

PERANCANGAN SISTEM SCADA BEBAN PENERANGAN PADA *PROTOTYPE* GEDUNG A TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO

Achmad Hermansyah* dan Rizky Adi Nugraha*

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

*) Email: achmadhermansyah@yahoo.com
nugraha.adi.rizky@gmail.com

Abstrak

Penggunaan energi listrik secara berlebihan memiliki dampak buruk yaitu meningkatnya penggunaan sumber energi. Salah satu bentuk penggunaan energi listrik secara berlebihan adalah penggunaan beban penerangan secara berlebihan. Contohnya adalah penggunaan energi listrik di gedung umum. Kesadaran pengguna umum mengenai penghematan energi listrik sangat kurang. Pada penelitian ini sistem SCADA diaplikasikan pada beban penerangan prototype gedung A Teknik Elektro Universitas Dionegoro. Melalui sistem SCADA yang dirancang, kondisi beban dapat dipantau dan dikontrol. Perangkat pengontrol yang digunakan adalah PLC Omron seri CPM1A. HMI pada PC yang dibuat menggunakan CX Supervisor 3.0. Fungsi dari HMI adalah menampilkan kondisi beban penerangan pada prototype.

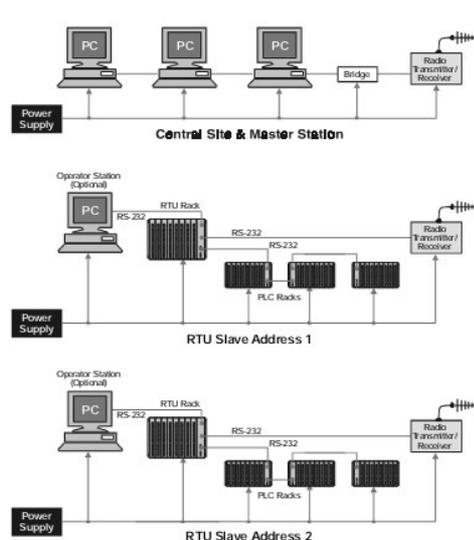
Pendahuluan

Kebijakan hemat energi adalah salah satu kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah demi mengurangi konsumsi energi yang meningkat secara nasional. Salah satu langkah nyata yang sudah dilakukan adalah banyaknya himbauan hemat dalam menggunakan listrik. Hal ini dianggap menjadi solusi cukup efektif karena dalam penyediaan energi listrik diperlukan sumber daya yang besar. Hingga akhir tahun 2011 tercatat sudah ada 45.895.145 pelanggan dengan peningkatan sebesar 8,15% dari tahun sebelumnya^[8]. Sistem SCADA adalah salah satu sistem pada kawasan industri yang berfungsi sebagai wadah dalam melakukan proses pengawasan dan pengontrolan terhadap sebuah *plant* dengan cakupan wilayah yang luas^[1]. Dalam penelitian ini dirancang sistem SCADA yang memiliki fungsi sebagai sistem *monitoring* dan pengontrolan terhadap beban penerangan sebuah gedung umum. Gedung umum yang dimaksud adalah beban penerangan pada *prototype* dari Gedung A Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Sistem SCADA dirancang untuk *monitoring* dan pengontrolan kondisi beban penerangan secara *supervisor*.

Dasar Teori

2.1 Dasar Teori Sistem SCADA

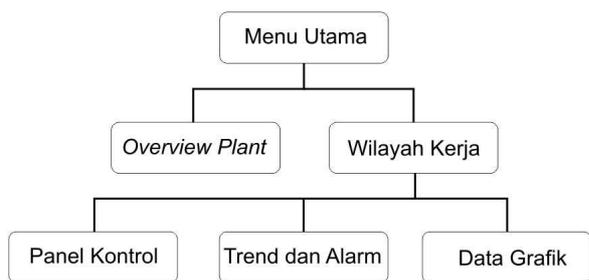
SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah sebuah sistem kontrol jarak jauh dengan fungsi dasar sebagai sistem yang melakukan pengawasan terhadap suatu *plant* dan melakukan akusisi data secara *real time* untuk keperluan pengontrolan terhadap *plant*^[1]. Gambar 1 adalah struktur sistem SCADA yang terbentuk oleh tiga buah komponen penyusun yaitu *master station*, sistem komunikasi dan *slave station*^[1].



Gambar 1 Struktur dasar sistem SCADA

2.2 HMI (Human Machine Interface) pada SCADA

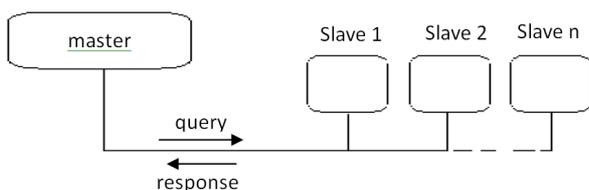
HMI merupakan bagian terpenting dari sisten SCADA yang berfungsi menjembatani operator dalam memahami sistem kerja dari *plant* yang ada pada sebuah sistem. HMI memudahkan manusia dalam melakukan pengawasan dan pengendalian sehingga dalam merancang sebuah HMI harus dibuat mudah untuk dipahami oleh pengguna. HMI yang baik memiliki struktur yang runtun sehingga mudah dipahami, Gambar 2 adalah salah satu contoh struktur HMI.



Gambar 2 Heirarki HMI

2.3 Protokol Modbus

Protokol Modbus adalah salah satu sarana protokol komunikasi yang dapat memuat kebutuhan yang diperlukan dalam proses SCADA dimana terdapat *master*, protokol komunikasi dan *slave*. Komunikasi jaringan pada Protokol Modbus diawali dengan inialisasi oleh “*master*” dalam bentuk pengiriman sebuah “*query*” kepada “*slave*” dengan alamat yang sudah ditentukan sebelumnya kemudian “*slave*” tersebut memberikan “*response*” balik kepada “*master*”.



Gambar 3 Konfigurasi komunikasi modbus

Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa protokol Modbus menggunakan sistem *half duplex* yaitu sistem dimana sebuah master dapat berkomunikasi dengan beberapa *slave* namun hanya dapat aktif secara bergantian dalam sekali waktu.

2.4 Programmable Logic Control (PLC)

Bila dibandingkan dengan perangkat pengontrolan yang lain PLC saat ini memiliki beberapa keunggulan baik dari segi fisik maupun dari segi fungsional, antara lain:

- Didesain mampu mencakup banyak *input* dan *output* dengan ukuran lebih kecil dibandingkan

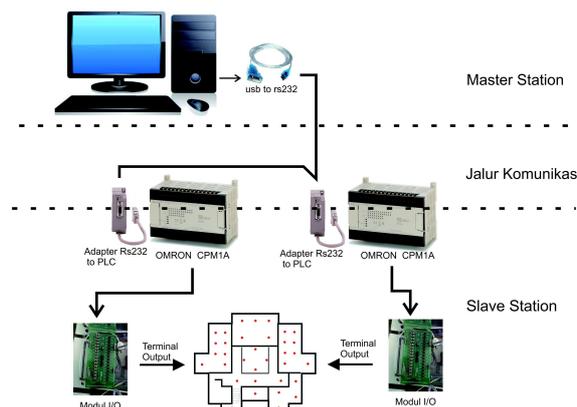
perangkat pengontrolan konvensional sehingga sistem pengkabelan lebih mudah dan hemat.

- Mampu bekerja secara *real time* pada proses pengontrolan banyak *plant* pada saat hampir bersamaan.
- Tahan terhadap gangguan luar berupa *noise*, getaran dan suhu
- Program PLC lebih mudah dibuat dan diubah sehingga tidak perlu mengubah rangkaian fisik sebuah *plant* yang dikontrolnya bila terjadi *trouble*.
- Mampu melakukan komunikasi dengan perangkat lain seperti perangkat kontroler lain dan PC untuk keperluan pemrograman, *monitoring*, pengambilan data dan eksekusi perintah.

3 Metode

3.1 Perancangan Sistem SCADA

Sistem SCADA yang dipakai untuk melakukan *monitoring* dan pengontrolan pada *prototype* dibagi kedalam 3 subbagian yaitu:



Gambar 4 Rancangan sistem SCADA

3.1.1 Master Station

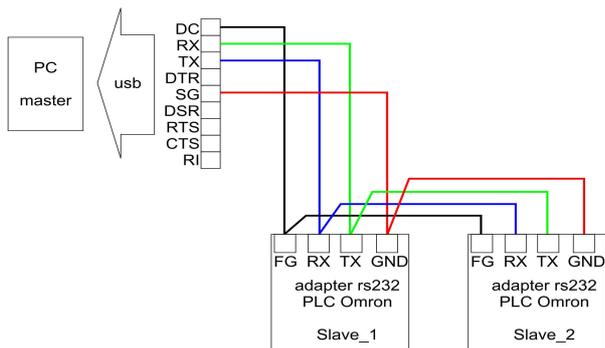
Master Station sebagai wadah bagi operator untuk melakukan *monitoring* dan pengontrolan *prototype*. Komponen yang terdapat pada *master station* berupa *personal computer* (PC)/laptop dengan layar LCD sebagai media untuk *Human Machine Interface* (HMI) yang akan menampilkan kondisi sistem penerangan pada *prototype*, *tool-tool* proses *monitoring* dan pengontrolan *prototype* baik secara manual atau otomatis dan *harddisk* sebagai media penyimpanan database penerangan *prototype*. Port keluaran dari PC yang difungsikan dalam komunikasi protokol berupa serial RS232.

3.1.2 Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi dirancang dalam bentuk *straight line*. Saat PC yang bertindak sebagai *master* melakukan inialisasi awal pada *slave* melalui sebuah *query* berisi *slave address* maka *slave* akan memberikan *response*

bahwa *slave* sedang dipanggil untuk melakukan komunikasi. Terdapat dua buah *slave* pada rancangan sistem SCADA ini dengan masing-masing *slave address* diatur pada PLC melalui pengaturan *name address*.

Gambar 5 adalah rancangan protokol komunikasi yang digunakan pada sistem SCADA penelitian ini. Karena pada rancangan protokol komunikasi ini memanfaatkan RS232 maka memiliki keterbatasan yaitu jarak antara *master* dan kedua *slave*.



Gambar 5 Rancangan protokol komunikasi

Panjang kabel sangat berpengaruh pada proses perpindahan data sehingga sangat rawan terjadi *lose data*. Namun meskipun demikian secara fungsional protokol komunikasi ini masih mampu melakukan komunikasi *multipoint* pada dua buah PLC.

3.1.3 Slave Station

Pada sisi *slave station* terdapat dua buah *slave* yang masing masing *slave* dikontrol oleh sebuah PLC Omron seri CPM1A. Fungsi dari kedua PLC tersebut adalah sebagai *controller* terhadap sistem penerangan pada *prototype* dan melakukan komunikasi dengan *master*.

3.2 Prototype

Sistem SCADA pada penelitian ini akan diaplikasikan melalui beban penerangan pada *prototype* gedung A Teknik Elektro Undip. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan jenis beban pada *prototype* dibuat hanya mencakup beban lampu penerangan yang direpresentasikan melalui LED. Pada *prototype* beban penerangan yang digunakan adalah LED dengan menggunakan tegangan keluaran terminal *output* dari PLC sebagai pemicunya. Nyala LED bekerja secara aktif *low* yaitu ketika terminal *output* memiliki polaritas tegangan lebih kecil dari *Vcc input* LED maka LED akan menyala.

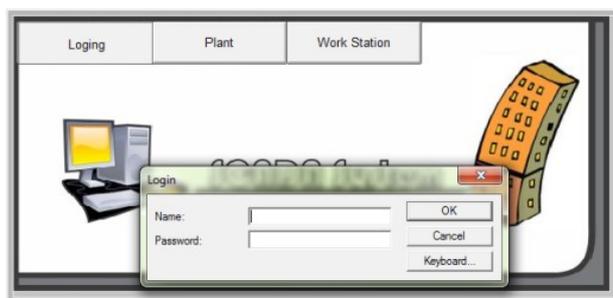
3.3 HMI

Pada penelitian ini perubahan kondisi beban penerangan gedung A teknik Elektro fakultas Teknik universitas

Diponegoro ditampilkan dalam bentuk tampilan HMI. Tampilan HMI dirancang sederhana sehingga memudahkan *user* dalam penggunaannya. Proses yang dapat dilihat dari tampilan HMI adalah proses *monitoring* dan pengontrolan terhadap beban penerangan. Pada proses *monitoring* kondisi beban penerangan dapat dilihat perubahannya pada masing-masing ruangan tiap lantai.

3.3.1 Halaman Utama

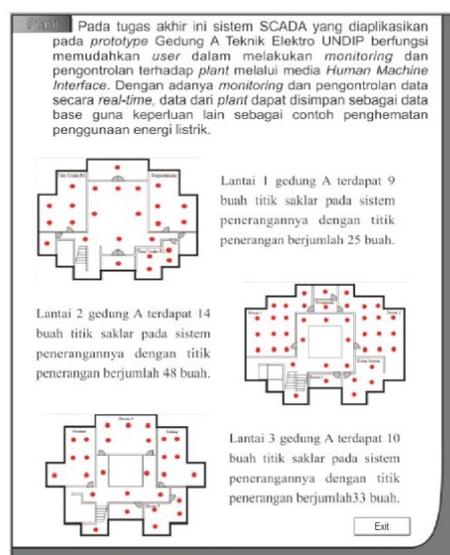
Halaman utama adalah halaman awal yang menghubungkan dengan halaman *work station* dan *plant*. Pada halaman utama akan dirancang untuk keperluan sistem *security*. Untuk membuka akses menuju halaman *work station* diperlukan *login user* yaitu dengan memasukan data “*name*” dan “*password*”. *User* yang dapat melakukan proses *login* adalah operator dan *engineer*.



Gambar 6 Login Security

3.3.2 Halaman Plant

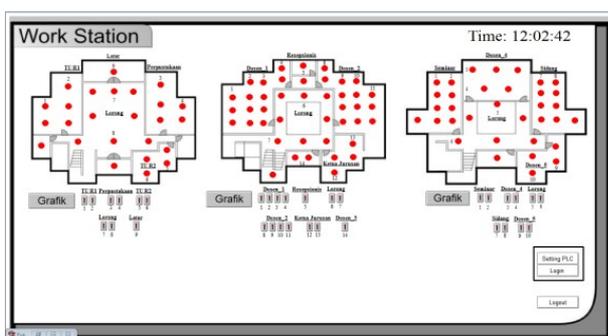
Pada halaman *plant*, informasi yang dimuat adalah kondisi *plant* yang ada dilapangan diantaranya posisi letak beban, jumlah beban dan saklar dan fungsi dibuatnya sistem SCADA pada *plant*.



Gambar 7 Halaman plant

3.3.3 Halaman Kerja

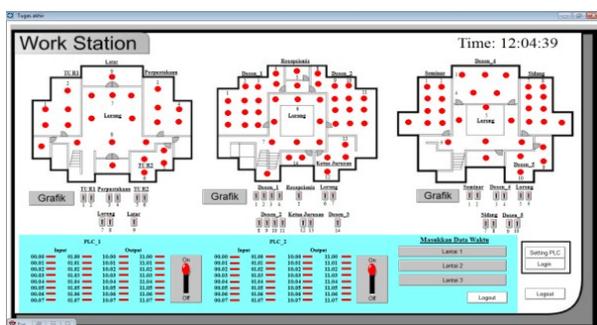
Informasi yang dimuat pada Halaman Kerja adalah kondisi dari semua beban penerangan pada tiap lantai. Pada sisi bawah terdapat panel panel saklar yang berfungsi mengatur nyala beban secara manual pada tiap ruangan. Pada tiap lantai terdapat beberapa objek yaitu saklar, indikator beban penerangan dan tombol menuju halaman data dan engineer. Masing masing objek saklar dan indikator beban penerangan akan diberikan identitas (point) untuk menghubungkan objek dengan alamat terminal pada PLC. Pengalamatan tersebut bertujuan menampilkan kondisi dari terminal tiap PLC sesuai dengan fungsinya melalui objek.



Gambar 8 Halaman kerja

3.3.4 Halaman Engineer

Pada halaman *engineer* memuat beberapa informasi diantaranya mengenai kondisi masing-masing terminal input output pada masing-masing PLC, dua buah saklar untuk mengatur fungsi saklar pada panel HMI dan beberapa tombol input data waktu kerja beban penerangan.



Gambar 9 Halaman engineer

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pada tugas akhir ini adalah pengujian pada sistem SCADA meliputi pengujian protokol komunikasi, pengujian proses *monitoring* dan pengontrolan. Manfaat dari proses monitoring dan pengontrolan adalah diperolehnya data yang dapat dipakai untuk menghitung

besarnya penghematan tarif listrik. Analisa penghematan tarif listrik dilakukan melalui perhitungan simulasi *monitoring* dan pengontrolan beban penerangan.

4.1 Pengujian Protokol Komunikasi

Pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui respon kontrol PLC terhadap masukan yang diberikan pada sistem. Bentuk pengujian adalah dengan memberikan perintah ketika terminal *input* berlogika 1 maka terminal *output* akan berlogika 1 sehingga beban dalam kondisi ON. Hal tersebut berlaku pada kondisi sebaliknya.

Tabel 1 Hasil pengujian respon *slave* pada PLC_1

Terminal Input	Terminal Output	Delay (detik)	
		ON	OFF
00.00	10.00	2,1	2,72
00.01	10.01	7,23	6,70
00.02	10.02	3,96	2,50
00.03	10.03	1,90	2,36
00.04	10.04	3,06	4,46
00.05	10.05	2,70	3,23
00.06	10.06	2,06	1,73
00.07	10.07	5,46	6,66
01.00	11.00	5,90	5,96
01.01	11.01	4,23	4,60
01.02	11.02	5,13	5,43
01.03	11.03	4,66	3,40
01.04	11.04	6,00	7,00
01.05	11.05	6,76	6,50
01.06	11.06	6,93	5,80
01.07	11.07	6,03	7,36

Tabel 2 Hasil pengujian respon *slave* pada PLC_2

Terminal Input	Terminal Output	Delay (detik)	
		ON	OFF
00.00	10.00	4,20	5,53
00.01	10.01	5,10	5,40
00.02	10.02	4,36	4,83
00.03	10.03	4,60	4,06
00.04	10.04	6,50	7,53
00.05	10.05	4,73	5,16
00.06	10.06	3,26	4,23
00.07	10.07	3,40	2,56
01.00	11.00	7,30	7,53
01.01	11.01	6,67	7,30
01.02	11.02	7,53	6,43
01.03	11.03	7,36	6,30
01.04	11.04	3,73	2,60
01.05	11.05	2,53	3,73
01.06	11.06	2,53	3,76
01.07	11.07	3,36	4,00

Hasil pengujian respon kedua buah PLC dapat dilihat pada tabel memiliki variasi delay waktu yaitu delay terkecil 1,73 detik dan delay waktu terbesar 7,53 detik. Delay terjadi akibat pengaruh penggunaan jenis protokol RS232 pada rangkaian protokol modbus. Besar delay tersebut masih dapat ditolerir karena sistem SCADA yang dirancang difungsikan pada beban penerangan yang tidak memerlukan respon cepat dan dalam perhitungan tarif daya satuan waktu yang digunakan adalah jam.

4.2 Pengujian Proses Monitoring

Pengujian *monitoring* dilakukan dengan *monitoring* terhadap perubahan kondisi beban penerangan dilapangan melalui indikator pada *prototype*. Tabel 4.4 adalah hasil pengamatan aktifitas kondisi beban penerangan pada gedung A pada lantai 1.

Tabel 3 Jadwal aktifitas beban penerangan lantai 1

No	Jam															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
1											v	v	v	v	v	v
2	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v					
3	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v					
4	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v			
5	v	v	v	v	v	v	v	v								
6											v	v	v	v		
7											v	v	v	v		
8												v	v	v	v	v
9											v	v	v	v	v	v

Keterangan

v = Kondisi beban nyala

a : 07.00-07.59

b : 08.00-08.59 s.d.

o : 21.00-21.59

p : 22.00-23.59

Pengujian *monitoring* dilakukan dengan acuan tabel 3 dan berikut ini adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan

Tabel 4 Hasil analisa lama beban aktif pada lantai 1

no	Ruangan (saklar)	Waktu aktif	Lama beban aktif (jam)
1	TU R1 ₍₁₎	17:00:13 - 23:50:13	7
2	TU R1 ₍₂₎	07:00:13 - 15:50:13	11
3	Perpus ₍₁₎	07:00:13 - 17:50:13	11
4	Perpus ₍₂₎	07:00:13 - 20:50:13	14
5	TU R2 ₍₁₎	08:00:13 - 14:30:13	7,67
6	TU R2 ₍₂₎	17:00:13 - 20:30:13	3,67
7	Lorong ₍₁₎	17:00:13 - 22:50:13	4
8	Lorong ₍₂₎	18:00:13 - 23:50:13	6
9	Latar	17:00:13 - 23:50:13	7

Dapat dilihat pada tabel 4, Beban_1 (A) adalah beban penerangan pada ruang Tata Usaha R1, mulai aktif pada pukul 17:00:13 dan kembali ke kondisi awal pukul 23:50:13. Data diambil dengan melakukan sampling

setiap 10 menit sekali sehingga pada pengujian ini diambil kondisi ideal yaitu perubahan kondisi beban disesuaikan dengan saat waktu sampling data. Hasil yang diperoleh dari pengujian *monitoring* adalah data lama masing-masing beban aktif pada tabel 4 sudah sesuai dengan sample data pada tabel 3.

4.3 Pengujian Pengontrolan

Pengujian pada tahap pengontrolan dilakukan dengan mengaktifkan saklar pada HMI. Bila dilihat pada aktifitas kerja di gedung A, pada pukul 12.00-12.59 adalah waktu istirahat. Mengacu pada hal tersebut maka dapat dibuat sebuah *rule* bahwa operator melakukan pengontrolan secara *sepevrisor* terhadap sistem penerangan pada *prototype* dengan menon-aktifkan semua aktifitas kerja beban penerangan pada pukul 12.00-12.59 melalui saklar HMI. Tabel 5 menunjukkan jadwal aktifitas beban yang diharapkan setelah adanya pengontrolan.

Tabel 5 Jadwal aktifitas beban penerangan lantai 1

No	Jam															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
1												v	v	v	v	v
2	v	v	v	v	v		v	v	v	v	v					
3	v	v	v	v	v		v	v	v	v	v					
3	v	v	v	v	v		v	v	v	v	v	v	v			
4	v	v	v	v	v		v	v								
5											v	v	v	v		
6											v	v	v	v		
7												v	v	v	v	v
8											v	v	v	v	v	v

Keterangan

v = Kondisi beban nyala

a : 07.00-07.59

b : 08.00-08.59 s.d.

o : 21.00-21.59

p : 22.00-23.59

Pengujian *monitoring* dilakukan dengan acuan tabel 5 dan berikut ini adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 6 Hasil analisa lama beban aktif pada lantai 1

No	Ruangan (saklar)	Waktu aktif	Lama beban aktif (jam)
1	TU R1 ₍₁₎	17:00:13 - 23:50:13	7
2	TU R1 ₍₂₎	07:01:05 - 11:51:05 13:01:05 - 17:51:05	10
3	Perpus ₍₁₎	07:01:05 - 11:51:05 13:01:05 - 17:51:05	10
4	Perpus ₍₂₎	07:01:05 - 11:51:05 13:01:05 - 20:51:05	13
5	TU R2 ₍₁₎	07:01:05 - 11:51:05 13:01:05 - 14:31:05	6,67
6	TU R2 ₍₂₎	17:00:13 - 20:30:13	3,67
7	Lorong ₍₁₎	17:00:13 - 22:50:13	4
8	Lorong ₍₂₎	18:00:13 - 23:50:13	6
9	Latar	17:00:13 - 23:50:13	7

Hasil proses pengontrolan dapat dilihat pada tabel 6. Bila dibandingkan dengan data pada tabel 5 maka pengurangan waktu beban aktif terjadi karena diaktifkannya saklar HMI pada pukul 12.00-12.59. Pengurangan waktu beban aktif terjadi pada beban penerangan ruangan TU R1⁽²⁾, TU R2⁽¹⁾, Perpus⁽¹⁾ dan Perpus⁽²⁾. Jadi hasil yang diperoleh dari pengujian pengontrolan adalah data lama masing-masing beban aktif pada tabel 6 sudah sesuai dengan *sample* data pada tabel 5.

5. Kesimpulan

Sistem SCADA mampu diaplikasikan pada beban penerangan *prototype* gedung A Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Hasil pengujian pada rangkaian protokol komunikasi menunjukkan komunikasi *multipoint* antara PC dengan 2 buah PLC dapat dilakukan dengan *delay* waktu paling singkat 1,73 detik dan paling lambat 7,53 detik. Delay terjadi akibat pengaruh penggunaan jenis protokol RS232 pada rangkaian protokol modbus. Fungsi utama dari sistem SCADA yang dirancang sudah tercapai yaitu melakukan *monitoring* dan pengontrolan pada beban penerangan.

Referensi

- [1] Bailey, David. and E.Wright, "Practical SCADA for Industri", Australia, 2003
- [2] Crompton Instruments, "RS485 and Modbus Protocol Guide", Tyco Electronics, UK 2011.
- [3] Data Sheet, "CPM1A Programmable Controllers Operational Manual", OMRON, December 2005.
- [4] Handoko, Sukron, "Miniatur 2 Lift 5 Lantai Menggunakan Kontroler 2 PLC Omron CPM1A dengan One to One PC Link Connection menggunakan Kabel RS232", Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [5] Kurniawan, Muhammad Supono, "Perancangan Simulasi *Supervisory Control And Data Acquisition* Pada *Prototype* Sistem Listrik *Redundant*", Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [6] Nelson, Todd, The Practical Limits of RS-485", Nasional Semiconductor Application Note, 1995
- [7] Petruzella, "Frank P, Programmable Logic Control —4th ed", McGraw-Hil, America, 2011.
- [8] Sekertariat Perusahaan PT PLN (persero), "Statistik PLN 2011", Perusahaan PT PLN (persero), 2011.
- [9] Setiawan, Iwan, "Programmable Logic Control (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol", Universitas Diponegoro, Semarang, 2006
- [10] Wicaksono, Handy, "Pembuatan Human Machine Interface pada Jaringan PLC Omron CPM untuk Sistem Keamanan Miniatur Kompleks Perumahan", UK Petra, 2012.
- [11] Wicaksono, Handy, "SCADA Software dengan Wonderware In Touch", UK Petra, 2012.
- [12] ---, "CX-Supervisor User Manual", OMRON,