

PEMANFAATAN JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH SEBAGAI MEDIA PEMBAWA PERINTAH KENDALI PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA

Andi Wawan Indrawan¹⁾, Agussalim²⁾

¹⁾²⁾ Dosem Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this research is to design and build an on/off control device for household electrical loads and monitor the energy consumption of these loads through low voltage grids. To be able to be controlled and measured its energy consumption, on the load side it is connected to the on/off the control device and the PZEM004T module as a sensor of electrical quantities, and the PLC module KQ330 FSK as a communication module through the grid. Electricity control and monitoring commands are carried out by other control devices (master controls) that communicate with the load-side control device through the grid. The results of this study indicate the control of on/off electrical equipment and monitoring of energy consumed through low voltage power lines can be done properly so that the status and measurement data can be displayed on the master control LCD in real-time.

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

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari listrik merupakan kebutuhan penting dan bahkan saat ini di era digital telekomunikasi masyarakat sangat tergantung terhadap ketersediaan listrik untuk menopang segala aktifitas pengguna listrik untuk bijak dalam hal mengkonsumsi energi listrik. Kemudahan serta kontinuitas ketersediaan listrik yang dijanjikan oleh penyedia layanan listrik yang diwakili oleh perusahaan listrik negara PT. PLN (persero) menimbulkan kebiasaan buruk pada sebahagian masyarakat dalam mengkonsumsi energi listrik. Hal ini dapat terlihat dengan masih adanya konsumen energi listrik yang terkadang membiarkan suatu alat listrik tetap beroperasi ketika rumah dalam kondisi kosong atau konsumen malas untuk mematikan alat listrik tersebut dikarenakan malas untuk beranjak mematikan alat listrik seperti lampu yang lokasinya ada disamping atau belakang rumah atau kipas angin yang dibiarkan bekerja tanpa henti. Perlu juga diketahui bahwa pemborosan mengkonsumsi energi listrik bukan hanya satu masalah yang ditimbulkan akan tetapi dapat juga memunculkan masalah baru seperti rusaknya alat atau lebih parahnya timbul kebakaran. Dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti telah mencoba untuk mengurangi permasalahan yang ada tersebut dengan memanfaatkan teknologi dengan lebih mengedepankan kepraktisan dalam mengontrol alat listrik yang menyebabkan kebutuhan untuk mengontrol alat listrik tidak mengharuskan seseorang untuk berada didekat piranti listrik yang akan dikendalikannya, tetapi bebas untuk dapat mengendalikannya dari mana saja (*remote control*). Skenario dalam mengontrol peralatan listrik rumah tinggal dipaparkan oleh R.A Ramlee, dkk (2013) yang memanfaatkan android dan bluetooth sebagai antarmuka untuk mengontrol beberapa buah lampu. Lain halnya dengan Immanuel W, dkk (2014), antarmuka yang digunakan adalah menggunakan wifi sebagai media komunikasi antara android dan perangkat yang akan dikendalikan dalam sistem kontrol jarak Dalam jauh yang ditelitinya. Skenario lain dilakukan oleh Dede Kurniadi dan Fitriani (2015) dengan membuat sebuah sistem kendali peralatan elektronik berbasis komputer dengan memanfaatkan perangkat lunak yang dipasang dalam sebuah komputer stand alone. Permasalahan baru muncul ketika penggunaan wifi atau bluetooth dan stand alone computer hanya dapat melayani pengontrolan pada area yang terbatas yaitu 10 s.d 20 meter saja, hal ini menjadikan Dede Kurniadi dan Fitriani menambahkan kekurangan sebelumnya, mereka merubah sistem menjadi berbasis *cloud computing* agar tidak hanya dapat dikendalikan dari dalam rumah tapi dapat dikendalikan melalui jaringan internet dan begitupula yang dilakukan oleh Saeful Bahri dkk (2015) yang memanfaatkan internet untuk dapat mengendalikan perangkat listrik jarak jauh melalui aplikasi Android yang dibangunnya. Peneliti sendiri telah melakukan beberapa penelitian terkait pengontrolan ataupun monitoring jarak jauh menggunakan media komunikasi yang berbeda seperti menggunakan radio link, serta media jala-jala listrik tegangan rendah seperti yang penulis lakukan di tahun 2017 dan 2018. Dalam perkembangan media komunikasi, pemanfaatan jaringan listrik merupakan salah satu alternatif untuk menyalurkan atau mengirim informasi paket data yang akan diolah oleh end user tanpa menambah suatu jaringan komunikasi baru

¹ Korespondensi penulis: Andi Wawan Indrawan, Telp 081338163015, andi_wawan@poliupg.ac.id

[2][5][7]. Komunikasi melalui jala-jala listrik atau dikenal sebagai *Power Line Carrier Communication (PLC)* merupakan system komunikasi yang memanfaatkan media power lines yang telah ada untuk mentransmisikan sinyal analog maupun digital dengan cara menumpang pada sinyal pembawa dengan kecepatan tinggi[13]. Keunggulan dari fitur ini adalah sistem tidak perlu untuk membangun ulang jaringan selama di jalur komunikasi yang akan dilalui terdapat *power line*. Selama di sana terdapat penghantar, maka transmisi data dapat dilakukan[8].

Sebagai bentuk upaya untuk mendukung pengembangan teknologi komunikasi data melalui media jala-jala listrik khususnya dalam mengendalikan alat listrik dalam jaringan instalasi listrik tegangan rendah, akan dilakukan sebuah rancang bangun pengendali peralatan listrik pada rumah tinggal melalui perangkat pengendali yang dapat secara fleksibel dipindah tempatkan pada kotak kontak listrik yang ada dirumah 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).

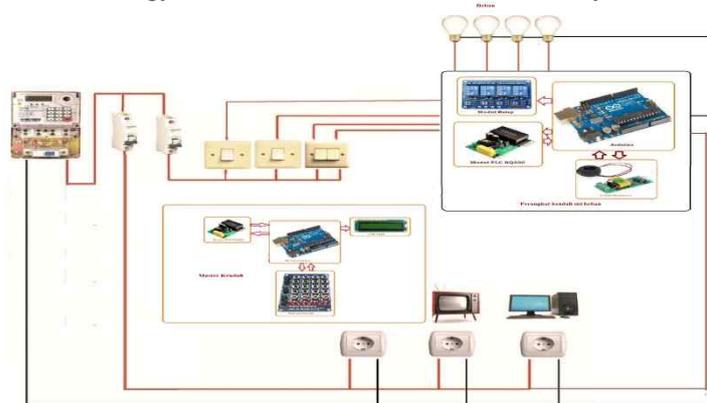
2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: studi literatur, perancangan sistem, pencarian serta pemilihan bahan, uji coba perangkat keras maupun perangkat lunak untuk mendapatkan data hasil pengontrolan dan 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 master control terdiri dari mikrokontroler, LCD, saklar, dan modul PLC untuk menampilkan status beban dan energi yang dikonsumsi. Sedangkan perangkat kontrol yang terhubung dengan beban terdiri dari mikrokontroler Arduino, sensor energy PZEM-004, modul PLC, dan Relay.



Gambar 1. Skema diagram Rangkaian

Spesifikasi dari perangkat kontrol yang dibuat adalah mampu melakukan kontrol on/off beban dan pengukuran tegangan (V), arus (I), daya nyata (P), faktor daya (pf), serta energi listrik sesuai dengan beban terpasang dan menampilkannya pada perangkat penerima (master). Perangkat kontrol yang terpasang pada beban berfungsi untuk membaca menjalankan perintah on/off dan membaca besaran listrik serta mengirimkan data hasil eksekusi perintah dan pembacaan besaran listrik melalui media jala-jala listrik tegangan rendah ke master kontrol dan selanjutnya status kontrol dan pengukuran pada beban ditampilkan pada LCD secara real time.

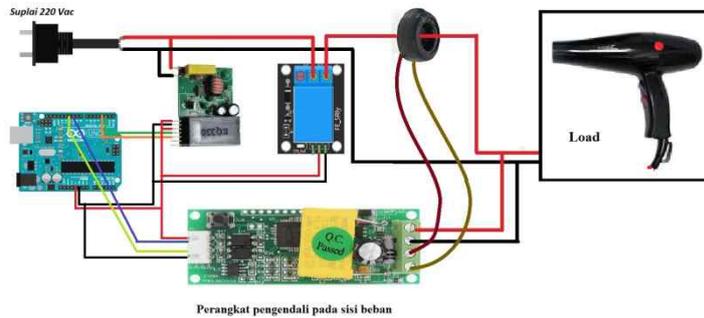
2.1.2. Konfigurasi Perangkat Keras (Hardware)

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 perangkat kendali pada sisi beban

Konfigurasi perangkat keras agar dapat membaca energi listrik, menerima perintah on/off beban, dan mengirim informasi status beban dan energi yang dikonsumsi dapat dilihat pada gambar 2. Mikrokontroler arduino akan membaca besaran listrik melalui komunikasi serial dengan modul PZEM004T. Selain itu

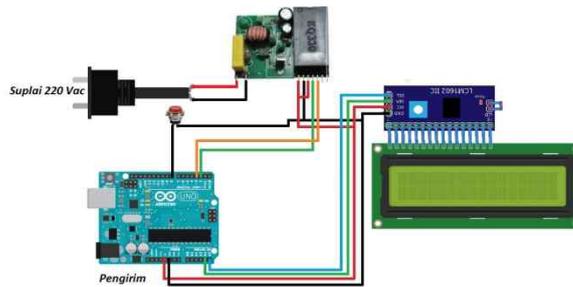
arduino juga menunggu perintah on/off beban dari master kendali dan mengirim status beban ke master kendali.



Gambar 2. Konfigurasi perangkat kendali disisi beban

2.1.2.2. Konfigurasi perangkat keras pada master kendali

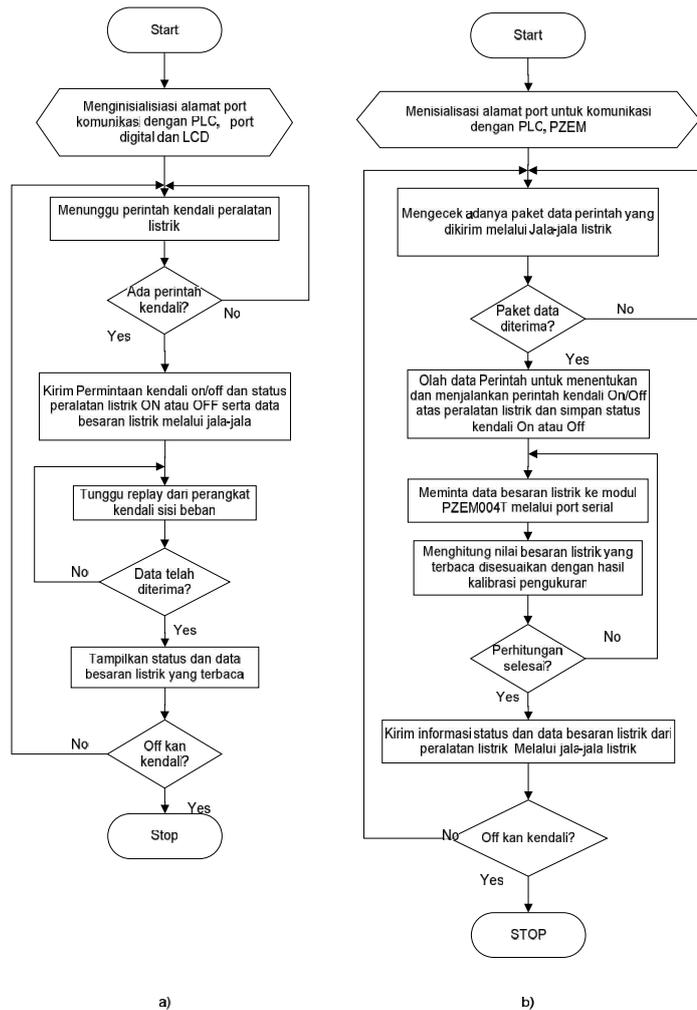
Konfigurasi perangkat keras pada master kendali terdiri dari mikrokontroler arduino, modul PLC KQ330, saklar, dan LCD. Pada master kontrol ini, arduino akan mengirimkan permintaan on/off beban ke perangkat kontrol pada sisi beban melalui modul PLC KQ330 yang terhubung dengan jala-jala tegangan rendah, serta menampilkan report status dan besaran listrik untuk selanjutnya ditampilkan pada LCD.



Gambar 3. Konfigurasi perangkat keras pada master kendali

2.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Dalam diagram alir pada gambar 4.a. Master kendali akan melakukan perintah on/off dan permintaan data besaran listrik ke perangkat kendali pada sisi beban melalui media jala-jala listrik tegangan rendah. Agar diketahui bahwa data telah diterima, master kendali akan melakukan *crosscheck* dengan menunggu informasi balik dari perangkat kendali pada sisi beban bahwa data telah diterima. Jika data telah diterima, maka perangkat pengendali sisi beban akan melakukan pembacaan ulang untuk mendapatkan data terbaru. Hal ini dilakukan secara terus menerus selama tidak ada perintah dari master kendali untuk tidak melakukan pembacaan besaran listrik dan on/off beban.

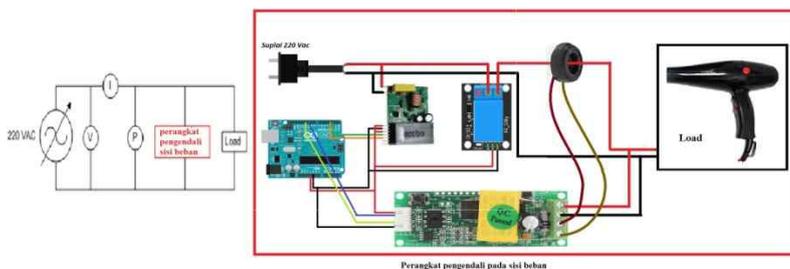


Gambar 41. Diagram Alir Perangkat Lunak a) Master kendali, b) Perangkat kendali sisi beban

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 pembacaan bearan listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T dan alat ukur standar terkalibrasi yang berfungsi sebagai pembanding agar didapat nilai simpangan dari alat ukur besaran litrik yang dirancang. Gambar 5. Memperlihatkan rangkaian percobaan perbandingan alat ukur standar dengan alat ukur yang dirancang menggunakan sensor PZEM-004T.

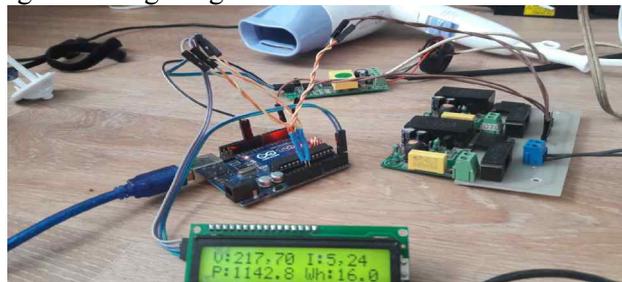


Gambar 5. Rangkaian pengujian akurasi pembacaan PZEM-004T dengan pembanding alat ukur standar

Tabel 2. Hasil pengujian beban hair dryer 1200 watt

Beban	Alat Ukur standar			PZEM-004T		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
Hair Dryer 1200 Watt	220	5,37	1181	222	5,34	1190

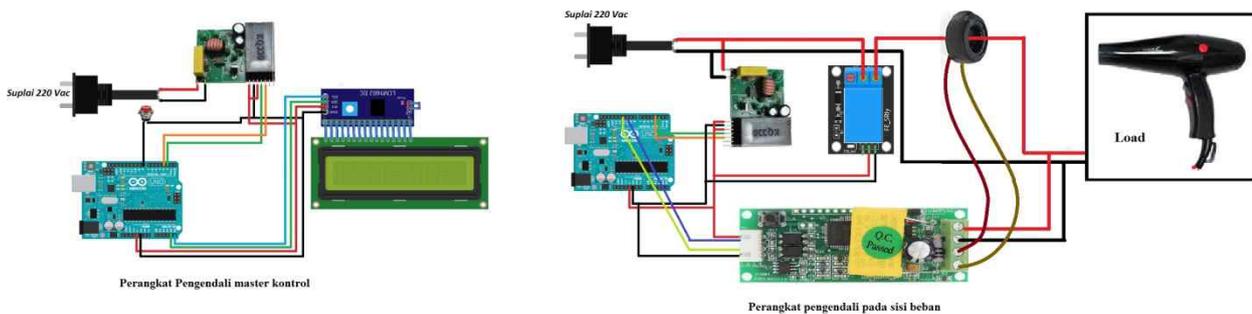
Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian pembacaan beban dengan menggunakan alat ukur standar dan modul sensor PZEM-004T yang ditampilkan pada LCD. Beban yang digunakan pada pengujian ini adalah hair dryer 1200 watt. Pengujian dilakukan dengan meng-on-kan relay agar beban terhubung ke sumber tegangan AC 220 volt. Selanjutnya arduino akan membaca hasil pengukuran yang dikirim secara serial dari Modul PZEM-004T dan kemudian ditampilkan pada LCD. Simpangan yang terjadi adalah sebesar 0.34% untuk tegangan dan 0.43% untuk arus, 0.8% untuk daya nyata. Alamat port serial komunikasi yang digunakan berbeda dengan alamat port serial arduino yang terhubung dengan modul PZEM004T.



Gambar 6. Pengujian pengukuran besaran listrik dengan PZEM004T

3.2. Hasil pengujian on/off beban dan 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 master kendali. Selain itu pengujian ini juga untuk mengetahui apakah perintah kendali dari master kendali untuk meng-On/off-kan beban dapat diterima dan dieksekusi oleh perangkat kendali pada sisi beban. Pengujian ini dilakukan di gedung Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang lantai 1. Beban yang digunakan adalah hair dryer 1200 watt.

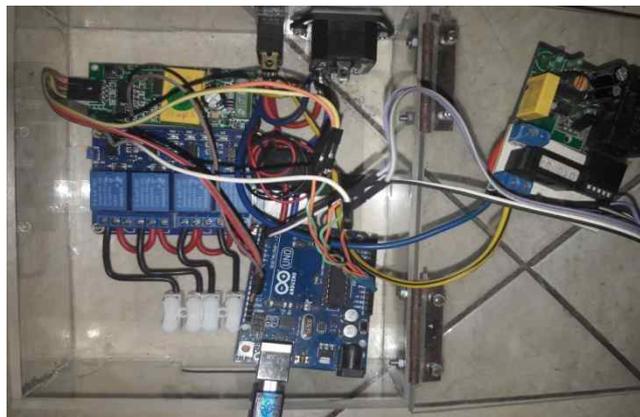


Gambar 7. Rangkaian lengkap pengujian kontrol melalui jala-jala tegangan rendah

Tabel 2. Hasil pengukuran dan penerimaan data energi listrik serta status on/off

Master Kendali				Perangkat Kendali sisi beban			
Perintah on/off Beban	Besaran listrik terukur yang diterima dari perangkat kendali sisi beban			Status Beban Hasil Eksekusi	Besaran terukur yang dibaca oleh sensor PZEM004t		
	I (A)	Volt	P (W)		I (A)	Volt	P (W)
ON	5,32	218	1159	ON	5,28	220	1180
OFF	0	218	0	OFF	0	220	0

Hasil pengujian tabel 4. Memerlihatkan bahwa data hasil pengukuran dapat diterima oleh master kendali dan kendali dari perangkat kendali pada sisi beban. Ketika master kendali memerintahkan perangkat kendali pada sisi beban untuk meng-On-kan beban, perangkat kendali merespon dengan mengaktifkan relay untuk meng-On-Kan beban. Selain itu hasil pembacaan besaran listrik pada sisi beban dapat ditampilkan pada sisi master kendali. Hal 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 sesuai dengan spesifikasi modul PLC KQ330. Perangkat kendali pada sisi beban diperlihatkan pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Perangkat pada sisi beban

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat penulis simpulkan bahwa hasil pengukuran besaran listrik dan kendali on/off beban/peralatan listrik pada perangkat kendali sisi beban dapat dikendalikan melalui perangkat master kendali dengan memanfaatkan media komunikasi jala-jala listrik tegangan rendah menggunakan modul PLC FSK KQ330 selama media komunikasi jala-jala listrik masih dalam fasa yang sama dan tegangan 220 volt dan frekuensi 50-60 hz

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2018. *AC Digital Multifunction Smart Meter Using arduino and PZEM-004T:Smart Meter*. [Online] Available at: <https://innovatorsguru.com/ac-digital-multi-function-smart-meter-using-arduino-and-pzem-004t/> [Diakses 20 July 2018].
- [2] Arduino, 2017. *Getting Started with Arduino and Genuino UNO*. [Online] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno> [Diakses 12 March 2018].
- [3] Arihutomo, M., Rivai, M. & Suwito, 2012. Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-Jala Menggunakan Power Line Carrier. *Intek ITS*, Volume 1, pp. A150-A153.

- [4] D. r., Rizal, A. G. & Z. S., 2016. Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Prabayar dengan Menggunakan Arduino. *Kinetik*, Volume 1, pp. 47 - 54.
- [5] Indrawan, Andi Wawan, 2018. *Pemanfaatan Jaringan Listrik Tegangan Rendah Sebagai Media Pembawa Informasi Hasil Pengukuran Besaran Listrik*. Makassar, UP3M, Politeknik Negeri Ujung Pandang, pp. 72-77.
- [6] Indrawan, A. W. & Alimin, 2017. *Perancangan Alat Monitoring Dan Sistem Kendali Ketidakseimbangan Beban Melalui Power Line Carrier Pada Jaringan Listrik Perumahan*,. Makassar, Seminar National Teknik Elektro dan Informatika, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [7] Jian bo, Z. & Qun, Y., 2013. Design of echo cancellation based on FM188. *Electrotechnica Electronica Automatica*, Volume 61, pp. 41-47.
- [8] Jung, B., Shon & Goog, S., 2015. Cable and Phase Identification based on Power Line Communication. *International Journal of Control and Automation*, Volume 8, pp. 63-74.
- [9] Nisha, S. P. P., P, A. & Narendra, K., 2016. RF Based Data Communication Between Industrials PLC's Using Kq330 Module. *International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering*, Issue ISSN: 2347-6982, pp. 41-44.
- [10] Nusa, T., 2015. Alat Monitoring Konsumsi energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *Teknik Elektro dan Komputer, UNSRAT*, Volume 4, pp. 19 - 26.
- [11] Peck, M. & all, e., 2016. *Modeling and Analysis of Power Line Communications for Application in Smart Grid*. [Online] Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1709/1709.06883.pdf> [Diakses 9 February 2018].
- [12] Priyanka, R. & S.S, P., 2015. Building Energy Management System Using Powerline Communication. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(2).
- [13] Subito, M. & Rizal, 2012. Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler dan Mikrokontroler AT89S52. *FORISTEK*, Volume 2, pp. 185 - 189.
- [14] Sunanda, W. & Dinata, I., 2014. Penerapan Perangkat Wireless Monitoring energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet. *Amplifier*, Volume 4, pp. 21 - 23.
- [15] Thosare, Pravin, P. & all, e., 2017. Smart Street Lighting Control System Design Based on PLCC (Power Line Carrier Communication). *International Journal for Scientific Research & Development*, 5(1).
- [16] 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: 020 /PL10.13/PL/2019, Tanggal 1 April 2019, sehingga penulis dapat terbantu dalam mengadakan peralatan yang terkait dengan kebutuhan penelitian.