digunakan dalam PLC berkisar antara 50kHz hingga 30MHz.

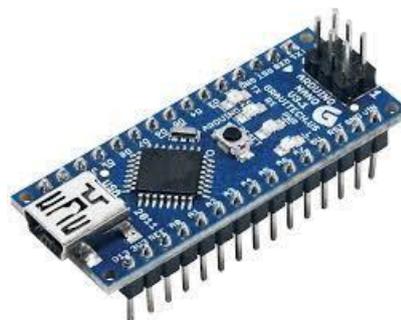
Kelebihan PLC meliputi:

- Instalasi yang mudah: Pemasangan perangkat PLC pada gardu distribusi sebuah bangunan memungkinkan komunikasi antar komputer di seluruh bangunan dengan mudah.
- Biaya rendah: Instalasi jaringan PLC memanfaatkan infrastruktur listrik yang sudah ada, sehingga mengurangi biaya pembangunan jaringan baru.
- Perawatan yang sederhana: Perawatan jaringan listrik juga mencakup jalur data, karena keduanya menggunakan media yang sama.
- Portabilitas: Dengan teknologi PLC, pengguna dapat mengakses internet, menjalankan browsing, dan memeriksa email dari mana saja selama terdapat stop kontak.

## 2.2 Arduino Nano

Arduino adalah platform sumber terbuka yang digunakan dalam komputasi fisik. Arduino bukan sekadar alat pengembangan, melainkan gabungan dari perangkat keras, bahasa pemrograman, dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis program, mengkompilasi program menjadi kode biner, dan mengunggahnya ke dalam memori mikrokontroler. Arduino Nano, pada sisi lain, adalah papan mikrokontroler yang kompak dan mendukung penggunaan breadboard. Papan ini didasarkan pada mikrokontroler ATmega328 (untuk versi Arduino Nano 3.x) atau Atmega 16 (untuk versi Arduino 2.x). Meskipun Arduino Nano memiliki fungsi yang serupa dengan Arduino Duemilanove, namun dikemas dalam bentuk yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan

konektor DC Barrel Jack, melainkan terhubung ke komputer melalui port USB Mini-B. Perusahaan Gravitech bertanggung jawab atas desain dan produksi Arduino Nano.



GAMBAR 2.1. ARDUINO NANO

## 2.3 Modul PLC KQ-330

Modul KQ-330, merupakan sarana komunikasi data melalui jala-jala listrik, memungkinkan transmisi data berkecepatan tinggi melalui saluran listrik yang ideal untuk aplikasi di lingkungan perumahan (rumah) dan komersial (kantor, apartemen, hotel, gudang). Dengan teknologi ini, Anda dapat mengakses internet tanpa perlu menginstal kabel tambahan. Modul ini memungkinkan pembentukan jaringan yang dapat mengangkut video, suara, dan data dengan lancar. Power Line Communication (PLC) adalah sistem yang mengirim data melalui konduktor listrik yang digunakan untuk mendistribusikan daya listrik ke konsumen. PLC juga dikenal sebagai power line carrier, power line digital subscriber line (PDSL), komunikasi listrik, power line telecom (PLT), power line networking (PLN), dan broadband over power lines (BPL).



GAMBAR 2.2. MODUL KQ 330

Modul KQ-330 adalah sebuah modem yang digunakan dalam Power Line Communication (PLC) untuk mengirim dan menerima data serial melalui kabel listrik AC utama yang ada. Modem ini memiliki tingkat ketahanan yang tinggi terhadap gangguan dari

kebisingan listrik pada saluran listrik dan dilengkapi dengan sistem pemeriksaan kesalahan yang membuat data yang ditransmisikan tetap terjaga. Modem ini berbentuk modul sirkuit siap pakai yang mampu menyediakan komunikasi dua arah dengan kecepatan baud rate 9600. Ukurannya yang kecil memungkinkan untuk diintegrasikan ke dalam sistem komunikasi data pada jala-jala listrik pengguna.

## 2.4 Langkah –langkah pengolahan data

Sistematika pelaksanaan dari tahap persiapan dijelaskan dalam bagan alir yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pemilihan modul PLC

Modul PLC yang akan digunakan adalah modul komunikasi data melalui media jaringan listrik (Power Line Carrier) menggunakan modul Power Line Carrier (PLC) FSK KQ- 330 tegangan rendah 220 Volt (freq 50 Hz – 60 Hz).

- Perancangan Pendeteksi Fasa

Perancangan Sistem pendeteksi Fasa dengan media komunikasi Power Line Carrier (PLC), meliputi perancangan modul Trasmmitter sebagai Referensi Fasa, dan modul Receiver untuk pendeteksi fasa pelanggan yang dibawa *mobile* oleh operator.

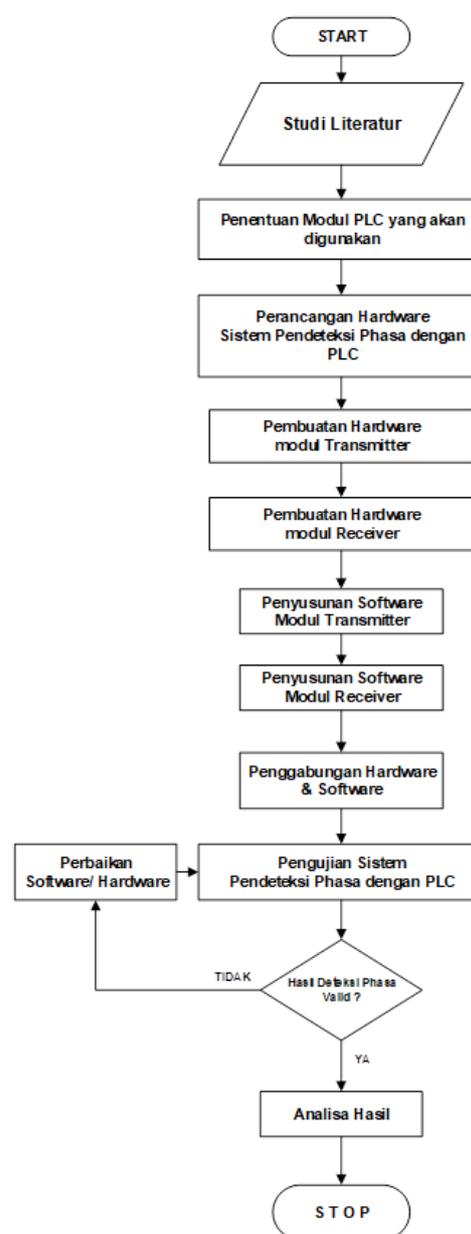
- Master (Transmitter)

Master atau Trnasmmitter adalah peralatan yang menentukan dan mengirimkan kode fasa referensi ke perangkat Slave (Receiver)

- Slave (Receiver)

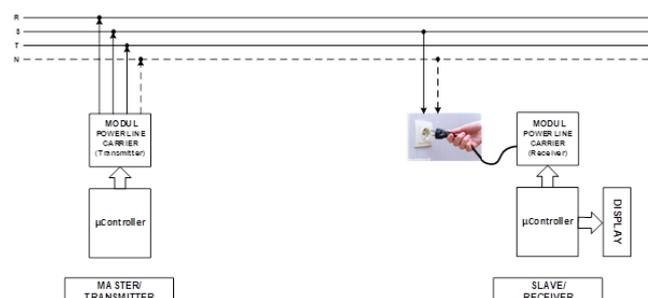
Slave atau Receiver adalah peralatan yang menerima data dari perangkat Master atau Transmitter, untuk menentukan fasa pelanggan.

Dengan langkah – langkah yang ditunjukkan pada diagram penelitian maka bisa dilakukan awal mula pekerjaan sampai mengakhiri pekerjaan.



GAMBAR 2.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

## 2.5 Blok Diagram Pendeteksian Fasa



GAMBAR 2.4 BLOK DIAGRAM SISTEM

Dalam perencanaan peralatan ini terdiri dari 2 (dua) peralatan yaitu Master dan Slave :

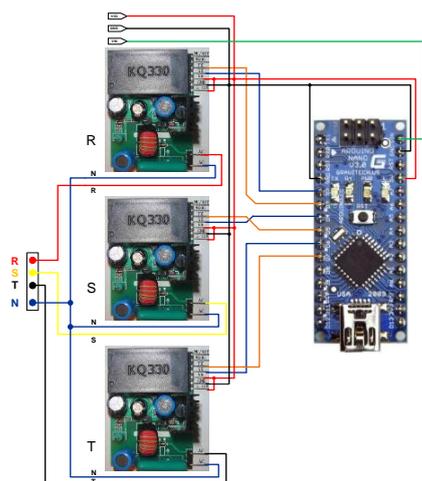
- **Master**, peralatan yang berfungsi mengirimkan data berbentuk Text yang sesuai dengan label fasa pada panel utama atau gardu distribusi melalui *Power Line Carrier (PLC)*. Peralatan ini terdiri dari modul PLC KQ 330 dan Mikro Kontroler yang mentransmisikan data berbentuk Text sesuai label phasanya ke SLAVE melalui media jal-jala listrik.
- **Slave**, peralatan yang dibawa mobile ke lokasi yang akan dideteksi phasanya. Peralatan ini menerima data berbentuk Text sesuai label fasa dari Master yang dikirim melalui jala-jala listrik *Power Line Carrier (PLC)*, kemudian ditampilkan pada display.

Pada penelitian ini, lebih difokuskan pada pendeteksi fasa melalui jala-jala listrik atau yang biasa disebut *Power Line Carrier (PLC)*.

## 2.6 Modul Transmitter (Master)

Modul Transmitter adalah modul utama yang mentransmisikan data ke masing-masing fasa pada jaringan listrik yang referensi dan identifikasi fasa. Modul ini terdiri dari 3 (tiga) komponen utama yaitu 1 (satu) unit *processor board* menggunakan Arduino Nano, modul Power Line Carrier (PLC) KQ-330 sebanyak 3 (tiga) unit yang dipasang pada setiap fasa pada jaringan listrik, dan power supply sebagai catu daya. Pada modul Transmitter, *processor board* berfungsi untuk membangkitkan dan mengirimkan data yang berupa identitas fasa ke masing-masing fasa yang sesuai pada jaringan listrik.

Modul Power Line Carrier (PLC) KQ-330 berfungsi untuk mengkonversikan informasi digital ke jaringan listrik, sehingga informasi digital yang berupa identitas fasa dari processor bisa ditransmit ke modul Slave melalui jaringan listrik tegangan rendah.



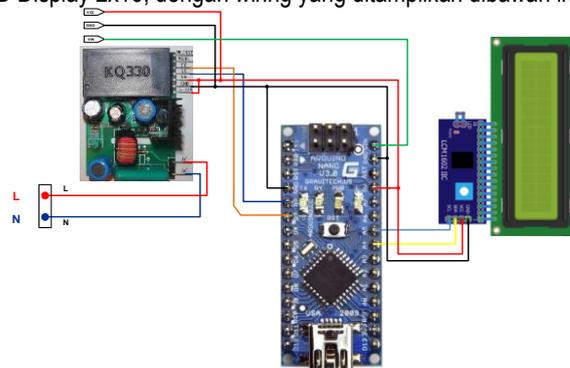
GAMBAR 2.5 WIRING DIAGRAM MODUL TRANSMITTER (MASTER)

## 2.7 Modul Receiver (Slave)

Modul Receiver (Slave) adalah peralatan yang dibawa mobile ke lokasi yang akan dideteksi phasanya. Peralatan ini menerima signal fasa referensi dari Master yang dikirim melalui Jaringan listrik dan diterima oleh modul Power Line Carrier (PLC)

dan diteruskan ke processor board. Dari data yang diterima oleh processor dikonversikan dalam bentuk karakter dan ditampilkan ke display yang isi fasa yang dideteksi.

Data yang dikirim melalui jaringan listrik dari transmitter (master), diterima oleh modul Power Line Carrier (PLC) dikonversi ke data digital dan diteruskan ke arduino kemudian ditampilkan ke LCD Display 2x16, dengan wiring yang ditampilkan dibawah ini.



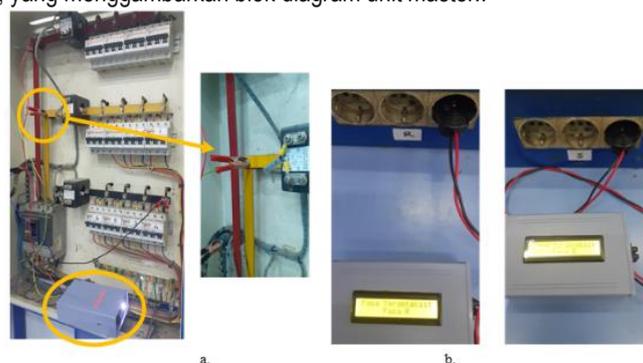
GAMBAR 2.6 WIRING DIAGRAM MODUL RECEIVER (SLAVE)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Metode Pengujian Alat

Pengujian peralatan detektor fasa ini dilakukan di dalam laboratorium desain instalasi. Data diambil dengan fokus pada sejauh mana detektor dapat secara valid mengenali fasa pada satu sub-panel yang menerima pasokan daya dari tiga fasa. Pengujian ini dibatasi hingga jarak maksimal 10 meter.

Unit master ditempatkan pada sub-panel, dan pada modul sensor dengan kabel berwarna merah dihubungkan ke busbar fasa R yang berwarna merah, sementara kabel berwarna hitam dihubungkan ke terminal Netral. Sambungan pada unit master ini digunakan sebagai fasa referensi. Diagram penataan kabel untuk pemasangan unit master ini telah diilustrasikan dalam Gambar 3.1, yang menggambarkan blok diagram unit master..



GAMBAR 3.1. SAMBUNGAN UNIT MASTER PADA SUB-PANEL PENDETEKSIAN FASA PADA MEJA KERJA

Pada Gambar 3.1. (b), UNIT SLAVE dapat dengan mudah dipindahkan oleh operator dari satu meja ke meja lainnya dalam ruangan yang sama atau ke ruangan lain. Caranya adalah dengan menghubungkan steker yang sudah terpasang pada modul penerima UNIT SLAVE ke salah satu stop kontak yang tersedia.

### 3.2 Hasil Pengujian Alat

Pengambilan data untuk pengujian peralatan dilakukan sebanyak 5 data per titik dengan jarak yang bervariasi dan dengan 2(dua) posisi Modul Transmitter (Master) yang berbeda yaitu pada Sub-panel Lab. Desain dengan obyek pengujian dalam ruang yang sama dan pada Panel Utama Gedung AK untuk pengujian dengan ruang yang berbeda (jarak yang lebih jauh). Dan data hasil percobaan dapat ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

TABEL 3.1 DATA HASIL PERCOBAAN

No	Lokasi Master	Lokasi Slave	Percobaan ke	Panjang (m)	Phasa Terdeteksi	Waktu Pendeteksian (detik)	STATUS PENGUKURAN
1			1	12	Phasa R	5	Benar
2	Sub Panel Lab. Desain	Lab. Desain Meja 01	2	12	Phasa R	5	Benar
3			3	12	Phasa R	5	Benar
4			4	12	Phasa R	5	Benar
5			5	12	Phasa R	5	Benar
6	Sub Panel Lab. Desain	Lab. Desain Meja 04	1	8	Phasa S	5	Benar
7			2	8	Phasa S	5	Benar
8			3	8	Phasa S	5	Benar
9			4	8	Phasa S	5	Benar
10			5	8	Phasa S	5	Benar
11	Sub Panel Lab. Desain	Lab. Desain Meja 06	1	5	Phasa T	5	Benar
12			2	5	Phasa T	5	Benar
13			3	5	Phasa T	5	Benar
14			4	5	Phasa T	5	Benar
15			5	5	Phasa T	5	Benar
16	Panel Utama Gedung AK	Lab. Pengukuran	1	40	Phasa S	8	Benar
17			2	40	Phasa S	8	Benar
18			3	40	Phasa S	8	Benar
19			4	40	Phasa S	8	Benar
20			5	40	Phasa S	8	Benar
21	Panel Utama Gedung AK	Lab. Desain Meja 06	1	60	Phasa T	8	Benar
22			2	60	Phasa T	8	Benar
23			3	60	Phasa T	8	Benar
24			4	60	Phasa T	8	Benar
25			5	60	Phasa T	8	Benar
26	Panel Utama Gedung AK	Bengkel Mekanik Meja 5	1	100	Phasa T	120	Deteksi Lama
27			2	100	Phasa T	40	Benar
28			3	100	Phasa T	120	Deteksi Lama
29			4	100	Phasa T	120	Deteksi Lama
30			5	100	Phasa T	40	Benar
26	Panel Utama Gedung AK	AK1.13 Lab. Kontrol	1	100	Phasa R	40	Benar
27			2	100	Phasa R	40	Benar
28			3	100	Phasa R	40	Benar
29			4	100	Phasa R	40	Benar
30			5	100	Phasa R	40	Benar

Dari hasil percobaan dapat dianalisa berdasarkan jarak, untuk pendeteksian phasa pada suplay daya meja 1 dengan perkiraan panjang kabel dari sub-panel Lab Desain  $\pm 12$ m terdeteksi sebagai Phasa R sesuai dengan yang tertampil pada LCD pada modul Slave.



GAMBAR 3.2 TAMPILAN HASIL PENDETEKSIAN PHASA

Untuk pendeteksian yang dilakukan pada suplay daya meja 4 yang lokasinya berjarak  $\pm 8$ m dari sub-Panel, data hasil percobaan menunjukkan bahwa phasa yang terdeteksi adalah Phasa S. Dengan pengujian jarak pendek (pada ruang yang sama) didapatkan hasil yang baik dan phasa dapat terdeteksi dengan cepat.

Sedangkan pada percobaan pada ruang yang berbeda (jarak

jauh), master diletakkan pada panel utama gedung AK dan slave diposisikan di Lab Pengukuran dengan perkiraan panjang penghantar  $\pm 60$ meter didapatkan hasil yang baik. Sedangkan pada percobaan jarak penghantar  $\pm 100$ meter antara Panel utama gedung AK dengan Bengkel Mekanik, slave membutuhkan waktu yang cukup lama ( $\pm 4$  menit) untuk mendapatkan hasil pendeteksian phasa. Akan tetapi percobaan berikutnya dengan jarak yang relative sama yaitu  $\pm 100$ meter, saat slave digunakan untuk mendeteksi phasa diruang AK1.13 Lab. Kontrol, pendeteksian yang lebih cepat.

Dengan memperhatikan hasil pengujian peralatan dapat dikatakan bahwa melalui media power line carrier (PLC) pendeteksian phasa dapat dilakukan dengan akurat, akan tetapi pada pendeteksian jarak jauh (penghantar yang panjang) terkadang membutuhkan waktu pendeteksian yang lama, hal ini kemungkinan disebabkan oleh kualitas sambungan yang ada disepanjang penghantar yang diuji. Dengan kualitas sambungan yang kurang baik maka akan terjadi noise yang dapat mempengaruhi waktu pendeteksian, bahkan dapat menyebabkan kegagalan pendeteksian phasa.

### 4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian peralatan pendeteksi phasa pelanggan tegangan rendah, dengan menggunakan *Power Line Carrier (PLC)* sebagai Media Pendeteksi Phasa Pelanggan Tegangan Rendah dapat disimpulkan bahwa:

*Power Line Carrier (PLC)* dapat digunakan sebagai media untuk Pendeteksi Phasa pada pelanggan tegangan rendah.

Tingkat keberhasilan pendeteksian phasa jarak pendek menggunakan Power Line Carrier dari transmitter ke receiver 100% dalam satu sub-panel dengan kecepatan transfer 9600 baudrate, dengan waktu pendeteksian untuk jarak pendek rata-rata 5 detik.

Untuk pendeteksian jarak jauh kadang waktu pendeteksian yang relative lama ( $\pm 120$  detik) atau bahkan dinyatakan gagal, kemungkinan disebabkan oleh kualitas sambungan yang ada disepanjang penghantar yang sedang dideteksi phasanya pada kondisi yang tidak baik, sehingga menyebabkan terjadinya noise pada jaringan yang sedang dideteksi phasanya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Boylestad Robert L. "Introductory Circuit Analysis" Pearson Education, Tenth Adition
- [2] Gonen Turan, "Electric Power Distribution Engineering", Third Edition, CRC Press, USA, 2014.
- [3] Horowitz, P & Hill, W. (1994). *The Art Of Electronics - 2nd Edition*. Cambridge :Cambridge University Press, ISBN 0-521 -37095-7
- [4] Dini Rahmawati, Nanjar Syabanul Fajar, dan Sabar (2022). *Long Range Electricity Control System for Post-Paid Electricity Meter with Power Line Carrier Communication*.
- [5] ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika Vol. 10 No. 4 Oktober 2022. ISSN(p): 2338-8323 ISSN(e): 2459-9638.
- [6] Syarif Hidayatullah, Asep Andang, Firmansyah Maulana (2022). *Penerangan jalan umum pintar dengan kendali power line carrier berbasis Internet of Things*. JITEL

- (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga) Vol. 2, No. 1, Maret 2022. p-ISSN: 2774-7972 e-ISSN: 2775-6696.
- [7] Gunawan Wibisono , Muhammad Helmi Sukoco , Kuku Nugroho (2021). *Studi Implementasi Komunikasi Data Menggunakan Power Line Communication di Kampus ITTP*. JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC Vol 8 No. 1 2021. ISSN 2615-5788 Print (2615-7764).
- [8] Nabilla Amalina Utami , Budi Prasetya, Ratna Mayasari (2021). *Perancangan dan Implementasi Power Line Communication Menggunakan Power Line Adapter dengan Teknik Modulasi OFDM*. e-Proceeding of Engineering Universitas Telkom : Vol.8, No.2 April 2021. ISSN : 2355-9365.
- [9] Muhamad Fajri, Risfendra (2020). Sistem Pengukuran dan Pengiriman Data Arus Listrik menggunakan Power Line Carrier. JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia Universitas Negeri Padang Vol 1 No 2 (2020).
- [10] Andi Wawan Indrawan, Agussalim (2019). *Pemanfaatan Jaringan Listrik Tegangan Rendah sebagai Media Pembawa Perintah Kendali Peralatan Listrik Rumah Tangga*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2019 Politeknik Negeri Ujung Pandang 978-602-60766-7-0.
- [11] Ananto, R. A., Prasetyo, B. E., Hanik, U., & Sugiarto, R. S. (2021). Studi Kinerja Relay Proteksi pada Transformator II 150/20 KV 50 MVA dengan Penyulang Lakarsantri di GIS Karangpilang PT. PLN (Persero) UPT Malang ULTG. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(2), 57-65.
- [12] Amuta, E. O., Awelewa, A., Olajube, A., Somefun, T. E., Afolabi, G., & Uyi, A. S. (2021, March). Power line carrier technologies: a review. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1036, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.
- [13] Yin, Q. U. N., & Jianbo, Z. (2014). Design of Power Line Carrier Communication System based on FSK-KQ330 Module. *Electrotehnica, Electronica, Automatica*, 62(3).
- [14] Xu, X., Zhan, A., & Li, X. (2019). Design and implementation of street light control system based on power line carrier communication. *Procedia Computer Science*, 155, 734-739.
- [15] Hsieh, S. C., Ku, T. T., Tsai, J. C., Lin, C. H., & Chen, C. S. (2014, May). Broadcasting control of intelligent air conditioners using power line carrier technology. In *2014 IEEE/IAS 50th Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference* (pp. 1-6). IEEE.