

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN DESA MENGGUNAKAN PLC (POWER LINE CARRIER)

Adhy Rangga Yogiaswara ¹⁾ Pauladie Susanto ²⁾ Weny Indah Kusumawati ³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya
Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)15410200007@stikom.edu, 2)pauladie@stikom.edu, 3)weny@stikom.edu

Abstrak: Pada era modern ini seharusnya teknologi dapat memasuki pedesaan apalagi jika teknologi tersebut digunakan untuk fasilitas keamanan desa. Karena alasan itu dibuatlah rancang bangun sistem keamanan desa menggunakan PLC (*Power Line Carrier*). Sistem tersebut dapat mengirimkan data pada semua rumah melalui listrik jala-jala. Apabila ada rumah yang mendapat masalah maka pemilik rumah dapat menekan tombol untuk mengaktifkan sistem, sehingga pemilik rumah dapat memberikan informasi berupa alarm pada rumah lainnya melalui jala-jala listrik. Pada sistem ini digunakan Arduino Uno sebagai pusat kontrol dan komunikasi data menggunakan *Power Line Carrier* (PLC). Komunikasi antar perangkat tersebut menggunakan Rx dan Tx. Hasil penelitian ini adalah pengiriman data antar PLC hanya bisa pada 1 fasa listrik jala-jala saja. Jarak hasil pengujian ini adalah 5 cm, 200 cm, 450 cm, 1000 cm, 1500 cm. Keberhasilan transmisi data pada 10 percobaan sebesar 100% dan hasil pengujian keseluruhan sistem pada 20 percobaan mencapai keberhasilan 100% karena selalu dapat mengirim dan menerima data dengan presisi, tetapi level pada peralatan ini masih prototype.

Kata kunci: Keamanan Desa, *Power Line Carrier*, Arduino Uno

PENDAHULUAN

Desa adalah pemukiman manusia dengan populasi antara beberapa ratus hingga beberapa ribu jiwa dan berlokasi di daerah pedesaan. Secara administratif Indonesia, desa adalah pembagian wilayah administratif yang berada di bawah kecamatan dan dipimpin oleh Kepala Desa. Sebuah desa secara administratif terdiri dari beberapa kampung/dusun/banjar/jorong.

Pada era modern ini seharusnya teknologi dapat memasuki Pedesaan apalagi jika teknologi tersebut digunakan untuk fasilitas keamanan desa. Untuk informasi kamanan saat ini di Desa biasa menggunakan alat berupa kentongan untuk memberikan informasi kepada warga jika ada pencurian atau hal lain. Alat kentongan tersebut sangatlah tradisional dan bunyi kentongan tersebut tidak dapat mencapai ke seluruh penghuni desa.

Karena alasan itu dibuatlah rancang bangun sistem keamanan desa menggunakan PLC (*Power Line Carrier*). Pada sistem tersebut kentongan digantikan dengan sistem yang memuat tentang

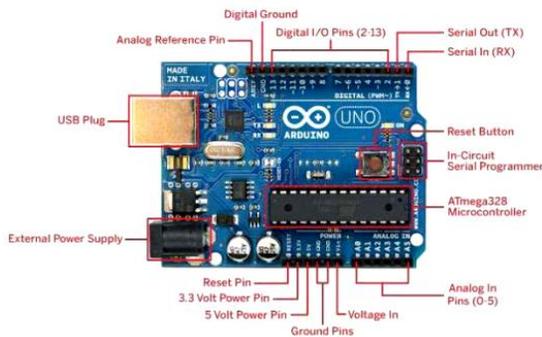
teknologi. Sistem tersebut dapat mengirimkan data pada semua rumah melalui listrik jala-jala. Apabila ada rumah yang mendapat masalah maka pemilik rumah dapat menekan tombol untuk mengaktifkan sistem. Sehingga pemilik rumah dapat memberikan informasi berupa alarm pada rumah lainnya melalui jala-jala listrik.

Pada sistem ini digunakan Arduino Uno sebagai pusat kontrol. Dan komunikasi data menggunakan *Power Line Carrier* (PLC). Komunikasi antar perangkat tersebut menggunakan Rx dan Tx.

Arduino Uno

Menurut (Maria, 2009) Arduino Uno digunakan untuk mengontrol *input* dan *output* pada sitem sehingga dapat berjalan sesuai apa yang diinginkan. Sistem pada arduino memiliki pin GPIO sehingga dapat digunakan untuk *input* dan *output* pada perangkat lain. Arduino memiliki pin analog berjumlah 5 dan pin digital berjumlah 13. Arduino dapat dilihat pada gambar 1.

Pada Arduino terdapat pin Microcontroller pada ATmega 328. Data dapat dilihat pada tabel 1.



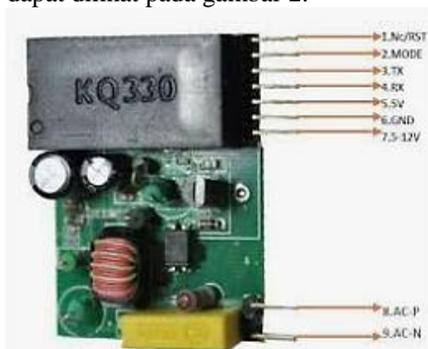
Gambar 1 Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3 V	50 mA
Memory Flash	32 KB
SRAM	2 KB

PLC (*Power Line Carrier*)

Menurut (Arihutomu, 2012) *Power Line Carrier* adalah sistem yang memiliki fungsi pengiriman data pada jala-jala listrik sehingga dapat memanfaatkan media listrik. PLC memiliki *input* maksimal sebesar 220 V AC sebagai pengiriman data. PLC dapat juga mengirim pada listrik DC yaitu 5 VDC – 24 VDC. Pada pengiriman PLC terdapat pin Rx dan Tx sebagai pengiriman data. Sehingga jika mengkoneksikan dengan Arduino dapat menggunakan pin serial tersebut. PLC dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. PLC

Pada gambar 2 terdapat *Power Line Carrier* dimana mempunyai spesifikasi seperti dibawah ini:

- Module *Power Supply*: 5-12VDC (recommended 9V)
- The module *output Power Supply*: 5VDC 50mA
- The communication rate: 1200 2400 4800 9600 (default 9600)
- Interface type: TTL level RXD serial interface, TXD
- Working environment: 220V 50/60Hz or low voltage DC
- Communication distance: 1500m
- Each frame length: no limit
- *Power Line Carrier* frequency: 72kHz
- Modulation and demodulation mode: FSK
- Send mode: normal transmission mode / zero transmission mode
- Working temperature: 20 DEG C to 70
- Dimensions: 4.8 x 3.1cm x 1.3cm (L x W x H)

LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut (Saputra, 2016) LCD digunakan untuk memberikan informasi berupa text. LCD pada arduino terdapat type LCD 16x2 dan 20x4. LCD tersebut menggunakan I2C yang digunakan untuk memperpendek kabel sehingga dapat digunakan secara 4 kabel yang terdiri dari VCC, GND, SDA dan SCL. Pada kabel arduino yang dihubungkan untuk untuk pin SDA adalah pin A4 sedangkan pin SCL adalah pin A5. LCD terdapat pada gambar 3.



Gambar 3 LCD

Pada LCD tersebut terdapat pin dan deskripsi pin yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Pin

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	VCC
3	Pengatur Kontras
4	RS instruction/Register Select
5	R/W Read/Write LCD Register
6	EN Enable
7.-14	Data I/O Pins
15	VCC
16	Ground

Push Button

Menurut (Endah, 2009) *Push Button* digunakan untuk tombol reset pada sistem sehingga dapat mematikan alarm yang berbunyi. Tombol terdapat 2 jenis yaitu *toggle button* dan *push button*. *Toggle button* memiliki *on off* tanpa pantulan dari tombol tersebut. Jika *push button* memiliki pantulan ketika ditekan. *Push Button* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Push Button*

Arduino IDE

Menurut (Wibisono, 2016) *Software arduino IDE* digunakan untuk pemrograman pada Arduino Uno sehingga program dapat masuk pada Arduino tersebut. *Software Arduino IDE* menggunakan bahasa C. bahasa C tersebut terdapat *editor program*, *compiler* dan *uploader*. Programnya terdapat *setup* dan *loop* sehingga dapat memprogram sesuai dengan apa yang diinginkan. *Arduino IDE* terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. *Arduino IDE*

Buzzer

Menurut (Endah, 2009) *Buzzer* digunakan untuk memberikan informasi berupa suara sehingga dapat memberi tahu informasi berupa beb. *Buzzer* terdapat 2 pin yaitu pin Data dan *Ground*. Untuk mengaktifkan data tersebut harus memberikan logika bernilai 1. *Buzzer* terdapat pada gambar 6.

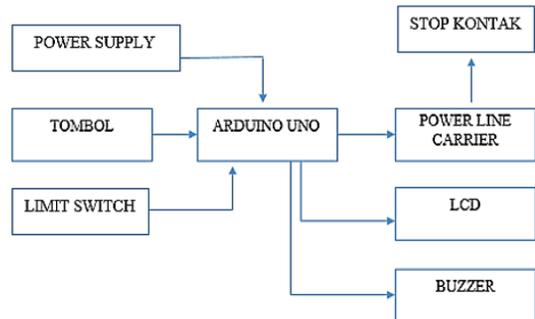


Gambar 6. *Buzzer*

METODE PENELITIAN

Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. Blok diagram

Penjelasan Masing-masing perangkat:

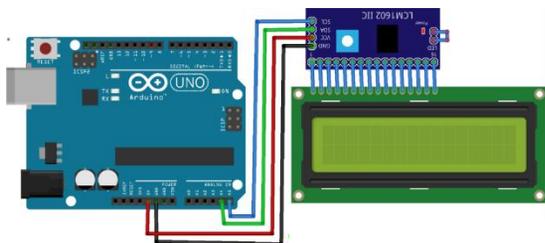
1. *Arduino Uno*
Arduino Uno digunakan untuk mengontrol *input* dan *output* yang terdapat pada sistem.
2. *Tombol*
Tombol digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan alat. Karena untuk menghemat daya apabila tidak diperlukan
3. *Limit Switch*
Limit Switch digunakan untuk mendeteksi pintu dalam kondisi terbuka atau kondisi tertutup. *Limit Switch* digunakan untuk mendukung proses *input* pada *Arduino Uno*.
4. *Buzzer*
Buzzer digunakan untuk memberikan informasi berupa suara apabila perangkat mendeteksi adanya maling di dalam rumah pengguna.
5. *Power Line Carrier*
Power Line Carrier digunakan untuk mengirimkan data pada *Arduino Uno* melalui jala-jala listrik rumah. Pengiriman data menggunakan sinyal yang diselipkan pada listrik jala-jala.

6. *Power Supply*
Power Supply digunakan untuk merubah daya 220 VAC menjadi 5 VDC untuk sumber tegangan arduino Uno.
7. *Stop Kontak*
Stop kontak digunakan untuk jalur pengiriman data pada alat.
8. *LCD*
LCD digunakan untuk menampilkan informasi berupa text.

Pada gambar 7 terdapat pusat kontrol yaitu arduino Uno yang memiliki *input* berupa Tombol dan *output* berupa *Power Line Carrier*, LCD dan *Buzzer*. Pada *input* tombol mengaktifkan *Buzzer* serta mengirimkan data pengiriman pada LCD dan *Power Line Carrier*. Proses tersebut dilakukan oleh Arduino Uno. Pengiriman *Power Line Carrier* ini menggunakan RX dan TX sebagai pengiriman data.

Cara kerja pada sistem ini adalah dengan cara menekan tombol atau *Limit Switch* mendeteksi adanya pembukaan pintu secara paksa maka sistem tersebut dapat mengirimkan data pada Arduino Uno. Arduino Uno dapat memproses data dan mengirimkan data pada LCD dan *Power Line Carrier*. Pengiriman data tersebut berupa angka yang nantinya dikonversi pada arduino penerima untuk mengaktifkan *Buzzer* lain.

Perancangan LCD pada Arduino Uno

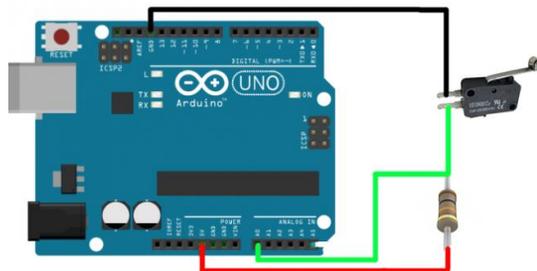


Gambar 8. Perancangan LCD dan I2C

Keterangan:

1. Kabel Hitam = *Ground*
2. Kabel Merah = *VCC*
3. Kabel Hijau = *A4 – SDA*
4. Kabel Biru = *A5 – SCL*

Perancangan *Limit Switch* dengan Arduino Uno

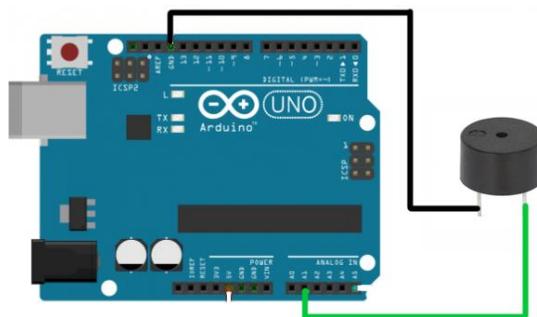


Gambar 9 .Perancangan *Limit Switch*

Keterangan:

1. Kabel hitam = *Ground*
2. Kabel Hijau = *Data (pinA0)*

Perancangan *Buzzer* dengan Arduino Uno

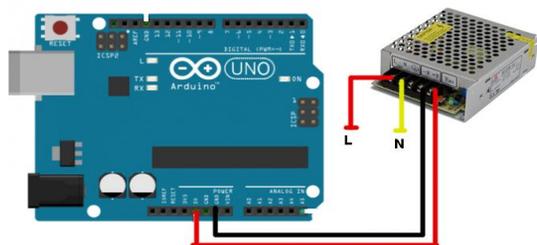


Gambar 10. Perancangan *Buzzer* dengan Arduino Uno

Keterangan:

1. Kabel Hitam : *Ground*
2. Kabel Hijau : *Data (pin A1)*

Perancangan *Power Supply* dengan Arduino Uno

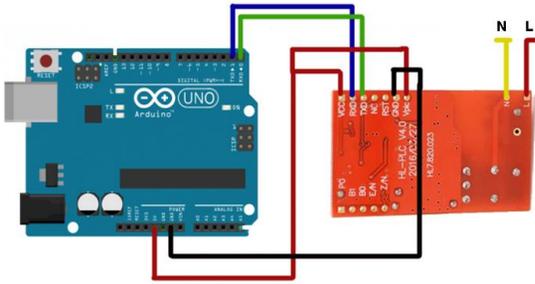


Gambar 11. Perancangan *Power Supply* dengan Arduino

Keterangan:

1. Kabel Merah : *VCC*
2. Kabel Hitam : *Ground*
3. Kabel Kuning : *Netral*

Perancangan *Power Line Carrier* dengan Arduino Uno



Gambar 12. Perancangan *Power Line Carrier* dengan Arduino

Keterangan:

1. Kabel Merah : VCC
2. Kabel Hitam : Ground
3. Kabel Biru : pin Rx Arduino
4. Kabel Hijau : pin Tx Arduino
5. Kabel Kuning : Netral

Perancangan Perangkat Lunak

Penjelasan pada Inisialisasi program adalah deklarasi variable yang digunakan dan *input* serta *output* yang digunakan. Penjelasan dapat dilihat pada keterangan berikut ini.

Keterangan:

- Jika data pengiriman adalah 0 maka eksekusi pada PLC adalah tombol reset pada rumah tersebut
- Jika data pengiriman adalah 1 maka eksekusi pada PLC adalah jendela pada rumah tersebut
- Jika data pengiriman adalah 2 maka eksekusi pada PLC adalah pintu pada rumah tersebut.

Pada gambar 13 terdapat *Flowchart* program dimana alur pertama adalah memulai sistem yang selanjutnya program tersebut mengecek kondisi rumah tetangga, apakah ada pencuri atau tidak. Jika ada pencuri maka sistem memberikan informasi pada pemilik rumah berupa bunyi bib panjang. Informasi tersebut berupa pintu atau jendela rumah tetangga kebobolan. Jika tidak ada pencuri maka sistem kembali ke kondisi awal. Jika pintu rumah atau jendela rumah terbuka lebih dari 3 detik maka alarm berbunyi bib pendek selama 10 detik. Jika tetap berbunyi maka sistem mengirimkan notifikasi pada tetangga berupa alarm bib panjang dan memberikan informasi berupa identitas rumah, pintu atau jendela yang dibobol. Jika pengguna menekan tombol reset maka sistem kembali normal seperti biasa.

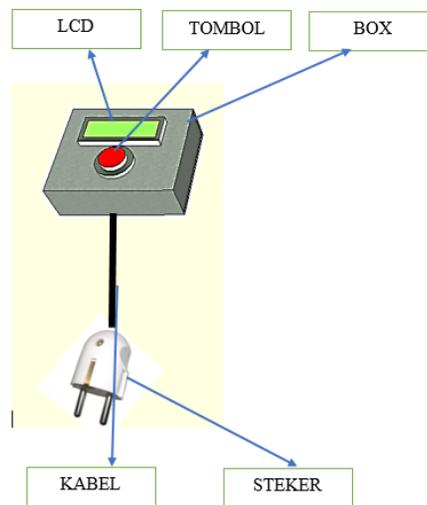
Desain Miniatur

Pada sistem ini terdapat miniatur rumah desa untuk mempermudah praktik dalam pengaplikasian alat yang dibuat. Miniatur tersebut memiliki 2 rumah dengan model yang sama. Masing-masing miniatur dilengkapi dengan box tempat rangkaian elektronik. Miniatur dapat dilihat pada gambar 14



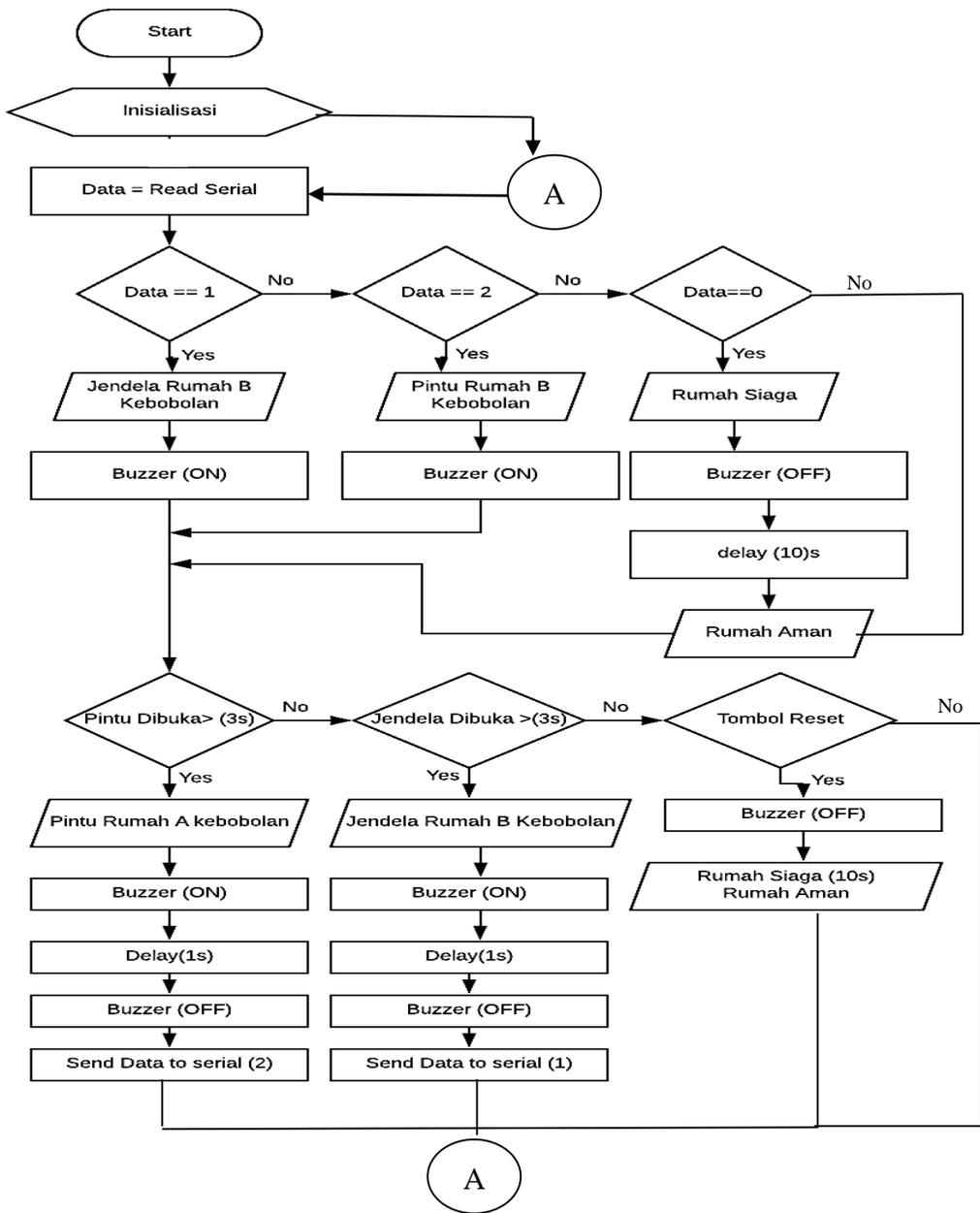
Gambar 14. Miniatur rumah

Selain miniatur tersebut terdapat desain alat menggunakan bahan akrilik yang dipacking untuk proses pengiriman datanya. Desain dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Desain aAlat

Pada gambar 15 tersebut terdapat box yang berisi LCD dan Tombol serta perangkat lain didalam box. Box tersebut terbuat dari akrilik. Box tersebut dilengkapi dengan kabel dan steker untuk dihubungkan ke Arus Listrik / Jala-jala listrik.



Gambar 13. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian *Power Line Carrier (PLC)*

Pada Hasil pengujian *Power Line Carrier* terdapat percobaan dan jarak pengiriman serta status pengiriman dan keterangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil jarak

Percobaan	Jarak Pengiriman(cm)	Status Pengiriman	Keterangan
1	5	Terkirim	Sesuai
2	200	Terkirim	Sesuai
3	450	Terkirim	Sesuai
4	1000	Terkirim	Sesuai
5	1500	Terkirim	Sesuai

Pada tabel 3 tersebut dijelaskan hasil pengiriman data dari PLC pengirim dan PLC penerima sehingga dapat menentukan hasil dari pengiriman data. Hasil tersebut jika PLC penerima dan pengirim terdapat pada rumah yang sama hasilnya sesuai dengan perkiraan yaitu terkirim. Tetapi jika PLC sudah berbeda rumah maka hasilnya tidak terkirim. Jadi PLC tersebut hanya bisa terkirim jika pada jalur yang sama. Selanjutnya adalah pengujian Komunikasi data pada *Power Line Carrier (PLC)*. Prosedur pengujian pengiriman data tersebut adalah dengan cara menyambungkan PLC pengirim dan penerima pada 1 jalur kabel. Hasil pengiriman dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengiriman data

Percobaan	Data kirim	Data Terima	Keterangan
1	1	1	sesuai
2	2	2	sesuai
3	3	3	sesuai
4	4	4	sesuai
5	5	5	sesuai
6	6	6	sesuai
7	7	7	sesuai
8	8	8	sesuai
9	9	9	sesuai
10	1	1	sesuai

Pada tabel 4 terdapat data pengujian komunikasi data PLC dimana terdapat data yang dikirim oleh PLC pengirim dan data yang diterima oleh PLC penerima. Pengujian tersebut sangatlah sesuai dengan fungsi PLC.

Pengujian Perangkat I/O

Pada pengujian perangkat I/O terdapat 3 perangkat yang dapat diuji yaitu *Limit Switch*, Tombol dan *Buzzer*. Switch digunakan untuk sensor pintu dan jendela, tombol digunakan untuk menonaktifkan sistem, sedangkan *Buzzer*

digunakan untuk alarm pada rumah ketika ada pencurian. Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji secara sekuensial dimana pertama menguji *Limit Switch*. *Limit Switch* terletak pada pintu dan jendela, jika pintu dan jendela dalam kondisi terbuka selama 5 detik maka alarm aktif. Setelah alarm aktif tombol ditekan untuk menonaktifkan alarm tersebut. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil perangkat I/O

Percobaan	<i>Limit Switch (Off)</i>	<i>Buzzer</i>	Keterangan
1	1 detik	non aktif	Sesuai
2	2 detik	non aktif	Sesuai
3	3 detik	non aktif	Sesuai
4	4 detik	aktif	Sesuai
5	5 detik	aktif	Sesuai
6	6 detik	aktif	Sesuai
7	7 detik	aktif	Sesuai
8	8 detik	aktif	Sesuai
9	9 detik	aktif	Sesuai
10	10 detik	aktif	Sesuai

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa jika *Limit Switch Off* dalam waktu lebih dari 3 detik maka *Buzzer* aktif. Apabila tombol ditekan maka *Buzzer* kembali off. Semua proses dalam 10 percobaan sangat sesuai. Masing-masing perangkat dapat digunakan untuk sistem tersebut.

Hasil Pengujian Keseluruhan

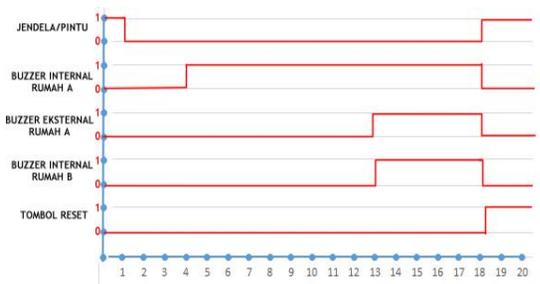
Hasil pengujian keseluruhan ini meliputi semua perangkat keras yang digunakan dan meliputi jarak pengiriman antar miniature rumah. Hasil pengujian tersebut menggunakan kabel panjang untuk pengiriman antar PLC /Miniatur. Dan mencatat kondisi apapun yang berada pada sistem tersebut. Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 6. Pada hasil pengujian tersebut terdapat 20 percobaan dimana hasil dari pengiriman tersebut sangatlah sesuai.

Hasil Diagram Waktu

Pada hasil diagram waktu terdapat pengujian pada sistem pengirim. perangkat yang dipakai meliputi Jendela/Pintu, *Buzzer* internal Rumah A, *Buzzer* eksternal, *Buzzer* Internal Rumah B dan tombol reset. *Buzzer* internal adalah *Buzzer* yang berada pada sistem pengirim sedangkan *Buzzer* eksternal adalah *Buzzer* yang berada pada sistem penerima. Hasil dapat dilihat pada gambar 16.

Tabel 6 Hasil Pengujian Keseluruhan

Percobaan	Skenario	Aktifitas Sistem	Kesimpulan
1	Pintu rumah A dibuka kurang dari 3 detik	Buzzer rumah A tidak menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
2	jendela rumah A dibuka kurang dari 3 detik	Buzzer rumah A tidak menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
3	Pintu rumah B dibuka kurang dari 3 detik	Buzzer rumah A tidak menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
4	jendela rumah B dibuka kurang dari 3 detik	Buzzer rumah A tidak menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
5	Pintu rumah A dibuka lebih dari 3 detik dan kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
6	jendela rumah A dibuka lebih dari 3 detik dan kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
7	Pintu rumah B dibuka lebih dari 3 detik dan kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	sesuai
8	jendela rumah B dibuka lebih dari 3 detik dan kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	Sesuai
9	Pintu rumah A dibuka lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B menyala	Sesuai
10	jendela rumah A dibuka lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B menyala	Sesuai
11	Pintu rumah B dibuka lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B menyala	Sesuai
12	jendela rumah B dibuka lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B menyala	Sesuai
13	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika Pintu rumah A kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	Sesuai
14	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika jendela rumah A kurang dari 10 detik	Buzzer rumah A berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B tidak menyala	Sesuai
15	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika Pintu rumah A lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B berhenti menyala	Sesuai
16	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika jendela rumah A lebih dari 10 detik	Buzzer rumah A berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah B berhenti menyala	Sesuai
17	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika Pintu rumah B kurang dari 10 detik	Buzzer rumah B berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah A tidak menyala	Sesuai
18	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika jendela rumah B kurang dari 10 detik	Buzzer rumah B berhenti menyala	Sesuai
		Buzzer rumah A tidak menyala	Sesuai
19	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika Pintu rumah B lebih dari 10 detik	Buzzer rumah B berhenti menyala	sesuai
		Buzzer rumah A berhenti menyala	sesuai
20	Tombol <i>reset</i> ditekan ketika jendela rumah B lebih dari 10 detik	Buzzer rumah B berhenti menyala	sesuai
		Buzzer rumah A berhenti menyala	sesuai



Gambar 16. Hasil diagram waktu

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan tersebut diantaranya:

1. Komunikasi data antara Arduino dan *Power Line Carrier* menggunakan pengiriman serial sehingga pin yang digunakan adalah Rx dan Tx. PLC tersebut hanya bisa digunakan untuk

pengiriman data dengan 1 fasa listrik jala-jala. Jarak pada hasil pengujian ini adalah 5 cm, 200 cm, 450 cm, 1000 cm, 1500 cm. Keberhasilan transmisi data pada 10 percobaan sebesar 100%.

2. Perancangan Sistem keamanan desa berbasis *Power Line Carrier* dapat menggunakan Arduino Uno yang menggunakan pengiriman serial sehingga simulasi pengiriman data dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian keseluruhan pada 20 percobaan mencapai keberhasilan 100% karena selalu dapat mengirim dan menerima data dengan presisi, tetapi level pada peralatan ini masih prototype.

Saran

Berikut ini adalah saran yang dapat diberikan setelah melakukan perancangan sistem pengukuran dan pengiriman data arus listrik menggunakan *Power Line Carrier* (PLC):

1. Menggunakan penyetabil tegangan sebelum memakai *Power Supply*
2. Menggunakan *Power Line Carrier* yang bertipe KQ330 karena jarak lebih jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arihutomo, M. (2012). *Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-jala Menggunakan Power Line Carrier*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Endah. (2009). *Sistem Pengaman Pembuka Pintu Menggunakan Verifikasi Suara*. Surabaya: PENS ITS.
- Maria, C. A. (2009). *Panduan Microcontroller Arduino*. Yogyakarta: Moncer Publisier.
- Saputra, Z. R. (2016). *Perancangan Smart Home Berbasis Arduino*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Wibisono, L. A. (2016). *Pengendalian 'Rollbot' Menggunakan Android Melalui Bluetooth dan Arduino Nano*. Yogyakarta: Sanata Dharma University.