

## Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Smart Class Menggunakan Media Power Line Carrier

Suwito<sup>1</sup>, Sjamsul Anam<sup>2</sup>, Fiqqih Faizah<sup>3</sup>

<sup>1,2)</sup> Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

<sup>3.)</sup> Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Email: mas.suwito@gmail.com

### ABSTRAK

Kebutuhan listrik dalam kegiatan belajar mengajar merupakan hal yang penting, terutama dalam jenjang pendidikan tinggi. Meningkatnya biaya pembayaran listrik ini disebabkan oleh pemborosan beberapa fasilitas yang ruang kelas seperti lampu, AC, komputer dan proyektor. Pengaturan sistem kelistrikan di ruang kelas pada umumnya masih dikendalikan oleh perseorangan, belum dikontrol secara terpusat melalui bagian pengajaran. Sistem kontrol peralatan listrik smart class yang dikendalikan secara terpusat dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas manajemen penggunaan energi listrik di kampus ITS. Sistem ini merupakan sebuah sistem smart class dimana semua kontrol peralatan listrik pada ruang kelas dapat dipantau melalui suatu sistem di ruang pengajaran yang terintegrasi dengan web. Pengiriman komunikasi data dari ruang kelas ke bagian pengajaran akan menggunakan power line carrier. Power Line Carrier mengirimkan data komunikasi dengan menumpangkan frekuensi komunikasi diatas frekuensi standar tegangan. Hasil pengujian keseluruhan sistem didapatkan persentase keberhasilan sistem sebesar 97%. Kegagalan sistem terjadi karena adanya kesalahan data pada slave. Kegagalan sistem dapat diatasi dengan melakukan kontrol melalui web.

**Kata Kunci:** Power line carrier, smart class, current transformer

### I. PENDAHULUAN

Kampus merupakan salah satu instansi pemerintah yang cukup besar dalam pemakaian energi listrik. Pemakaian energi tersebut memiliki kecenderungan meningkat tiap tahunnya, hal ini karena semakin banyaknya jumlah mahasiswa yang diterima tiap tahunnya, hal ini berkorelasi dengan penambahan jumlah kelas dan ruang praktikum. Peningkatan pemakaian listrik juga dipengaruhi oleh kebiasaan mahasiswa dalam memakai peralatan listrik di kampus. Peningkatan pemakaian energi tersebut berimplikasi dengan pembengkakan biaya kebutuhan listrik di kampus. Beberapa kebiasaan mahasiswa dalam penggunaan listrik misalnya terlihat saat berakhirnya kelas, tidak ada yang peduli untuk mematikan beberapa fasilitas elektronik seperti lampu, proyektor, komputer dan AC. Kontrol peralatan listrik dalam kelas masih dikendalikan oleh dosen dan mahasiswa yang bersangkutan, hal ini berarti pengaturan sistem kelistrikan ruang kelas masih dikendalikan secara manual oleh perseorangan dan bukan terpusat pada sebuah ruang monitoring. Pengendalian sistem kelistrikan secara perseorangan rentan terhadap human error seperti lupa dan kurangnya rasa peduli, hal ini pola pengelolaan manajemen kelistrikan seperti ini dapat menyebabkan inefisiensi baik secara sumber daya maupun biaya.

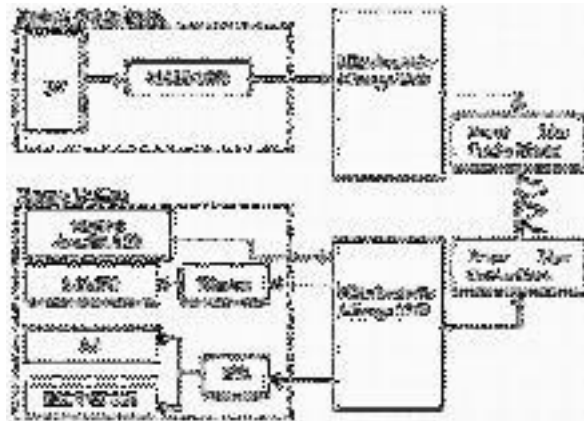
Berdasarkan kondisi tersebut perlu dikembangkan suatu sistem kontrol penggunaan energi listrik di kelas yang dilakukan secara terpusat dari sebuah ruang pengajaran.

Sistem ini sering disebut dengan smart building atau smart class, karena segala penggunaan energi dalam kelas dapat dimonitoring dan dikendalikan baik secara otomatis atau terpusat. Salah satu kendala untuk mengimplementasikan sistem tersebut yaitu karena dari awal desain ruangnya konvensional dimana hanya memiliki jaringan listrik maka ketika dibutuhkan komunikasi antar perangkat pengendali menjadi agak sulit. Oleh karena itu salah satu cara agar komunikasi antar perangkat pengendali bisa berlangsung dengan tanpa menambah jaringan data, maka dapat digunakan metode komunikasi menggunakan media power line carrier. Power line carrier merupakan sebuah komunikasi yang menggunakan jaringan listrik AC220V sebagai media transmisi. Cara untuk menumpangkan data komunikasi melalui jalur listrik 220VAC yaitu dengan memodulasi data digital menggunakan Frequency Shift Keying (FSK) dan hasil modulasi diinjeksikan ke jaringan listrik. Pada sisi penerima, setelah sinyal data yang termodulasi tersebut diperoleh selanjutnya difilter menggunakan bandpass filter maka diperoleh data digital yang sesuai dengan data yang dikirim oleh transmitter.

### II. METODE

Pembuatan sistem kontrol pada peralatan listrik ruangkuliah untuk mendeteksi ada tidaknya jadwal perkuliahan dan ada tidaknya kegiatan sesuai jadwal di ruang perkuliahan yang dapat dipantau secara terpusat melalui bagian master yang terhubung dengan personal

computer diruang pengajaran. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan pada bagian master dan slave. Berupa perancangan mikrokontroler ATmega 2560 to Power Line Carrier, rangkaian sensor, rangkaian Solid State Relay dan rangkaian dimmer PWM.



Gambar 2.1. Diagram blok sistem smart class dengan power line carrier.

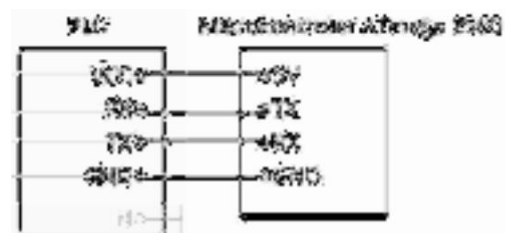
Melalui perancangan perangkat keras keseluruhan pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa pada bagian pengajaran terdapat PC (Personal Computer) yang nantinya terhubung pada bagian master melalui ethernet. Proses pengiriman data dari ruang pengajaran ke ruang kuliah melalui media kabel listrik dengan menggunakan Power Line Carrier. Setelah data diterima bagian slave, maka data akan diolah oleh mikrokontroler ATmega 2560. Hasil pengolahan data pada bagian slave digunakan untuk mengontrol peralatan listrik yang ada di ruang kuliah seperti lampu, Air Conditioner dan proyektor.

Sesuai dengan gambar di atas, dijelaskan untuk pengelolaan jadwal matakuliah menggunakan web server. Diawali dari menginputkan jadwal matakuliah pada form yang nantinya akan tersimpan kedalam database. Selanjutnya data yang diterima oleh bagian master akan diteruskan ke bagian slave melalui komunikasi serial PLC (Power Line Carrier). Bagian slave akan menerima data yang dikirim oleh master, selanjutnya slave akan melakukan pembacaan RFID. Jika ada RFID yang terbaca maka dan sesuai dengan jadwal perkuliahan yang ada, maka mikrokontroler pada slave akan memerintahkan untuk mengaktifkan SSR utama. Apabila setelah login ada yang memasuki ruang kelas maka lampu akan menyala dan proyektor dalam keadaan Standby.

## 2.1 Rancangan Perangkat Keras

### 2.1.1 Integrasi PLC ke Mikrokontroler

PLC (Power Line Carrier) bekerja dengan menempatkan sinyal analog di atas standar frekuensi yang lebih tinggi dapat digunakan untuk transmisi yang dikirimkan melalui tegangan oleh pemancar dan didemodulasi penerima. Semua jalur komunikasi melalui kabel beroperasi dengan menyesuaikan sinyal carrier yang termodulasi pada sistem kabel. Dapat bekerja pada tegangan 220V 50/60Hz. PLC (Power Line Carrier) mendapatkan 3 buah supply berupa supply DC 9V pada pin vplc, supply DC 5V pada pin vcc dan supply AC 220V pada pin L – N. Supply AC 220V ini berfungsi sebagai media PLC untuk melakukan transmisi data Frekuensi modul HL-PLC 72Khz, dengan komunikasi data serial melalui pin tx rx. seperti pada Gambar 2.2..



PLC	ATmega 2560
VCC	VCC 5V
GND	GND GND
TX	TX TX
RX	RX RX
AC 220V	Output SSR
AC 220V	Lampu Standby 220
AC 220V	Proyektor Standby 220

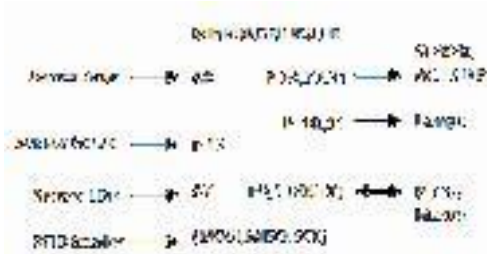
Gambar 2.2. Integrasi antara Power Line Carrier dengan Mikrokontroler.

### 2.1.2. Rancangan Sistem Mikrokontroler

Sistem mikrokontroler pada penelitian ini terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian master dan slave. Pada master, mikrokontroler berfungsi sebagai konverter data dari komputer ke format serial. Adapun pin konfigurasi antara mikrokontroler dengan PLC seperti pada gambar 2.2.

Mikrokontroler pada bagian slave berfungsi sebagai pengendali peralatan listrik di kelas, dengan perintah kendali dari master melalui media PLC. Mikrokontroler slave juga dilengkapi dengan sensor arus dan intensitas cahaya. Sensor arus digunakan untuk mengukur penggunaan energi listrik yang digunakan, sedangkan

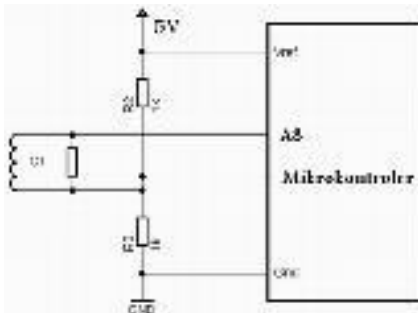
sensor intensitas cahaya digunakan untuk mengatur pencahayaan ruangan. Pengendalian sistem pencahayaan menggunakan saklar solid state dengan referensi pengendaliannya berdasarkan sensor cahaya. Integrasi antara mikrokontroler dengan driver peralatan listrik dan jalur komunikasi dengan media PLC terlihat seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Rangkaian interface mikrokontroler dengan perangkat pendukung.

**2.1.3. Rancangan Sensor Arus.**

Sensor arus digunakan untuk mengukur daya listrik yang dipakai oleh sistem. Sensor yang digunakan adalah jenis current transformer dengan rangkaian seperti pada gambar 2.4. Luaran sensor arus pada dasarnya berupa sinyal AC dengan frekuensi yang sama frekuensi dengan arus yang diukur. Agar luaran tegangan selalu diatas 0 volt dan bisa langsung diukur menggunakan ADC mikrokontroler, maka pada salah satu pin sensor diberikan tegangan setengan dari tegangan sumber yaitu 2,5VDC.

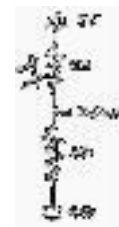


Gambar 2.4. Rangkaian sensor arus

Pembacaan sensor arus dilakukan dengan mensampling sinyal output sensor dan dipilih nilai yang paling tinggi.

**2.1.4 . Rancangan sensor cahaya.**

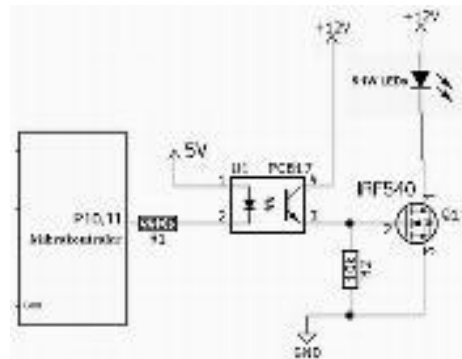
Sensor cahaya digunakan untuk mengukur tingkat intensitas cahaya dalam ruangan, sehingga jika nilainya kurang dari standar maka lampu ruangan akan menyala lebih terang. Sensor cahaya pada penelitian ini menggunakan Light Dependent Resistor (LDR). Rangkaian sensor cahaya terlihat seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Rangkaian sensor cahaya  
 Luaran sensor cahaya berupa tegangan DC masuk ke ADC pada mikrokontroler.

**2.1.5. Rancangan penggerak lampu.**

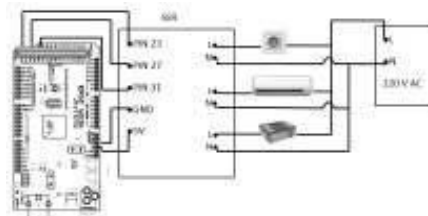
Beban lampu pada smart class ini dapat dikendalikan intensitas cahayanya. Pengendalian tersebut menggunakan sebuah buck converter. Diasumsikan pada pencahayaan ruangan menggunakan lampu jenis LED, sehingga dengan menggunakan sebuah saklar mosfet dapat dikendalikan tegangannya. Adapun rangkaian buck converter pada sistem ini seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Rangkaian buck converter penggerak lampu

**2.1.6. Rancangan penggerak AC dan LCD proyektor.**

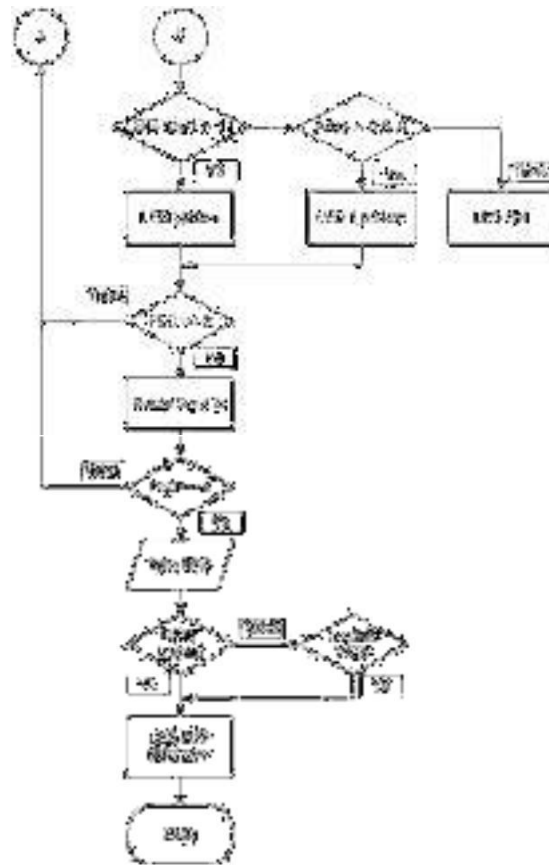
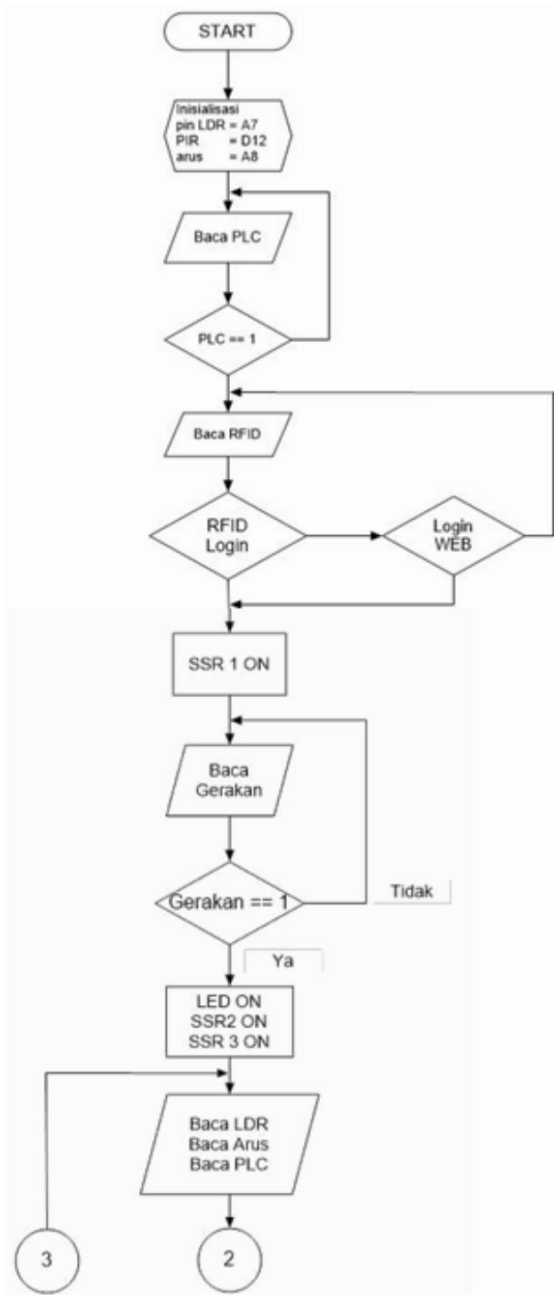
Penggerak perangkat AC dan proyektor menggunakan sebuah saklar jenis solid state atau disebut dengan *Solid State Relay*. Pada dasarnya rangkaian ini adalah gabungan dari TRIAC dan opto diac, dimana seri TRIAC yang di gunakan adalah BT139 dan opto diac seri MOC3041. SSR pada sistem ini mampu menangani beban dengan arus hingga 15 A. Rangkaian SSR pada sistem ini terlihat seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Rangkaian Solid State Relay

**2.2. Rancangan Perangkat Lunak.**

Algoritma pengendalian sistem smart class didalam penelitian ini seperti terlihat pada diagram flowchart pada gambar 2.8. Pada diagram tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Untuk aktivasi perangkat listrik pada ruang kelas dapat dilakukan secara lokal maupun remote. Pada cara lokal yaitu menggunakan kartu RFID yang didekatkan pada RFID reader yang ada pada sistem slave.



(b)

Gambar 2.8. Flowchart algoritma smart class

Jika masukan dari RFID sesuai dengan data yang ada di dalam database mikrokontroler maka peralatan akan menyala dan khusus pada lampu akan menyesuaikan tingkat penyalan sesuai intensitas yang dibutuhkan. Jika cahaya lingkungan sudah mencukupi, misalnya saat siang hari dengan penerangan dari cahaya matahari sangat cukup maka lampu otomatis akan padam, begitu juga sebaliknya jika pada malam hari.

Aktivasi cara remote ialah pengendalian ruang kelas yang dilakukan dari kantor pengajaran. Perintah aktivasi perangkat kelas dilakukan dengan komputer penjadwalan dan perintah tersebut dikirim ke ruang kelas menggunakan jaringan jala-jala listrik dengan media PLC. Setelah memperoleh perintah dari master, mikrokontroler pada slave akan memprosesnya sesuai isi perintah operator. Pada semua metode aktivasi peralatan listrik diruangan kelas tersebut, mikrokontroler slave selalu mengirimkan status dari masing-masing peralatan ke komputer master, sehingga pada penampil atau Human Machine Interface (HMI) yang ada di ruang jurusan terlihat kondisi masing-masing kelas beserta penggunaan energinya.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian telah dilakukan pada masing-masing sub bagian dan juga pada sistem secara menyeluruh. Pengujian beberapa sub sistem bertujuan untuk mengetahui karakteristik atau kondisi masing - masing sub sistem. Beberapa sub sistem yang di uji meliputi sensor arus, sensor cahaya, sensor gerak, RFID, komunikasi serial dengan media PLC. Selain pada subsistem, pengujian juga dilakukan pada sistem secara menyeluruh.

#### 3.1. Pengujian Sensor Arus

Pengujian pada sensor arus CT bertujuan untuk mengetahui akurasi dari pembacaan nilai sensor. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran arus oleh mikrokontroler dengan pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur yang telah terkalibrasi. Tabel 3.1. Hasil pengujian sensor arus.

No	Hasil Pengukuran CT oleh Mikrokontroler	Hasil Pengukuran dengan Ampere meter	Kesalahan (%)
1	0,01	0	0
2	0,19	0,19	0
3	0,05	0,06	16,6
4	1,16	1,14	1,8
5	1,24	1,25	0,8
Rerata			3,84

Hasil dari pengukuran menunjukkan rerata kesalahan pengukuran sebesar 3,84%

#### 3.2. Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui linearisasi pembacaan sensor. Pengujian ini dilakukan dengan mengubah-ubah tingkat kecerahan lampu dengan mengatur nilai PWM melalui buck converter penggerak lampu. Kemudian membandingkan nilai yang terukur pada Luxmeter dan nilai ADC yang terbaca oleh sensor. Adapun hasil pengujian sensor cahaya seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Grafik nilai luxmeter terhadap pembacaan ADC.

#### 3.3. Pengujian Sensor Gerak

Pengujian sensor gerak dilakukan dengan tujuan mengetahui *range* pembacaan sensor. Pengujian sensor gerak ini dilakukan dengan meletakkan sensor pada satu titik lalu ada seseorang yang melakukan pergerakan di depan sensor. Karena sensor ini berbasis sinar inframerah maka suhu ruangan saat pengujian dikondisikan pada suhu 20<sup>0</sup>C. Adapun hasil pengujian terlihat seperti pada tabel 3.2, dan dari pengujian tersebut diketahui bahwa sensor gerak yang dipakai memiliki kemampuan mendeteksi maksimal di jarak 7.

Tabel 3.2. Hasil pengujian sensor gerak.

No	Jarak Gerakan	Terdeteksi Gerakan
1	1m	Ya
2	2m	Ya
3	3m	Ya
4	4m	Ya
5	5m	Ya
6	6m	Ya
7	7m	Ya
8	8m	Tidak

#### 3.5. Pengujian Sistem Smart Class

Pengujian sistem secara menyeluruh bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem setelah semua perangkat diintegrasikan, sehingga dapat dilihat tingkat keberhasilan sistem. Pengujian dilakukan dengan 2 kondisi yaitu aktivasi ruangan melalui akses RFID dan aktivasi melalui remote jaringan. Hasil pengujian dengan kondisi akses RFID terlihat seperti pada tabel 3.3, dimana proses pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja dengan keberhasilan 100%.

Tabel 3.3. Hasil pengujian sistem dengan aktivasi dengan RFID.

Jadwal	Login	PIR	SSR2 (Proyektor)	SSR3 (AC)	Lampu
16.15-16.25	Berhasil	1	Standby	ON	ON
16.55-17.05	Berhasil	1	Standby	ON	ON
17.07-17.17	Berhasil	1	Standby	ON	ON
17.19-17.34	Berhasil	1	Standby	ON	ON
19.15-19.30	Berhasil	1	Standby	ON	ON
19.33-19.48	Berhasil	1	Standby	ON	ON
19.51-20.11	Berhasil	1	Standby	ON	ON
20.15-20.35	Berhasil	1	Standby	ON	ON

Hasil pengujian dengan kondisi akses melalui remote jaringan terlihat seperti pada tabel 3.4, dimana proses pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja dengan keberhasilan 100%. Pada pengujian logout ternyata sistem mengalami kegagalan sekali selama 8 kali pengujian, sehingga tingkat keberhasilannya menjadi 97%. Hasil pengujian saat logout pada aktivasi melalui remote jaringan terlihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.4. Hasil pengujian sistem dengan aktivasi dengan remote jaringan saat login.

Jadwal	Login	PIR	SSR2 (Proyektor)	SSR3 (AC)	Lampu
20.50-21.15	Berhasil	1	Standby	ON	ON
21.18-21.28	Berhasil	1	Standby	ON	ON
21.30-21.45	Berhasil	1	Standby	ON	ON
21.48-21.58	Berhasil	1	Standby	ON	ON
22.00-22.20	Berhasil	1	Standby	ON	ON
22.24-22.44	Berhasil	1	Standby	ON	ON
22.48-22.58	Berhasil	1	Standby	ON	ON
23.01-23.16	Berhasil	1	Standby	ON	ON

Tabel 3.5. Hasil pengujian sistem dengan aktivasi dengan remote jaringan saat logout.

Jam	Logout	SSR2 (Proyektor)	SSR3 (AC)	lampu
21.31	Berhasil	OFF	OFF	OFF
21.47	Berhasil	OFF	OFF	OFF
21.59	Berhasil	OFF	OFF	OFF
22.23	Berhasil	OFF	OFF	OFF
22.46	Berhasil	OFF	OFF	OFF
22.59	Berhasil	OFF	OFF	OFF
23.00	Gagal	ON	ON	ON
23.18	Berhasil	OFF	OFF	OFF

[2] Lestari, Jati dan Grace Gata. 2011. “Webcam monitoring ruangan menggunakan sensor gerak PIR (Passive Infra Red)”. Vol 8, no.2, hlm 3.

[3] Li, Mingfu dan Hung-Ju Lin. 2015. “Design and Implementation of Smart Home Control Systems Based on Wireless Sensor Networks and Power Line Communications”. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 62 No. 7, Hal. 4430 – 4442.

[4] Radius Dwiatmojo. Meningkatkan Kinerja Infrared Optocoupler Dengan Teknik Modulasi Cahaya. Jurnal Kolaborasi ElektriKa. Universitas Negeri Jakarta, 2010.

[5] Sharma, Nutan; Pande, Tanuja; Shukla. 2011. “Survey of Power Line Communication”. Kanpur, India.

#### IV. PENUTUP

##### Simpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari perencanaan hingga pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Peralatan listrik pada tiap ruang kelas yang menggunakan sistem Smart Class ini dapat dipantau melalui pengajaran.
2. Pada komunikasi serial berkecepatan rendah, PLC dapat digunakan dan dapat mengurangi biaya instalasi jaringan data.
3. Pengiriman data melalui PLC dengan baudrates tinggi akan menyebabkan kesalahan penerimaan data yang tinggi.
4. Berdasarkan dari hasil pengujian keseluruhan sistem didapatkan persentase tingkat keberhasilan sistem sebesar 97% dan persentase gagal sebesar 3% dengan 32 kali pengambilan data.

##### DAFTAR PUSTAKA

[1] Gifson, Albert dan Slamet. 2009. “Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infra Red Berbasis Mikrokontroler AT89S52”. Jurnal telkommika, Vol 7, no.3, hlm 202-203.