

## Rancang Bangun Sistem SCADA Pengontrolan Kelistrikan AC dan PC Laboratorium Pemrograman Gedung Elektro

Endi Syahrizal<sup>1</sup>, Hikmatul Amri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis Jl. Bathin Alam, 28712, Riau, Indonesia  
email: endisyahrizal@gmail.com<sup>1</sup>, hikmatul\_amri@polbeng.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak** - Penelitian ini merupakan pengujian terhadap pengontrolan kelistrikan laboratorium Gedung Elektro. Dengan adanya pengujian ini peneliti dapat melihat perbandingan antara pengontrolan kelistrikan tidak menggunakan SCADA mempunyai kekurangan dalam pengawasan di mana dengan menggunakan SCADA bisa dikontrol melalui laptop. Penelitian ini menggunakan PLC Mitsubishi FX2N-48MR dan relay double pole double throw digunakan sebagai alat pengontrolan kelistrikan secara real time. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan kelistrikan di laboratorium di mana apabila tidak menggunakan sistem SCADA ketika pada saat jam perkuliahan sering terjadi AC dan PC tidak dimatikan oleh mahasiswa/i. Oleh karena itu dengan adanya sistem SCADA tidak ada lagi AC dan PC yang tidak dimatikan lagi, selain itu sistem SCADA bisa menurunkan pemakaian energi listrik yang sangat baik digunakan di ruangan perkuliahan. SCADA dikontrol melalui laptop dengan beban yang begitu besar. Sebelum menggunakan SCADA pemakaiannya tinggi dengan nilai Rp 183,564 sedangkan menggunakan SCADA pemakaian listrik menurun dengan nilai Rp 93,375. Hasil penelitian bahwa pengontrolan dengan sistem SCADA menurunkan biaya pemakaian sebesar 50,87 %.

**Kata Kunci** - SCADA, PLC, Relay.

**Abstrack** - This research is a testing of the electrical control laboratory in the Electrical Building laboratory. With this test, researchers can see a comparison between electrical contracting not using SCADA has a shortcoming in supervision where by using SCADA can be controlled via a laptop. This study uses a Mitsubishi FX2N-48MR PLC and double pole double throw relays are used as electrical control devices in real time. The purpose of this study is to optimize electricity in the laboratory where when not using the SCADA system when during lecture hours often the AC and PC are not turned off by students. Therefore, with the SCADA system there is no more AC and PC that is not turned off anymore, besides that the SCADA system can reduce the use of electrical energy which is very well used in the lecture room. The method used with the SCADA system. SCADA is controlled through a laptop with such a large load. Before using SCADA, its use was high with a value of Rp. 183,564 while using SCADA electricity consumption decreased by a value of Rp. 93,375. The results of the study that the control by the SCADA system reduces usage costs by 50.87%.

**Keywords** - SCADA, PLC, Relay.

### I. PENDAHULUAN

Suatu sistem pada proses di industri sudah semakin kompleks hal ini dikarenakan tuntutan hasil produksi yang dibutuhkan oleh masyarakat harus memenuhi kualitas yang dapat memuaskan keinginan masyarakat. Begitu pula yang terjadi pada masalah industry kelistrikan di Indonesia, masyarakat sangat mengharapkan keandalan pasokan energi listrik yang terus menerus. Masyarakat awam merasa kesal ketika pasokan energi listrik hilang meski beberapa saat, dan menghitung berapa lama listrik padam di daerah, tanpa memberikan apresiasi kepada Perusahaan Listrik Negara yang selama ini selalu berusaha memberikan suplai energi listrik kepada konsumen. Oleh karena menjaga keandalan dan kontinuitas pasokan energi listrik adalah keharusan, serta luasnya wilayah Indonesia menjadi tantangan lainnya, maka

diperlukanlah sebuah sistem yang lebih efektif dan otomatis yang bisa mengurangi mobilitas manusia secara manual dan konvensional. Sistem yang dibutuhkan ialah dimana proses kontrol dengan gerakan cepat, dengan jarak yang jauh bisa diawasi dan dikendalikan dengan segera. Sistem otomatisasi yang biasa dipergunakan oleh Perusahaan Listrik Negara sekarang ialah sistem supervisory control and data acquisition atau disingkat (SCADA). SCADA berfokus pada pengumpulan data, mengolah dan mendistribusikan informasi kepada personil, grup atau ke beberapa komputer secara cepat dan akurat. SCADA pada jaringan distribusi merupakan SCADA yang paling banyak digunakan, mengingat jumlah penyaluran ke wilayah-wilayah Indonesia sangat banyak sehingga SCADA berperan penting dalam meningkatkan keandalan penyaluran energi listrik.

Salah satu elemen penting dari sistem SCADA adalah master control unit (MCU). MCU ini merupakan unit komputer yang digunakan sebagai pengolah data pusat dari sistem SCADA. MCU ini pula yang berfungsi sebagai penyedia HMI atau penyedia hubungan antara dispatcher dan sistem komputer. Dengan alasan di atas penulis membuat rancang bangun sebuah simulasi dan menyusunnya ke dalam bentuk sebuah skripsi dengan judul Analisa Rancang Bangun Sistem SCADA Pengontrolan Kelistrikan air conditioner (AC) dan PC Laboratorium Pemrograman Gedung Elektro.

Penelitian mengenai perancangan sistem SCADA instalasi listrik sudah dilakukan oleh berbagai penelitian telah dilakukan untuk menemukan sumber energi terbarukan. Berikut ini merupakan rujukan penelitian yang pernah dilakukan untuk mendukung penulisan skripsi ini diantaranya:

Menurut penelitian tentang perancangan supervisory control and data acquisition (SCADA) menggunakan Software CX-Supervisor 3.1 pada simulasi sistem listrik redundant berbasis programmable logic controller (PLC) Omron CP1E NA-20-DRA. Sistem kerja alat monitoring (mengawasi kondisi plant) take action (mengendalikan proses pada plant) dan menampilkan database. Hasil Sistem Pada program PLC terdapat 6 state yang menggambarkan kondisi sistem sesungguhnya yaitu sistem off (S0) sistem normal (S1) sistem saat gangguan hubung buka 1 (S2) sistem saat gangguan hubung buka 2 (S3) sistem saat short circuit (S4) dan sistem saat gangguan overload (S5)[1].

Menurut penelitian tentang analisa penerapan sistem SCADA pada pengendalian jaringan tegangan menengah 20KV PT. PLN area payakumbuh. Cara kerja sistem adalah Penerapan sistem SCADA pada sistem kelistrikan akan secara otomatis meningkatkan tingkat pemahaman operator, sistem kelistrikan dan sistem SCADA diterapkan pada jaringan distribusi tenaga listrik yang di rancang untuk memantau kegiatan kelistrikan di setiap gardu, sehingga kondisi jaringan listrik dapat dipantau secara real time. Hasil dari penelitian adalah adanya peningkatan indeks keandalan setelah ketenagalistrikan terintegrasi dengan sistem SCADA adapun parameter yang digunakan parameter indeks SAIDI, SAIFI dan CAIDI. Adapun peningkatan keandalan setelah diterapkan sistem SCADA pada jaringan distribusi Area Payakumbuh berdasarkan perhitungan dan analisa, adalah sebesar 49,62 % untuk indeks SAIDI, dan 3,74 % untuk indeks SAIFI, sedangkan indeks CAIDI 47,73 % [2].

Menurut penelitian tentang rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan relay. Cara kerja sistem adalah dengan sistem keamanan rumah menggunakan relay ini, pemilik rumah akan mendapatkan peringatan dari lampu rumah dan suara alarm. Karena apabila sistem keamanan dihidupkan dengan cara menekan push button hijau, maka relay akan aktif. Apabila pintu rumah terbuka sebesar 25-90 derajat, maka semua lampu rumah dan alarm akan berubah ke posisi 1 atau aktif. Hasil dari penelitian adalah Pada saat relay dalam kondisi 0, maka lampu indikator off sistem akan tetap menyala karena kontak relay nomor 1 ke 9 dalam kondisi 1. Dan

pada saat relay dalam kondisi 1, maka lampu indikator off sistem tidak menyala karena kontak relay nomor 1 ke 9 dalam kondisi 0 [3].

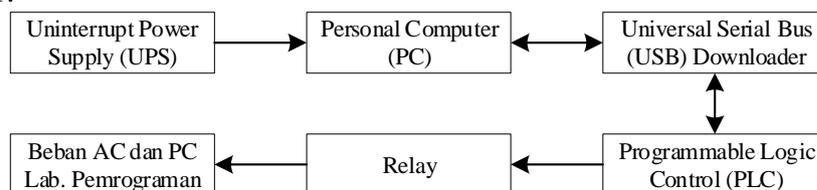
## II. METODE

Dalam sistem rancang bangun sistem SCADA pengontrolan AC Gedung Elektro memiliki peran yang sangat penting dalam penggunaannya. Sistem SCADA digunakan untuk mengontrol alat listrik secara real time.

Komponen-komponen yang digunakan dalam rancang bangun sistem SCADA pengontrolan kelistrikan AC dan PC Gedung Elektro yaitu sebagai berikut:

1. UPS Berfungsi untuk memback up jaringng listrik dari PLN jika terjadi gangguan/pemadangan sehingga PC senantiasa mendapat listrik dalam kondisi apapun
2. PC berfungsi menampilkan data dari hasil HMI ataupun menampilkan proses yang sedang terjadi pada keseluruhan sistem.
3. Kabel USB adalah alat sebagai komunikasi antara PC dan PLC dan sebagai downloader/pengunduh program yang dibuat di PC ke PLC
4. Programmable logic controler (PLC) adalah sebuah kontroler logik yang dapat diprogram sesuai kebutuhan. Pada penelitian ini PLC diprogram untuk mengatur penggunaan beban listrik dengan kontrol manual dan otomatis dengan mengaktifkan 4 relay yang terhubung ke 4 jalur/saluran beban.
5. Relay adalah berfungsi pemutus dan penghubung beban yang dapat dikendalikan melalui PLC.
6. Beban listrik, Beban yang digunakan berupa AC dan PC, dengan masukan dari jala jala listrik 220 volt AC.

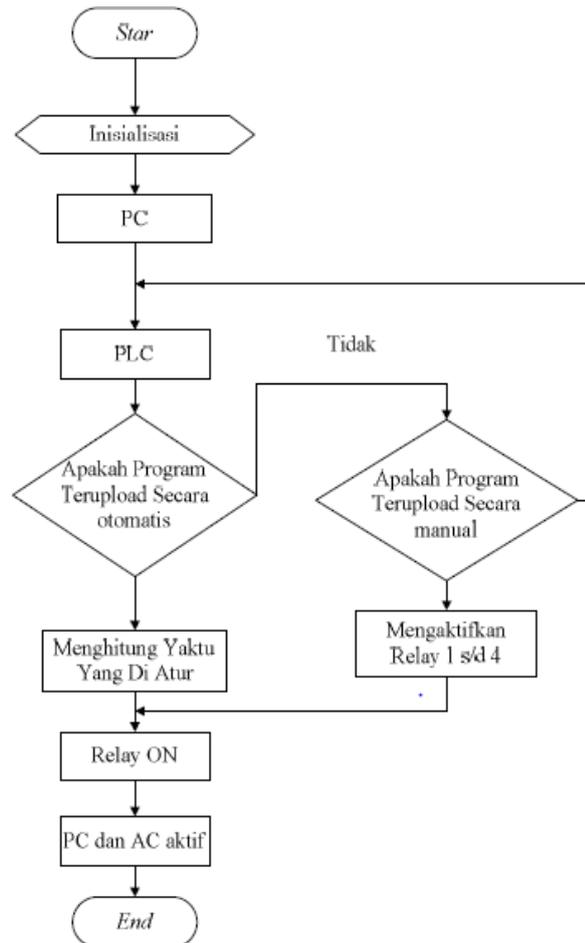
Dalam membuat rancangan sistem SCADA, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan memiliki kelelasan antara rancangan dan perancangan. Oleh karena itu, dalam perancangan sistem SCADA dibuat dalam bentuk blok diagram dan flowchart. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa sistem SCADA yang dibangun dapat dikendalikan dan dipantau secara *realtime* melalui PC. PC/komputer yang digunakan secara terus menerus disuplai oleh UPS sehingga meskipun pasokan listrik dari jala jala terputus maka PC/komputer akan terus menyala sehingga pantauan terhadap beban listrik dapat dilakukan selama 24 jam. Sedangkan untuk mengendalikan beban listrik AC dan Komputer laboratorium dilakukan melauai relai DC dengan tegangan koil 24 volt, hal ini dimaksudkan agar relai bisa langsung dikontrol oleh PLC karena PLC yang digunakan menggunakan sistem tegangan DC sebesar 24 VDC.

Dalam membuat rancangan sistem SCADA, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan memiliki kelelasan antara rancangan dan perancangan. Agar alur kerja sistem mudah dipahami maka dibuat dalam bentuk diagram alir/flowchart. Flowchart kerja sistem SCADA ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan memuat hasil-hasil dari penelitian berupa gambar prototipe serta pembahasan menyeluruh dari masing-masing hasil yang didapatkan dari penelitian yang dibahas. Berikan pembahasan yang mendetail tentang hasil-hasil yang didapatkan hingga dapat menjawab permasalahan yang disebutkan di bagian Pendahuluan.

Sebelum pengambilan data input pada PLC Mitsubishi dilakukan, PLC dihubungkan terlebih dahulu ke sumber AC. Selanjutnya multimeter dihubungkan ke com dan input X0 sampai dengan input X3 sehingga didapatkan hasil di Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Input PLC

No	Input PLC	Keluaran Tegangan	
		Logika 0	Logika 1
1	X0	23,18 V	0 V
2	X1	23,38 V	0 V
3	X2	23,38 V	0 V
4	X3	23,37 V	0 V

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa PLC Mitsubishi FX2N-48MR menggunakan tegangan masukan Input mendekati  $\pm 24$  Volt DC dengan logika terbalik. Logika 0 akan mengeluarkan tegangan mendekati 24 V dan logika 1 mengeluarkan tegangan 0 V.

Sebelum pengambilan data output pada PLC dilakukan, PLC dihubungkan terlebih dahulu ke sumber AC. Setelah terhubung sumber listrik lalu hubungkan salah satu probe multimeter ke com dan Y20 dan seterusnya sampai dengan Y23 dan untuk pengukuran beban masukan relay cara pengukurannya dihubungkan multimeter ke kaki 2 dan 7 pada relay, untuk pengukuran keluaran relay hubungkan multimeter ke kaki netral dan kaki 3 untuk beban 1 kemudian netral ke kaki 6 relay beban 2 dan seterusnya sampai dengan beban relay 7 maka mendapatkan hasil di Tabel 2.

Tabel 2. Output Tegangan PLC dan Relay Beban

No.	Output PLC	V Output PLC (VDC)		Tegangan Koil (VDC)		Relay Beban 1 (VAC)		Relay Beban 2 (VAC)	
		0	1	0	1	0	1	0	1
1	Y20	24,38	0	0	24,38	0,517	234,2	0,516	234,2
2	Y21	24,38	0	0	24,38	0,518	236,5	0,518	236,5
3	Y22	24,38	0	0	24,38	0,513	240,3	0,510	240,3
4	Y23	24,38	0	0	24,38	0,506	240,2	0	0

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa output PLC menggunakan sistem tegangan DC 24 volt dan mampu mengendalikan beban AC 1 Fasa 220 volt sampai dengan 240 volt.

Pengujian waktu dilakukan dengan cara memantau sistem kerja dari HMI dapat dilakukan dengan melihat waktu di PLC dengan perbandingan waktu di PC. Hasil pengujian waktu PLC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Perbandingan Waktu PLC dan PC

No	Waktu PLC	Waktu PC	Selisih (detik)
1	8.00.57	8.01.1	4
2	9.12.56	09.13.1	5
3	10.12.57	10.13.1	4
4	11.07.57	11.08.2	5
5	12.07.57	12.08.2	5
6	13.04.56	13.05.1	5
7	14.05.57	14.06.1	4
8	15.02.56	15.03.1	5
9	16.00.57	16.01.1	4
10	17.04.57	17.05.1	4
Rata rata selisih			4,5

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa selisih antara waktu di PLC dan PC adalah 4,5 detik hal ini bisa terjadi karena pengesetan waktu di PLC dilakukan secara manual melalui HMI.

Pada Ruangan Laboratorium Pemrograman yang menggunakan listrik dari PLN untuk kebutuhan berbagai peralatan listriknya, adapun listrik yang digunakan adalah listrik 3 fasa dengan tegangan 380 volt/220 volt, dengan rincian kebutuhan daya berbagai peralatan listrik yang digunakan Seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian peralatan listrik pada Lab. Pemrograman

No.	Peralatan Listrik	Spesifikasi	Jumlah	Daya Terpasang
1.	Air Conditioner (AC)	220V/4.5A	1	990W
2.	Monitor CPU	220V/1A	25	5500W
3.	CPU	220V/3A	25	16500W
Total Daya Terpasang				22.990W

Dari perhitungan total daya berbagai peralatan listrik yang digunakan industri tersebut diatas, dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan daya terpasang dari PLN.

Pemrograman tersebut merupakan tarif B-3 adalah sebesar 200 KVA, maka Daya yang terpasang pada ruangan perkuliahan tersebut termasuk dalam golongan tarif B-3/TM (daya di atas 200 KVA), dengan menggunakan sebuah trafo dengan daya 250 KVA. Daya terpasang adalah di atas 200 KVA dan termasuk dalam golongan tarif B-3/TM. Lama Pemakaian Daya listrik Karena ruangan perkuliahan tersebut beroperasi selama 9 jam dari mulai pukul 08.00-17.00 WIB setiap hari perkuliahan, maka dapat dihitung lama pemakaian listrik adalah sebagai berikut:

Lama pemakaian listrik pada waktu beban puncak (WBP) waktu beban puncak ditetapkan dari mulai jam 08.00 WIB sampai dengan 12.00 WIB atau selama 4 jam. Lama pemakaian listrik pada waktu beban puncak (WBP) selama seminggu, menjadi: 4 jam x 7 hari = 28 Jam/minggu. Lama pemakaian listrik luar waktu beban puncak (LWBP) selama seminggu menjadi (9 jam - 4 jam) x 7 hari = 35 jam / minggu.

Faktor perbandingan harga WBP dan LWBP (K) disesuaikan dengan karakteristik beban sistem kelistrikan yang digunakan dan hal ini ditetapkan oleh direksi perusahaan perseroan PT.PLN. Nilai perbandingannya (k) antara 1,4 s/d 2 perhitungan dalam hal listrik ruangan perkuliahan Laboratorium Pemrograman tersebut dikenakan perbandingan harga saat pemakaian waktu beban puncak (WBP) sebesar 1,4.  $K= 1,4$ .

Perhitungan kWh meter untuk mengetahui jumlah pemakaian atau kWh pada instalasi listrik 3 phasa/380 volt, berbeda dengan perhitungan kWh meter pada listrik 1 phasa seperti yang biasa terpasang di rumah-rumah. Faktor perkalian CT pada kWh meter 3 phasa sebagai contoh: jika pada listrik ruangan perkuliahan tersebut di pasang kWh meter 3 phasa dengan menggunakan ratio CT sebesar 500/5 atau faktor perkaliannya adalah  $500:5 = 100$  berbeda dengan kWh meter biasa digunakan untuk instalasi listrik rumah tangga kWh meter 3 phasa dengan daya yang cukup besar biasanya harus menggunakan faktor perkalian dari CT yang terpasang. Jika CT yang terpasang pada kWh meter adalah 500/5 ini berarti setiap 500 ampere daya yang terukur maka CT akan mengirimkan sinyal arus sebesar 5 ampere ke kWh meter.

Perhitungan pada KWH meter yang terpasang pada ruangan perkuliahan tanpa menggunakan SCADA tersebut tercatat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pemakaian Daya Listrik Tanpa SCADA

Tanpa SCADA	Total Pemakaian
Pembacaan Awal	21233
Pembacaan Akhir	21247
Jumlah Energi Terpakai/Minggu	$(21247-21233) * 100 = 1400 \text{ kWh}$
Beban WBP/Minggu	$(1400 \text{ kWh} \div 9 \text{ jam}) * 4 \text{ jam} = 622 \text{ kWh}$
Beban LWBP/Minggu	$(1400 \text{ kWh} \div 9 \text{ jam}) * 5 \text{ jam} = 777 \text{ kWh}$
Pemakaian WBP	$1,4 * 622 * \text{Rp. } 1.114,74 = \text{Rp. } 97.007$
Pemakaian LWBP	$777 * \text{Rp. } 1.114,74 = \text{Rp. } 86.557$
Total Biaya WBP dan LWBP	$\text{Rp. } 97.007 + \text{Rp. } 86.557 = \text{Rp. } 183.564$

Perhitungan pada kWh meter yang terpasang pada ruangan perkuliahan menggunakan SCADA tersebut tercatat data awal dan akhir selama seminggu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Pemakaian Daya Listrik dengan SCADA

Tanpa SCADA	Total Pemakaian
Pembacaan Awal	21226 kWh
Pembacaan Akhir	21233 kWh
Jumlah Energi Terpakai/Minggu	$(21233-21226) * 100 = 700 \text{ kWh}$
Beban WBP/Minggu	$(700 \text{ kWh} \div 9 \text{ jam}) * 4 \text{ jam} = 311 \text{ kWh}$
Beban LWBP/Minggu	$(700 \text{ kWh} \div 9 \text{ jam}) * 5 \text{ jam} = 388 \text{ kWh}$

Pemakaian WBP	$1,4 * 311 \times \text{Rp.}1.114,74 = \text{Rp.} 48.503$
Pemakaian LWBP	$388 * \text{Rp.} 1.114,74 = \text{Rp.} 44.872$
Total Biaya WBP dan LWBP	$\text{Rp.} 48.503 + \text{Rp.} 44.872 = \text{Rp.} 93.375$

Dari perhitungan di atas bahwa sistem SCADA sangat mampu menghemat biaya pemakaian 50,87%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat penelitian dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. PLC Mitsubishi FX2N-48MR menggunakan sistem tegangan 24 VDC di I/O dengan logika berbalik (invert) logika 0 mengeluarkan tegangan 23,38 volt dan logika 1 mengeluarkan tegangan 0 volt, begitu juga di bagian output, logika 0 akan menghasilkan keluaran tegangan 24, 38 volt dan logika 1 menghasilkan tegangan 0,518 volt.
2. Hasil Pengujian antara waktu di PLC dan PC memiliki selisih rata rata 4,5 detik dikarenakan pada saat penyetelan waktu di PC dilakukan secara manual sehingga terjadi human error (kesalahan dari operator).
3. Hasil dari penelitian bahwa pengontrolan dengan sistem SCADA menurunkan biaya pemakaian sebesar 50,87% dibandingkan dengan tanpa sistem SCADA

Penelitian yang sudah dilakukan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran yang bisa diberikan kepada peneliti selanjutnya berikut:

1. Pada sistem SCADA yang dirancang, sistem belum dapat diakses melalui jaringan lokal maupun internet, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dirancang sebuah sistem SCADA yang dapat diakses melalui suatu jaringan lokal maupun melalui jaringan internet sehingga data dari SCADA dapat dengan mudah diakses dari jarak jauh.
2. Penelitian selanjutnya bisa melakukan pengujian dengan skala yang lebih besar, misalnya untuk pengontrolan distribusi listrik di Gedung Elektro.

#### REFERENSI

- [1] Almuhtarom dan Sasmoko, P. (2015) Perancangan Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Menggunakan Software Cx- Supervisor3.1 Pada Simulasi Sistem Listrik Redundant Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) OMRON CP1E NA-20-DRA: Gema Teknologi. 18 (2) 88-94
- [2] Susanto, H., dan Lysbetti, N., (2016) Analisa Penerapan Sistem Scada Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau Pengendalian Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv PT. PLN Area Payakumbuh. Jom FTEKNIK. 3(2), hal. 1-9.
- [3] Saleh, M., dan Haryani., M. (2017) Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay: Jurnal Teknologi Elektro. Unervisitas Mercu Buana. 8(2), 87-94.
- [4] Putra dan Agfianto, E. (2007) PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (OMRON CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay): Gava Media. Yogyakarta