

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR PERANCANGAN SCADA PADA ELECTRICITY MANAGEMENT SYSTEM UNTUK BEBAN PENERANGAN DAN PENDINGINAN PADA RUANG B.301 TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO

Rizqi Prayogo Pangestu^{*)}, Sumardi, Aris Triwiyatno

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Abstrak

Energi pada waktu sekarang ini terus mengalami penurunan dalam hal kapasitas yang tersedia dan tidak didukung dengan penghematan. Pemanfaatan energi tersebut harus dilakukan dengan sangat efisien, efektif. Salah satu system yang berfungsi dalam memonitoring penggunaan energy secara efesiens, efektif dan otomatis adalah sistem SCADA. SCADA pada electricity management system dibuat dengan menggunakan personal computer(PC) sebagai HMI dan master station, CX supervisor sebagai program HMI. PLC Omron CPM1A sebagai jalur komunikasi antara master station dan slave station. slave station berupa modul I/O yang tersambung pada relay dalam penerapan Electricity Management System (EMS). Manajemen informasi dirancang menggunakan MS Access yang tersambung dengan HMI. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah suatu sistem untuk mengendalikan, monitoring dan manajemen beban penerangan dan pendinginan berdasarkan database untuk meningkatkan efisiensi energi pengguna. Mode remote HMI memiliki rata-rata waktu tunda sebesar 5,66 detik pada pergantian status beban di ruangan dan rata-rata sebesar 10,59 detik pada tampilan HMI. Penghematan penggunaan energy listrik yang dihasilkan sistem melalui proses yang telah dilakukan dalam 1 hari, minggu dan bulan masing-masing adalah sebesar 5,756 Kwh, 28,78 Kwh dan 115,12 Kwh.

Kata kunci : PLC, HMI, energi listrik, manajemen informasi.

Abstract

Energy at the present time continues to decline in terms of available capacity and not supported by the savings. The energy utilization should be done very efficiently, effectively. One system that functions in monitoring energy use in efesiens, effective and automatic is the SCADA system. SCADA on electricity management system created by using personal computer (PC) as the HMI and the master station, the CX supervisor as HMI program. Omron PLC CPM1A as lines of communication between the master station and slave station. slave station in the form of I / O modules are connected to the relay in the application of the Electricity Management System (EMS). Management was designed using MS Access information connected with HMI. The results obtained in this study is a system for controlling, monitoring and management of lighting and cooling loads based on the database to improve the energy efficiency of the user. Remote mode HMI pick the average delay time of 5.66 seconds at the turn of the status of the load in the room and an average of 10.59 seconds in the HMI display. Efficient use of electrical energy produced by the system through a process that has been done in 1 day, week and month respectively amounted to 5.756 kWh, 28.78Kwh and 115.12 Kwh.

Keywords: PLC, HMI, electrical energy, information management

1. Pendahuluan

Energi pada zaman sekarang ini terus mengalami penurunan dalam hal kapasitas yang tersedia dan tidak didukung dengan penghematan. Hingga akhir tahun 2013 tercatat sudah ada 53.996.208 pelanggan dengan peningkatan sebesar 8,44% dari tahun sebelumnya[1]. Penghematan energi sangat mendesak dan sangat harus untuk dilakukan. Salah satu langkahnya adalah banyaknya

himbauan hemat dalam menggunakan energi listrik. Institusi pendidikan seperti universitas ini memiliki banyak sekali ruang, ruang-ruang tersebut memiliki sistem penerangan dengan jumlah lampu rata-rata 10 buah lampu. Banyaknya mahasiswa dan dosen yang menggunakan ruang, sangat sulit untuk memantau penggunaan lampu dan AC yang berakibat pemborosan energi listrik. Penggunaan yang optimal adalah dengan mengaktifkan lampu dan AC sesuai dengan jadwal

penggunaan ruang, selain jadwal tersebut lampu dan AC harus mati, sehingga dapat menghemat penggunaan energi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dirancang akan suatu sistem SCADA secara *realtime* sebagai pengaturan penggunaan listrik pada satu ruang Laboratorium TKO di B301 pada gedung B Teknik Elektro Universitas Diponegoro, di mana pada penelitian ini menggunakan penjadwalan pada scada sebagai jadwal nyala dan mati lampu, serta pengaturan dalam penggunaan AC yang datanya akan di akuisisi oleh SCADA. Protokol komunikasi yang digunakan adalah jenis protokol RS232 yang dibuat sesuai konfigurasi rangkaian protokol modbus sehingga memungkinkan dilakukannya komunikasi antara PLC dengan komputer.

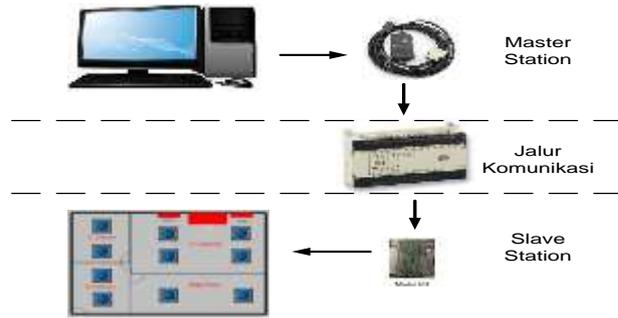
SCADA yang dirancang ini bertujuan akhir dalam upaya meminimalisir penggunaan energi listrik pada ruang 301. Perancangan mode penjadwalan secara teori mampu untuk mengurangi waktu aktif penggunaan beban. Beban akan dikondisikan hanya akan menyala pada saat-saat yang diperlukan. Melalui sistem ini penghematan penggunaan energi listrik akan dapat tercapai. Penghematan yang dimaksud adalah penghematan berdasarkan peraturan menteri energy dan sumber daya mineral republik Indonesia nomor 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik. Pelaksanaan penghematan pemakaian tenaga listrik yang di maksud pada tugas akhir ini terdapat pada peraturan menteri energy dan sumber daya mineral republik Indonesia nomor 13 tahun 2012 bab 2 pasal 4 ayat 2 dan ayat 3^[2]. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sistem SCADA sebagai media monitoring dan pengaturan sistem kelistrikan berupa beban penerangan dan pendinginan ruangan pada ruang B.301 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

2. Metode

2.1. Perancangan SCADA

Sistem SCADA secara keseluruhan yang di rancang pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1. Perancangan SCADA ini meliputi perancangan HMI yang berfungsi sebagai media untuk melakukan *monitoring* dan kontrol terhadap *plant*, dan perancangan manajemen informasi berupa *database* menggunakan MS Access yang digunakan sebagai media penyimpanan data yang terhubung kepada HMI.

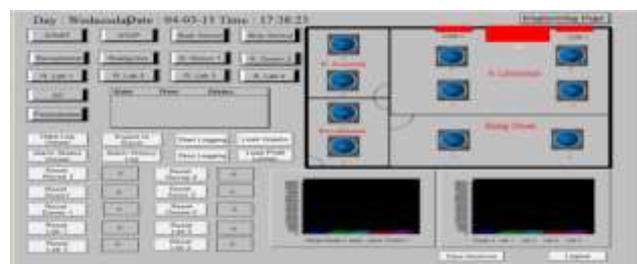
Sistem SCADA yang digunakan untuk melakukan *monitoring* dan pengontrolan pada *plant* dibagi kedalam 3 subbagian yaitu: *Master station*, protokol komunikasi, *Slave Station*.



Gambar 1 Rancangan sistem SCADA pada *plant electricity management system* ruang B301 gedung B teknik elektro universitas diponegoro

2.2. Perancangan HMI

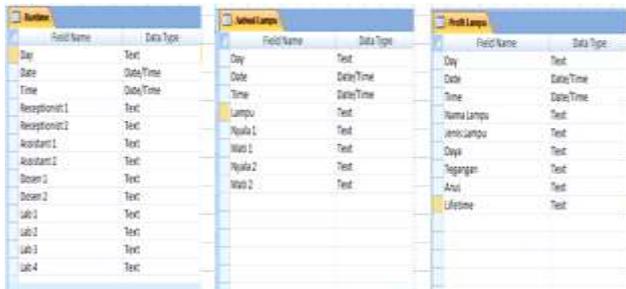
Perancangan HMI yang digunakan untuk mengontrol dan *monitoring plant electricity management system* pada ruang B.301 menggunakan perangkat lunak CX-Supervisor. CX-Supervisor memudahkan dalam perancangan HMI dikarenakan dapat melakukan komunikasi dengan baik dengan PLC Omron, hal ini dikarenakan CX-Supervisor merupakan perangkat lunak yang di khusukan oleh Omron dalam pembuatan *interface* dari perangkat keras PLC. Pada perancangan HMI menggunakan perangkat lunak CX-Supervisor, HMI di rancang agar memiliki tampilan yang sederhana sehingga memudahkan *user* dalam penggunaannya. Proses yang dapat dilihat dari tampilan HMI adalah proses *monitoring*, pengontrolan dan pembuatan informasi terhadap beban penerangan dan pendinginan. Pada proses *monitoring* kondisi beban penerangan dapat dilihat perubahannya pada masing-masing lampu di setiap ruangan. Halaman utama adalah halaman yang memiliki fungsi penuh pada perangkat lunak SCADA. Pada halaman ini dapat di lakukan *monitoring*, pengontrolan, dan membuat informasi *database* terhadap *plant*.



Gambar 2 Halaman Utama HMI

2.3. Perancangan Database

Data yang di buat dalam *database* digunakan sebagai inisialisasi awal dalam proses pembuatan manajemen sistem. Dapat dianalogikan bahwa tabel tersebut adalah tempat dimana data yang akan disimpan. Sedangkan proses pengaksesan, dan manipulasi data melalui *interface CX-Supervisor*. Perancangan basis data yang akan digunakan dalam sistem *database* aplikasi sistem SCADA pada *plant electrical management system* di tunjukkan gambar 10.



Gambar 3 Rancangan Database

2.4. Penentuan Daya Listrik

Pada tugas akhir ini perhitungan energi listrik mengacu pada *plant electrical management system* ruang 301 gedung B Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Jenis beban yang dirancang pada *plant* adalah beban penerangan pada masing-masing ruangan. Rincian dari nilai beban penerangan dan pendinginan masing-masing ruangan di tunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Nilai konsumsi daya masing-masing beban pada ruangan 301

Ruang	Jumlah beban	Daya Nyata (watt)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)
Receptionis	2	18	11,27	21,24
		23	28,0	36,3
Asisten	2	23	28,0	36,3
		23	28,0	36,3
Dosen	2	23	28,0	36,3
		18	11,27	21,24
Lab	4	18	11,24	21,24
		23	28,0	36,3
		23	28,0	36,3
		23	28,0	36,3
AC Lab	1	1500	435,71	1562
Jumlah	11	1715	665,49	1839,59

Nilai dari Daya Aktif dan Daya Semu pada Tabel 1 diperoleh dari data produk beban. Beban penerangan yang digunakan adalah jenis lampu yang di gunakan adalah merk Philip dengan konsumsi daya tertera 18 pada lampu TL dan 23 watt pada lampu essential. Berdasarkan data produk yang diberikan, pada lampu TL 18 watt idelnya bekerja pada tegangan 59 volt dengan besar arus

0,360 ampere sehingga besar daya kapasitas beban dapat dicari yaitu sebesar 21,24 VA dan pada lampu essential 23 watt idealnya bekerja pada tegangan 220 volt dengan besar arus 0,165 ampere sehingga daya kapasitas beban dapat di cari yaitu sebesar 36,3 VA. Hasil total daya nyata adalah penjumlahan dari total daya masing masing beban pada ruang 301 yang diperoleh melalui perhitungan yaitu sebesar 1715W dan total daya reaktif dengan perhitungan yang sama di dapatkan hasil yaitu 665,49 VAR. Untuk mengetahui besarnya energi dasar listrik per kwh harus terlebih dahulu mengetahui kapasitas daya minimal bangunan untuk *supply* seluruh bangunan tersebut. Pada tugas akhir ini ruangan yang di gunakan adalah ruang 301 dari gedung B teknik Elektro Undip. Pada tugas akhir ini total beban penerangan yang digunakan adalah 10 buah dan 1 buah beban pendinginan pada ruang laboratorium dengan nilai kapasitas daya tiap beban dapat dilihat pada Tabel 3.1. Maka nilai dari kapasitas daya yang dibutuhkan dapat dicari sebagai mana berikut ini

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas daya semu total} \\
 \text{Stotal} &= \sqrt{P^2_{total} + Q^2_{total}} \quad (1) \\
 &= \sqrt{1715^2 + 665,49^2} \\
 &= 1839,59 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

3. Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Mode Manual

Pengujian mode manual dilakukan dengan menyalakan lampu melalui saklar manual pada setiap ruangan. Pada mode ini *selector switch* akan berada di mode manual pada *box panel control*. Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian tiap saklar dengan rata-rata waktu tunda antara pengaktifan saklar dan menyalanya lampu ruang.

Tabel 2 menunjukkan data pengujian mode manual

Mode	Kondisi Saklar	Kondisi Lampu	Delay rata-rata (detik)
Saklar Receptionist	On	On	0,46
	Off	Off	0,41
Saklar Dosen Kecil	On	On	0,30
	Off	Off	0,12
Saklar Dosen 1	On	On	1,55
	Off	Off	0,4
Saklar Dosen 2	On	On	0,44
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 1	On	On	3,55
	Off	Off	0,2
Saklar Lab 2	On	On	0,24
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 3	On	On	0,3
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 4	On	On	0,23
	Off	Off	0,1
Saklar AC	On	On	0,6
	Off	Off	0,1

3.2 Pengujian Mode Remote

Remote mode akan aktif ketika selector switch diarahkan ke posisi PLC. Pengujian remote mode ini dilakukan dengan menekan push button on/off yang terdapat pada HMI dengan tujuan untuk menyalakan dan mematikan lampu dari setiap ruangan. Setiap menyalakan dan mematikan lampu tersebut dihitung berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk lampu menyala baik pada lampu ruangan maupun pada tampilan HMI. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 3 yang dilakukan sebanyak 5x dan ditampilkan dalam rata-rata.

Tabel 3 Pengujian remote mode

Saklar HMI	Lampu Ruang (detik)		Indikator HMI (detik)	
	On	Off	On	Off
Saklar Receptionist	5,682	5,21	11,92	12,50
Saklar Assistant	5,54	5,38	12,895	10,02
Saklar Dosen 1	5,248	5,71	11,67	13,20
Saklar Dosen 2	5,871	5,332	8,92	11,7
Saklar Lab 1	5,725	5,534	9,248	9,328
Saklar Lab 2	5,352	5,176	8,524	9,132
Saklar Lab 3	5,512	5,288	9,958	10,76
Saklar Lab 4	5,508	5,421	9,520	9,48
Saklar AC	6,515	5,56	12,62	10,04
Rata-rata	5,66	5,39	10,59	10,68

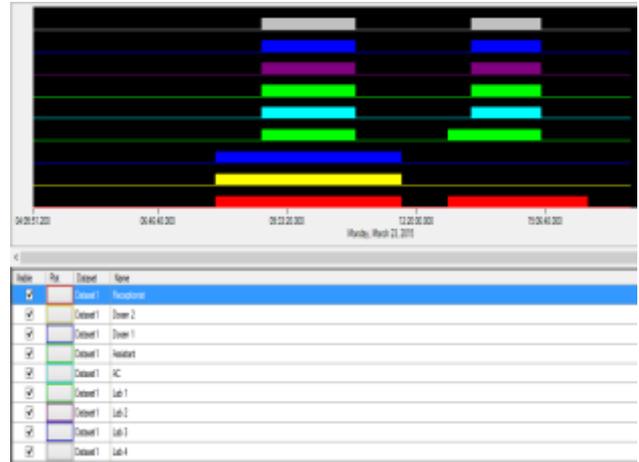
3.3 Pengujian Sistem Scada

Pengujian dilakukan dengan memberikan contoh jadwal penggunaan ruang dalam satu hari. Pengujian dilakukan dengan cara masuk ke halaman penjadwalan yang ada pada HMI kemudian mengaktifkan saklar dan memasukkan data waktu nyala dan waktu mati tiap lampu dalam setiap ruang



Gambar 4 Pengaktifan penjadwalan SCADA

Proses pengontrolan menggunakan penjadwalan SCADA pada ruang dapat dilihat pada Gambar 5 dalam bentuk grafik lama beban aktif. Terlihat terjadi perubahan kondisi pada grafik yaitu pada semua beban karena pengontrolan yang telah dilakukan.



Gambar 5 Grafik lama beban aktif

Pada Gambar 5, dapat dilihat lama beban aktif pada ruang 301. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian pada seluruh beban setelah dilakukan pengontrolan pada Gambar 5

Tabel 4. Hasil analisa lama beban aktif pada ruang 301 kondisi pengontrolan

Ruangan (saklar)	Waktu aktif	Lama beban aktif (jam)
Receptionis	08:00:00 - 12:00:00 13:00:00 - 16:00:00	7
Asisten	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5
Dosen(1)	08:00:00 - 12:00:00 13:00:00 - 15:00:00	4
Dosen(2)	08:00:00 - 12:00:00 13:00:00 - 15:00:00	4
Lab(1)	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5
Lab(2)	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5
Lab(3)	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5
Lab(4)	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5
AC	09:00:00 - 11:00:00 13:30:00 - 15:00:00	3,5

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pada proses pengontrolan terjadi pengurangan waktu beban aktif karena di non aktifkannya beban pada pukul 12:00-12:59.

3.3 Pengujian Manajemen Informasi Lampu

Pengujian manajemen informasi dapat dilakukan saat semua beban penerangan digunakan ataupun tidak. Informasi yang disediakan disini berupa informasi dari beban penerangan yang sedang di gunakan. Seperti Nama Lampu, Jenis, Daya, Tegangan, Arus, dan *lifetime* lampu. Pengujian manajemen informasi dilakukan dengan menampilkan data mengenai profil lampu yang terdapat

pada HMI dan terhubung dengan *database*. Contoh pengujian manajemen informasi dapat dilihat pada gambar 13.



(a)



(b)

Gambar 5 Manajemen Informasi lampu

Data pengujian informasi lampu yang di gunakan pada ruang 301 dapat di pada tabel 5

Tabel 5 Informasi lampu ruang 301

Ruangan (saklar)	Informasi lampu ruang 301					
	Nama Lampu	Jenis Lampu	P Lampu (W)	V Lampu (V)	I Lampu (A)	Lifetime Lampu (Jam)
Receptionis (1)	PHILIPS	TL	18	59	0,36	10000
Receptionis (2)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Laboran(1)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Laboran(2)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Dosen (1)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Dosen (2)	PHILIPS	TL	18	59	0,36	10000
Lab (1)	PHILIPS	TL	18	59	0,36	10000
Lab (2)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Lab (3)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000
Lab (4)	PHILIPS	ESSENTIAL	23	220	0,17	8000

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa lampu yang di gunakan pada ruang 301 ada dua jenis lampu Philips yang di gunakan yaitu lampu Philips essential dan jenis lampu TL keduanya memiliki spesifikasi yang berbeda. Informasi pada tabel 5 dapat di akses melalui HMI dan melalui MS Access *database*.

3.4 Pengujian Manajemen Runtime Lampu

Pengujian manajemen *runtime* lampu dapat dilakukan saat semua beban penerangan digunakan baik dengan mode penjadwalan maupun manual dengan HMI. Pengujian manajemen *runtime* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui informasi dari durasi penggunaan lampu. *Runtime* lampu berjalan ketika posisi lampu menyala pada HMI, ketika lampu mati maka *runtime* akan berhenti. Pada saat lampu dari kondisi berubah dari nyala ke mati *runtime* dari lampu memiliki delay waktu sekitar 11 detik dari lampu sebenarnya, dikarenakan *runtime* akan berhenti dengan mengikuti indicator lampu pada HMI. Pada pengujian manajemen *runtime* ini dirancang nilai *runtime* naik sebesar 100 setiap kenaikan 1 detik.

Nilai *runtime* pada perancangan ini memiliki satuan jam, pada ruang 301 terdapat 2 lampu yaitu lampu Philip essential 23W dengan *lifetime* sebesar 8000 jam dan lampu Philip 18W dengan *lifetime* sebesar 10000 jam. Pada perancangan manajemen *runtime*, peringatan akan muncul jika nilai *runtime* mendekati nilai *lifetime*. Untuk lampu Philip essential 23W dengan *lifetime* sebesar 8000 jam, maka dirancang alarm akan muncul jika nilai *runtime* melebihi nilai 7800 jam. Dan untuk lampu Philip 28W memiliki *lifetime* sebesar 10000 jam, maka di rancang alarm akan muncul jika nilai *runtime* melebihi 9800 jam. Untuk mengembalikan *runtime* lampu ke awal dengan cara menekan tombol reset. Contoh pengujian manajemen *runtime* dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 6 Tampilan Runtime Pada HMI

Runtime akan di simpan pada *database* dengan cara menekan tombol “save runtime” yang ada di bagian bawah halaman kerja, dan dapat di *load* dengan cara menekan tombol *load runtime* pada halaman kerja. Hasil pengujian manajemen *runtime* lampu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian manajemen runtime

Ruangan (lampu)	Nilai runtime(jam)	Kondisi alarm
Resepsionis(1)	4700	Tidak ada alarm
	9800	Ada alarm
Resepsionis(2)	4800	Tidak ada alarm
	7900	Ada alarm
Laboran(1)	4300	Tidak ada alarm
	8000	Ada alarm
Laboran(2)	4800	Tidak ada alarm
	7900	Ada alarm
Dosen(1)	3900	Tidak ada alarm
	7900	Ada alarm
Dosen(2)	6400	Tidak ada alarm
	8000	Ada alarm
Lab(1)	4300	Tidak ada alarm
	7800	Ada alarm
Lab(2)	4400	Tidak ada alarm
	7900	Ada alarm
Lab(3)	4800	Tidak ada alarm
	7800	Ada alarm
Lab(4)	6800	Tidak ada alarm
	700	Ada alarm

Pada tabel 6 menunjukkan bahwa manajemen runtime berhasil di lakukan dikarenakan hasil pengujian runtime pada tabel 6 sesuai dengan manajemen runtime yang telah di rancang sebelumnya.

3.5 Perhitungan Energi Listrik

Pada perhitungan energi listrik dibutuhkan beberapa nilai variabel dalam perhitungan yang harus terpenuhi diantaranya daya beban aktif dan lama beban aktif. Perhitungan di bagi menjadi dua pada saat kondisi normal dan pengontrolan. Kondisi Normal, Perhitungan energi listrik pada kondisi normal adalah beban penerangan pada kondisi aktif sesuai dengan aktifitas pada tabel 4.3. Pada proses tersebut diperoleh masing-masing waktu lamanya beban pada tiap ruangan dalam kondisi aktif. Data yang diperoleh dari Tabel 4.3 adalah waktu lama beban aktif dalam satuan jam. Data waktu lama beban aktif akan digunakan dalam perhitungan energi listrik. Hasil perhitungan energi listrik pada ruang 301 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perhitungan energi listrik beban penerangan dan pendingin pada ruang 301 pada kondisi normal 1hari

Ruangan (lampu)	Jumlah Beban	P (watt)	Lama beban aktif (jam)	Total Energi (Kwh)
Recep	2	18	8	0,328
		23		
Asisten	2	23	7	0,322
		23		
Dosen	2	23	4	0,164
		18		
Lab	4	18	7	0,609
		23		
AC	1	23	7	10,5
		1500		
Jumlah				11,923

Pada Tabel 7 dapat diketahui besarnya energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban penerangan dan AC per hari yaitu sebesar 11,923 Kwh. Perhitungan energi listrik untuk 1 minggu dilakukan untuk mendapatkan besarnya penghematan dengan nilai yang lebih besar dari perhitungan dalam 1 hari. Perhitungan dilakukan dengan mengambil kondisi ideal yaitu segala aktivitas beban penerangan yang dilakukan dalam 1 minggu adalah sama dengan aktivitas yang sudah dilakukan pada perhitungan dalam 1 hari. Sebagai pengecualian pada hari sabtu dan minggu tidak ada beban yang aktif. Hasil dari perhitungan energi listrik pada kondisi normal dalam perhitungan pada masing-masing hari yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan energi listrik beban penerangan dan pendinginan 1 minggu pada kondisi normal

Hari	Energi listrik ruang 301 (Kwh)
Senin	11,923
Selasa	11,923
Rabu	11,923
Kamis	11,923
Jum'at	11,923
Sabtu	0
Minggu	0
Total	59,615

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa energi listrik pada hari sabtu dan minggu memiliki nilai 0. Hal ini terjadi karena pada kedua hari tersebut tidak terdapat aktivitas laboratorium sehingga tidak memiliki energi listrik. Jadi besarnya energi listrik yang digunakan melalui perhitungan untuk kebutuhan beban penerangan dan pendinginan pada plant ruang 301 Teknik Elektro Undip dalam 1 minggu adalah sebesar 59,615 Kwh. Perhitungan 1bulan dilakukan dengan mengambil kondisi ideal yaitu dalam 1 bulan terdiri dari 4 minggu dimana data tiap minggu diambil dari hasil perhitungan energi listrik dalam 1 minggu. Perhitungan dilakukan karena biaya energi listrik yang diberlakukan pada konsumen adalah energi listrik per bulan sehingga perlu dilakukan perhitungan energi listrik dalam waktu satu bulan. Hasil dari perhitungan energi listrik pada kondisi normal dijabarkan dalam perhitungan ruang 301 pada masing-masing minggu yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan energi listrik beban penerangan dalam 1 bulan pada kondisi normal

Minggu ke	Energi listrik ruang 301 (Kwh)
I	59,615
II	59,615
III	59,615
IV	59,615
Total	238,46

Informasi yang dapat diperoleh dari Tabel 9 adalah besarnya energi listrik yang digunakan melalui perhitungan untuk kebutuhan beban penerangan dan AC

pada ruang 301 gedung B Teknik Elektro Undip dalam 1 bulan adalah sebesar 238,46 Kwh. Kondisi Pengontrolan, Bentuk pengontrolan yang dilakukan untuk penghematan energi listrik adalah penjadwalan aktifitas beban penerangan sehingga beban penerangan tidak dapat aktif diluar waktu yang telah dijadwalkan. Data pada tabel 4 akan digunakan dalam perhitungan energi listrik yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Perhitungan energi listrik beban penerangan dan pendingin pada ruang 301 pada kondisi pengontrolan

Ruangan (lampu)	Jumlah Beban	P (W)	Lama beban aktif (jam)	Total Energi (Kwh)
Receptionis	2	18 23	7	0,287
Asisten	2	23 23	3,5	0,161
Dosen	2	23 18 18	4	0,164
Lab	4	23 23	3,5	0,3045
AC	1	1500	3,5	5,25
Jumlah				6,167

Pada Tabel 10 dapat diketahui besarnya energi listrik hasil dari proses pengontrolan. Energi listrik yang digunakan sebesar 6,167 Kwh. Bila dibandingkan dengan energi listrik yang dikeluarkan sebelum dilakukan pengontrolan maka diperoleh penghematan sebesar 5,756 Kwh. Perhitungan energi listrik untuk 1 minggu dilakukan untuk mendapatkan besarnya penghematan dengan nilai yang lebih besar dari perhitungan dalam 1 hari. Perhitungan dilakukan dengan mengambil kondisi ideal yaitu segala aktivitas beban penerangan yang dilakukan dalam 1 minggu adalah sama dengan aktivitas yang sudah dilakukan pada perhitungan dalam 1 hari. Sebagai pengecualian pada hari sabtu dan minggu tidak ada beban yang aktif. Hasil dari perhitungan energi listrik pada kondisi pengontrolan dalam 1 minggu yang dijabarkan dalam perhitungan tiap ruang pada masing-masing hari dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Perhitungan energi listrik beban 1 minggu pada kondisi pengontrolan

Hari	Energi listrik ruang 301 (Kwh)
Senin	6,167
Selasa	6,167
Rabu	6,167
Kamis	6,167
Jum'at	6,167
Total	30,835

Tabel 11 menunjukkan bahwa energi listrik yang digunakan dalam 1 minggu adalah sebesar 30,835 Kwh. Bila dibandingkan dengan hasil perhitungan energi listrik pada kondisi normal maka terjadi penurunan penggunaan

energi listrik yaitu sebesar 28,78 Kwh. Perhitungan dilakukan dengan mengambil kondisi ideal yaitu dalam 1 bulan terdiri dari 4 minggu dimana data tiap minggu diambil dari hasil perhitungan energi listrik dalam 1 minggu. Perhitungan dilakukan karena biaya energi listrik yang diberlakukan pada konsumen adalah energi listrik per bulan sehingga perlu dilakukan perhitungan energi listrik dalam waktu satu bulan. Hasil penghematan yang telah dilakukan dalam satu bulan diharapkan dapat dipakai sebagai acuan ketika sistem SCADA yang dirancang diterapkan pada *plant electrical management system* ruang 301. Hasil dari perhitungan energi listrik pada kondisi pengontrolan dijabarkan dalam perhitungan tiap ruang pada masing-masing minggu yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Perhitungan energi listrik beban penerangan dan pendinginan dalam 1 bulan pada kondisi pengontrolan

Minggu ke	Energi listrik ruang 301 (Kwh)
I	30,835
II	30,835
III	30,835
IV	30,835
Total	123,34

Tabel 12 menunjukkan bahwa energi listrik yang digunakan dalam 1 bulan adalah sebesar 123,34 Kwh. Bila dibandingkan dengan hasil perhitungan energi listrik pada kondisi normal maka terjadi penurunan yaitu sebesar 115,12 Kwh. Hasil perbandingan perhitungan energi listrik pada proses *monitoring* dan pengontrolan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 13

Tabel 13 Perbandingan energi listrik pada kondisi normal dan hasil pengontrolan

Skala Waktu	Energi Listrik(Kwh)		
	Keadaan Normal	Hasil Pengontrolan	Penghematan
Hari	11,923	6,167	5,756
Minggu	59,615	30,835	28,78
Bulan	238,46	123,34	115,12

Berdasarkan perhitungan besarnya penghematan energi yang telah dilakukan dalam 1 hari, minggu dan bulan masing-masing adalah sebesar 5,756 Kwh, 28,78 Kwh dan 115,12 Kwh. Hasil menunjukkan terdapat penurunan penggunaan energi listrik dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penghematan telah dilakukan.

4. Kesimpulan

Pada pengujian mode manual, waktu *delay* ketika saklar ditekan dan lampu menyala sangatlah kecil, berkisar 0,85 detik. Pada mode *remote*, setiap beban mampu dikendalikan melalui HMI. Rata-rata waktu *delay* pada lampu ruang adalah sebesar 5,51 detik dan pada indikator HMI yaitu sebesar 10,59 detik. Fungsi manajemen sistem

informasi lampu pada aplikasi HMI berfungsi dengan baik, hal itu di tunjukkan dengan adanya informasi lampu yang di gunakan pada ruang 301. Lampu yang di gunakan yaitu lampu Philips jenis TL dan essential dengan daya lampu 18W dan 23W, tegangan lampu 59V dan 220 V, arus lampu 0,360A dan 0,165A, lifetime lampu 10000 jam dan 8000 jam. Fungsi manajemen sistem *runtime* lampu pada aplikasi HMI berfungsi dengan baik, di tunjukkan dengan adanya alarm jika *runtime* lampu mendekati *lifetime* lampu. Untuk lampu TL alarm akan muncul jika *runtime* melewati 9800 jam dan untuk lampu Philip essential alarm akan muncul jika *runtime* melewati 7800 jam. Penghematan yang dihasilkan sistem melalui proses yang telah dilakukan dalam 1 hari, minggu dan bulan masing-masing adalah sebesar 5,756 Kwh, 28,78 Kwh dan 115,12 Kwh. Pada pengembangan lebih lanjut ada beberapa saran yang dapat di lakukan yaitu menyederhanakan HMI untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan HMI, menambahkan sesnsor sehingga penyalaaan beban pada ruangan lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan, menambahkan fungsi perhitungan energi secara otomatis pada HMI.

Referensi

- [1]. Bailey, David. and E.Wright, "Practical SCADA for Industri", Australia, 2003
- [2]. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik", Indonesia, Jakarta, 2012.
- [3]. Hermansyah, Achmad, "Rancang Bangun *Electricity Management System* Untuk Beban Penerangan dan Pendinginan Pada Ruang B.301 Teknik Elektro Universitas Diponegoro", Universitas Diponegoro, Semarang, 2014.
- [4]. Adi, Rizki, "*Perancangan Sistem SCADA Beban Penerangan Pada Prototype Gedung A Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*", Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [6]. Setiawan, Iwan, "Programmable Logic Control (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol", Universitas Diponegoro, Semarang, 2006