

RANCANG BANGUN *ELECTRICITY MANAGEMENT SYSTEM* UNTUK BEBAN PENERANGAN DAN PENDINGINAN PADA RUANG B.301 TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO

Achmad Hermansyah^{*)}, Sumardi, and Aris Triwiyatno

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

^{*)} *E-mail : achmadhermansyah@yahoo.com*

Abstrak

Institusi pendidikan memiliki beban pada setiap ruangan. Dalam penggunaannya terkadang terlalu berlebihan. Hal ini menyebabkan pemborosan energi. Para pengguna ruangan juga memiliki kesadaran yang kurang. Electricity management system dirancang untuk mengatasi pemborosan energi. Sistem berfungsi sebagai pengaturan beban lampu dan AC pada ruang B.301 teknik Elektro Universitas Diponegoro, sehingga penggunaan energi listrik yang optimal dapat tercapai. Penyalan dan pematian beban ini menggunakan tiga mode, yaitu mode manual dengan saklar, mode remote dari HMI, dan mode penjadwalan. Sensor LDR digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan cahaya dari luar. Sensor ini bekerja berdasarkan pembukaan tirai pada ruang laboratorium. Sistem ini menggunakan PLC Omron CPM1A 40 CDR sebagai kontroler dengan ladder diagram yang dibuat melalui CX-Programmer. HMI sebagai pengaktifan mode remote dan penjadwalan dibuat melalui CX-Supervisor. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah electricity management system dapat berfungsi dengan baik. Sistem hanya dapat menyalakan dan mematikan beban melalui satu mode. Mode manual mampu menyalakan dan mematikan beban dari saklar yang tersedia dengan waktu yang cepat. Mode remote memiliki rata-rata waktu tunda sebesar 5,55 detik pada pergantian status beban di ruangan dan rata-rata sebesar 10,89 detik pada tampilan HMI. Sistem berfungsi dengan baik pada mode penjadwalan per hari. Sistem mampu menyalakan beban sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Kata kunci : PLC, HMI, sistem kelistrikan, beban penerangan.

Abstract

Educational institutions have several equipment that is supplied by electrical energy. Sometimes users of the room use the energy too much. Electricity management system was designed to contend that problems. This system controlled the loads on B.301 room, so the energy can be used optimally. The loads could be turned on by three modes, manually, HMI, and time scheduling. Light sensor was used to optimize light from the outside. That sensor worked based on opening the curtain. This system used PLC OMRON CPM1A 40 CDR as controller with the ladder diagram that made through CX-Programmer. HMI as a remote mode and time scheduling was made by CX-Supervisor. The result of this research is electricity management system may function well. The system could activated the loads by only in one mode. Manually mode showed the loads could be turned on and turned off using switch that available on the B.301 room. Remote mode had an average delay time about 5,55 seconds that showed a change condition of the loads between on and off in the room. and in indicator of HMI about 10,89 seconds. That system able to turn on and turn off the loads in accordance with time scheduling mode.

Keywords: PLC, HMI, electricity system, light loads

1. Pendahuluan

Energi pada zaman sekarang ini terus mengalami penurunan dalam hal kapasitas yang tersedia dan tidak didukung dengan penghematan. Hingga akhir tahun 2012

tercatat sudah ada 49.795.249 pelanggan dengan peningkatan sebesar 8,49% dari tahun sebelumnya[1]. Penghematan energi sangat mendesak dan sangat harus untuk dilakukan. Salah satu langkahnya adalah banyaknya himbauan hemat dalam menggunakan energi listrik.

Dalam penelitian sebelumnya dirancang sistem SCADA yang memiliki fungsi sebagai sistem monitoring dan pengontrolan terhadap sebuah plant dimana plant yang dimaksud adalah beban penerangan pada prototype dari Gedung A Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro[2]. Pada penelitian lainnya dirancang sebuah sistem SCADA pada prototype sistem listrik redundant menggunakan 1 buah PLC[3]. Penelitian selanjutnya membahas mengenai perancangan sistem SCADA pada miniatur warehouse berbasis PLC[4]. Dari ketiga penelitian tersebut didapat hasil yang cukup memuaskan yang mana sistem dibuat dalam bentuk prototype. Hasil dari penelitian yang pertama menunjukkan bahwa penghematan beban biaya konsumsi listrik untuk penyalan lampu telah berhasil dilakukan dengan baik. Besar penghematannya yaitu Rp 333.844/bulan. Penelitian ketiga menunjukkan bahwa sistem SCADA untuk penyalan lampu memiliki waktu delay rata-rata 6 detik.

Electrical management system dibangun pada ruang B301 Teknik Elektro Universitas Diponegoro ini bertujuan untuk membuat perangkat keras dan perangkat lunak sebagai pengaturan sistem kelistrikan berupa beban penerangan dan pendingin ruangan dengan menggunakan PLC (Programmable Logic Control) Omron CPM1A. Sistem bekerja dengan cara lampu dan AC pada ruangan dapat dinyalakan secara manual melalui saklar yang terdapat pada ruang atau menggunakan mode remote yang proses penyalan dan pematian lampu dilakukan melalui HMI. Selanjutnya juga diberikan sensor cahaya LDR untuk mendeteksi cahaya dari luar pada ruang laboratorium serta pengaturan nyala lampu dan AC sesuai dengan jadwal penggunaan ruang. Pemrograman PLC ini terdapat banyak metode, yaitu list instruksi, diagram ladder, diagram blok fungsional, diagram fungsi sekuensial, dan teks terstruktur[5].

Perancangan ini menggunakan metode ladder diagram. HMI (Human Machine Interface) berfungsi untuk menampilkan proses yang sedang terjadi di setiap slave station sehingga proses pengendalian dan pemantauan dapat dilakukan oleh operator tanpa harus melihat langsung plant pada slave station yang ada dilapangan[6]. HMI disini digunakan sebagai remote dalam mengatur setiap beban. Perancangan ini tidak membahas mengenai berapa besar efisiensi penggunaan listrik setelah diterapkan sistem ini. Perhitungan efisiensi dan sistem SCADA lebih lanjut akan dilakukan penelitian selanjutnya.

2. Metode

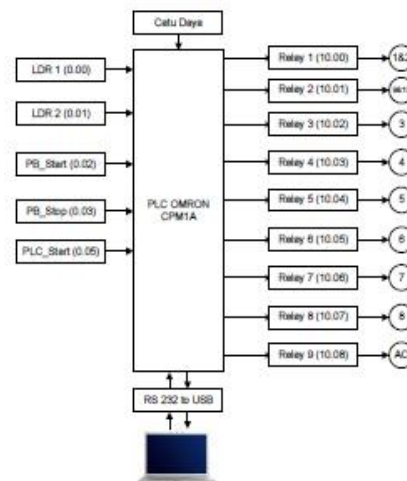
2.1 Perancangan Perangkat Keras

Sistem ini dibuat dengan dua mode, yaitu mode manual yang masih menggunakan saklar ruangan asli dan mode otomatis yang menggunakan PLC sebagai pengendali.

Dalam perancangan ini proses penyalan beban melalui PLC dilakukan lewat HMI yang berfungsi sebagai *remote user*. Selain itu sistem PLC ini juga mampu menyalakan beban melalui *time scheduling*, yaitu beban lampu hanya menyala pada saat terdapat jadwal penggunaan ruang. Pada ruang bagian laboratorium juga dipasang dua buah sensor cahaya untuk memaksimalkan cahaya dari luar berdasarkan pembukaan tirai jendela. Penelitian ini memodifikasi rangkaian listrik yang telah tersedia di dalam ruangan menjadi suatu rangkaian yang yang mampu menjalankan sistem *electricity management system* ini.

2.1.1 Perancangan PLC

Perancangan perangkat keras (*hardware*) pada *plant electricity management system* ini menggunakan PLC Omron CPM1A sebagai pengendali. PLC ini memiliki lima buah *input*, yaitu Pb_Start, Pb_Stop, LDR 1, LDR 2, dan PLC_aktif. PLC_aktif digunakan sebagai pengaktifan mode PLC melalui *selector switch*, Pb_Start digunakan sebagai pengaktifan mode *remote*, Pb_Stop digunakan sebagai penonaktifan mode *remote*. LDR 1 dan LDR 2 sebagai *input* sensor cahaya. Keluaran dari PLC ini digunakan untuk mengaktifkan *coil* dari setiap *relay*. Relay yang digunakan adalah *coil* 24 VDC. Setiap *relay* ini mengaktifkan beban lampu dan AC yang tersedia di dalam ruang. Jumlah total penggunaan *relay* adalah Sembilan buah. Untuk membagi fasa dalam pengaktifan dua mode, digunakan *selector switch* tiga keadaan. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem.

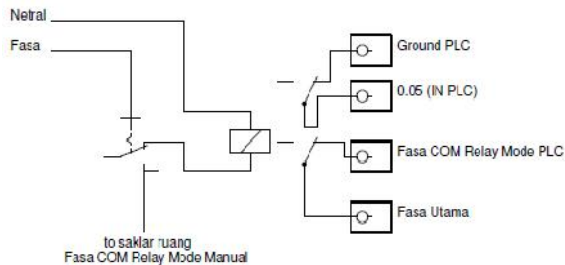


Gambar 1. Diagram blok sistem PLC untuk *electricity management system*

2.1.2 Sistem Kelistrikan

Dalam perancangan ini menggunakan *selector switch* untuk membagi fasa, yaitu ke setiap saklar dan ke kontak NO pada setiap *relay*. *Selector switch* ini memiliki tiga keadaan, kondisi ke kanan berarti fasa terputus, kondisi

tengah berarti bagian sebelah kanan tersambung, dan kondisi kiri berarti kedua sisi tersambung. Untuk itu perlu diberikan *relay* pada kondisi kanan dengan mode *normally close* yang digunakan untuk mengaktifkan PLC. Gambar 2 menunjukkan rangkaian dari *selector switch* tersebut.



Gambar 2. Rangkaian *selector switch* pembagi fasa mode manual dan mode remote

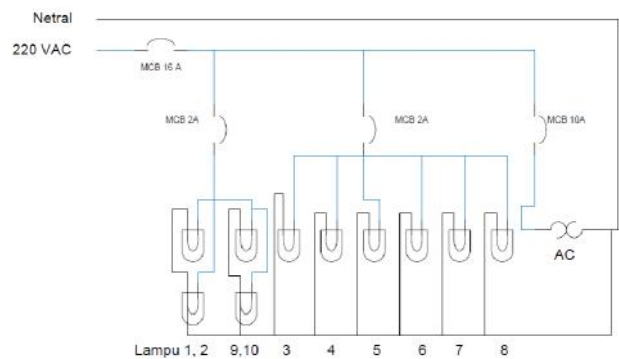
Selector switch posisi kiri akan menghubungkan fasa ke saklar dalam ruang. Rangkaian ini bersifat paralel. Fasa dari *selector switch* masuk ke saklar dan kemudian terhubung ke dalam lampu menggunakan netral dari jaringan utama. Pada rangkaian ini menggunakan *relay* agar sistem berjalan sesuai dengan keinginan, yaitu apabila dipilih mode PLC, maka saklar dalam ruang tidak dapat berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu. Sebaliknya bila dipilih mode manual, maka PLC tidak mampu untuk mematikan dan menghidupkan lampu. Sebaliknya bila dipilih mode manual, maka PLC tidak mampu untuk mematikan dan menghidupkan lampu. Beban AC dalam rangkaianannya adalah sama, perbedaan terletak pada *relay*, di mana pada beban lampu menggunakan *relay* 5A, sedangkan beban AC menggunakan *relay* 10 A. *Relay* ini memiliki dua buah kontak, satu kontak dihubungkan secara NC dengan saklar, satu kontak yang lain dihubungkan NO dengan beban lampu. Ketika mode manual berarti fasa akan mengalir ke kontak NC sehingga saklar dapat berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu. Sebaliknya ketika mode PLC, maka fasa tidak akan mengalir ke kontak NC, dan penyalan lampu melalui HMI yang akan mengaktifkan *relay* menjadi *closed* pada kontak yang awalnya dipasang NO. Gambar 3 menunjukkan sistem *relay* yang dibuat.



Gambar 3. Sistem *relay* untuk electricity management pada ruang B.301

2.1.3 Sistem Keamanan

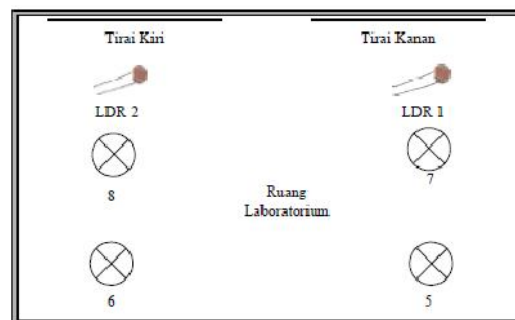
Sistem keamanan ini diberikan berupa MCB (*miniature circuit breaker*) yang dipasang pada panel kontrol. MCB ini digunakan untuk mematikan aliran listrik yang masuk ke dalam *relay* dan digunakan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian bila terjadi arus lebih. Selain itu apabila terjadi kerusakan pada *relay* tidak harus mematikan MCB pusat, cukup mematikan MCB pada panel kontrol dan mengarahkan *selector switch* ke tengah. Rangkaian MCB ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian MCB pengaman sistem

2.1.4 Sensor Cahaya

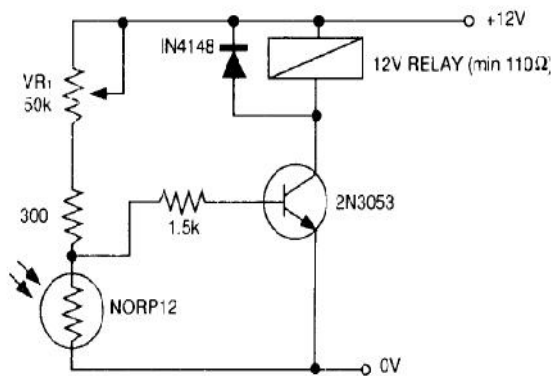
Sensor cahaya di sini menggunakan dua buah LDR. Sensor LDR ini diletakkan pada sisi sebelah kanan dan kiri dari jendela. Jika tirai jendela sebelah kiri dibuka, maka LDR 2 akan mendeteksi adanya cahaya sehingga mengakibatkan lampu 6 dan 8 mati. Kemudian jika tirai sebelah kanan dibuka maka LDR 1 akan mendeteksi adanya cahaya sehingga lampu bagian 5 dan 7 akan mati. Jika tirai dibuka penuh, maka keempat lampu akan mati. Denah peletakan LDR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Denah peletakan sensor LDR pada ruang laboratorium

Prinsip kerja dari rangkaian ini sederhana, yaitu pembagian tegangan antara VR1 (*variable resistor*) dan LDR. Kenaikan tegangan pada VR1 akan mengurangi tegangan yang jatuh pada LDR, begitu pula sebaliknya.

VR1 digunakan untuk memposisikan tegangan pada LDR supaya berada pada titik kritis dan tidak sampai membuat transistor 2N3053 aktif. Sehingga pada saat keadaan cahaya semakin gelap, tegangan pada LDR akan membuat transistor menjadi aktif. Hal ini dikarenakan nilai resistansi pada LDR akan besar jika cahaya semakin gelap. Dengan aktifnya transistor tersebut, mengakibatkan *relay* ter-energize dan mampu memberikan logika *high* pada *input* PLC. Rangkaian sensor cahaya ini ditunjukkan pada Gambar 6.



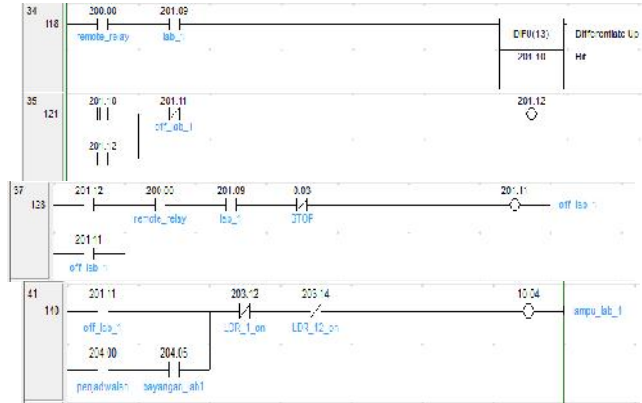
Gambar 6. Rangkaian sensor LDR pada ruangan laboratorium B.301

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan *electricity management system* ini digunakan PLC Omron CPM1A sebagai pengendali dengan menanamkan *ladder diagram* melalui *software* CX-Programmer versi 9. *Ladder diagram* ini dibuat untuk dapat menghidupkan lampu melalui *push button* yang tersedia untuk menghidupkan lampu melalui HMI. Sehingga penyalan lampu pada ruang B.301 dapat dipantau melalui satu sistem yang terpadu. Selain itu beban pada ruangan B.301 juga mampu diatur penyalannya melalui mode *time scheduling*. Mode ini berada pada halaman HMI di mana *user* memasukkan waktu kapan beban akan menyala dan kapan beban akan mati.

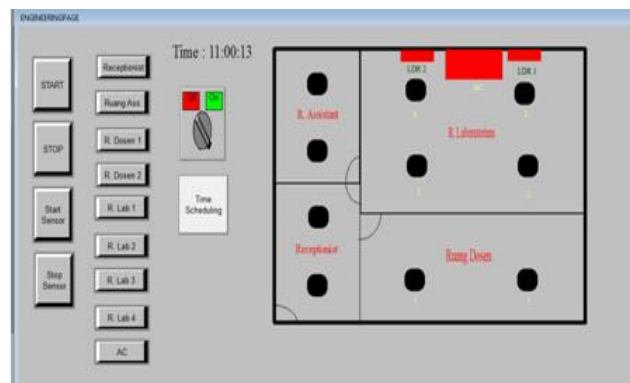
Alamat *push button* pada halaman HMI menggunakan alamat *internal* dari PLC. Dalam pengaktifannya *selector switch* diarahkan pada mode PLC, kemudian secara langsung akan aktif mode *remote*. *Stop* digunakan untuk mematikan mode *remote* dan *start* digunakan untuk mengaktifkan kembali mode *remote*. Sensor LDR hanya akan aktif jika ruangan Lab digunakan, pengaktifkan sensor dengan menekan tombol *Start_Sensor*. Sensor ini bekerja hanya untuk mematikan lampu, jadi jika sensor diaktifkan ketika ruangan lab tidak dipakai, maka tidak akan mengubah keadaan apa pun. Namun ketika sensor diaktifkan ketika ruangan dipakai, maka jika sensor mendeteksi adanya cukup cahaya karena pengaruh dari pembukaan tirai, maka PLC akan mematikan beberapa

lampu di ruang lab. *Ladder diagram* ini dibuat berdasarkan *flowchart* dan menggunakan metode *trial and errors*. Gambar 7 menunjukkan *ladder diagram* dari sistem penyalan lampu pada ruang laboratorium.



Gambar 7. *Ladder diagram* penyalan lampu dan pemadaman berdasarkan sensor cahaya

Penyalan lampu mode PLC ini memerlukan HMI. Di dalam HMI terdapat *push button* yang digunakan untuk mengatur setiap beban. Di samping itu juga terdapat tombol *time scheduling*. *Time scheduling* ini berfungsi untuk memberikan jadwal penyalan beban. Tampilan dari mode *remote* dalam menyalakan lampu ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan HMI mode *remote*

3 Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Mode Manual

Pengujian mode manual dilakukan dengan menyalakan lampu melalui saklar pada setiap ruang. Pada mode ini *selector switch* akan mengalirkan fasa ke setiap saklar beban melalui *relay* beban yang dipasang NC. Tabel 1 menunjukkan data hasil pengujian tiap saklar dengan rata-rata waktu tunda antara pengaktifan saklar dan menyalanya lampu ruang.

Tabel 1. Data pengujian mode manual

Ruang	Kondisi Saklar	Kondisi Lampu	Delay rata-rata (detik)
Saklar Receptionist	On	On	0,33
	Off	Off	0,31
Saklar Dosen Kecil	On	On	0,22
	Off	Off	0,1
Saklar Dosen 1	On	On	3,59
	Off	Off	0,1
Saklar Dosen 2	On	On	0,44
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 1	On	On	3,26
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 2	On	On	0,19
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 3	On	On	0,18
	Off	Off	0,1
Saklar Lab 4	On	On	0,19
	Off	Off	0,1
Saklar AC	On	On	0,2
	Off	Off	0,1

3.2 Pengujian Mode Remote

Remote mode akan aktif ketika selector switch diarahkan ke posisi PLC sehingga fasa yang menuju saklar ruang akan terputus. Setelah itu menekan push button start pada HMI. Pengujian remote mode ini dilakukan dengan menekan tombol on/off yang terdapat pada HMI dalam tujuan untuk menyalakan dan mematikan lampu dari setiap ruangan. Setiap menyalakan dan mematikan lampu tersebut diukur berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk lampu menyala. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 2 yang dilakukan sebanyak 5x dan ditampilkan dalam rata-rata.

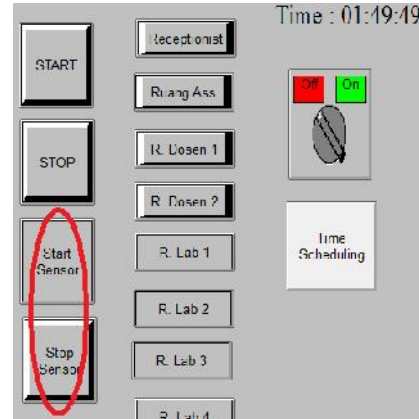
Tabel 2. Pengujian remote mode

Saklar HMI	Lampu Ruang (detik)		Indikator HMI (detik)	
	On	Off	On	Off
Saklar Receptionist	5.662	6.11	12.87	12.78
Saklar Assistant	6.14	5.366	13.394	11.038
Saklar Dosen 1	5.548	5.97	12.414	13.142
Saklar Dosen 2	5.614	5.35	9.08	10.412
Saklar Lab 1	5.768	5.584	8.048	8.328
Saklar Lab 2	5.782	5.176	8.524	9.132
Saklar Lab 3	5.198	5.228	11.958	11.75
Saklar Lab 4	5.506	5.088	12.536	10.92
Saklar AC	5.804	5.078	11.246	8.56
Rata-rata	5.67	5.44	11.12	10,67

3.3 Pengujian Sensor LDR

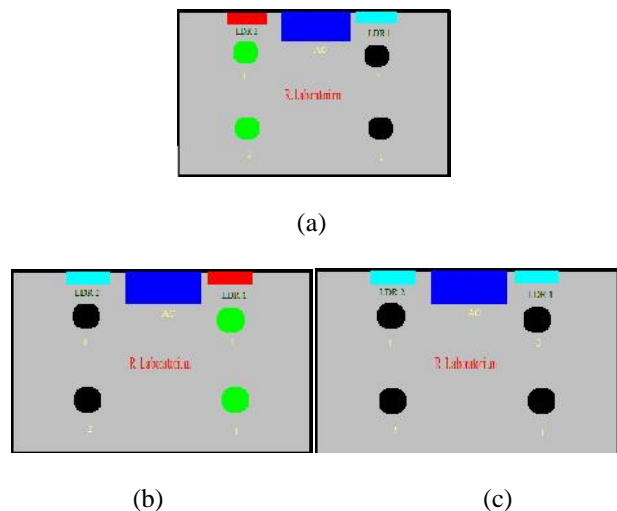
Pengujian sensor LDR ini dilakukan pada ruang laboratorium. Sensor ini hanya akan bekerja jika kondisi

ruang terpakai, yang berarti lampu dalam kondisi menyala. Sensor akan aktif ketika ditekan push button start sensor pada HMI. Gambar 9 menunjukkan tombol pengaktifan dan penonaktifan sensor.



Gambar 9. Pengaktifan sensor LDR

Seperti ditunjukkan pada Gambar 9, sensor akan aktif jika push button start sensor ditekan. LDR ini hanya mampu untuk mematikan nyala lampu. Ketika mendeteksi adanya pembukaan tirai, maka LDR menangkap cukup cahaya untuk memutus fasa pada lampu. Gambar 10 menunjukkan pengujian dari sensor LDR.



Gambar 10. Pengujian sensor LDR

Seperti ditunjukkan pada Gambar 10, pada Gambar (a) menunjukkan LDR 1 cahaya dari luar yang ditunjukkan dengan indikator berwarna biru muda yang mematikan lampu 1 dan 3. Gambar (b) menunjukkan LDR 2 mendapati cahaya dari luar yang dengan indikator berwarna biru muda yang mematikan lampu 2 dan 4. Gambar (c) menunjukkan LDR 1 dan LDR 2 mendapati banyak cahaya dari luar yang ditunjukkan dengan indikator berwarna biru muda, sehingga mematikan lampu 1, 2, 3, dan 4.

3.4 Pengujian Time Scheduling

Pengujian dilakukan dengan cara masuk ke *page time scheduling* yang ada pada PLC kemudian mengaktifkan saklar dan memasukkan data waktu nyala dan waktu mati tiap lampu dalam setiap ruang. Proses penyalan lampu melalui jadwal ini diatur melalui *script* yang ada pada fungsi HMI. Pengaktifan *time scheduling* ini pertama dengan menekan saklar yang ada pada halaman HMI kemudian memasukkan data waktu lampu nyala dan lampu mati. Gambar 11 menunjukkan pewaktuan pada HMI sesuai dengan jadwal yang tersedia.



Gambar 11. Penjadwalan pada *time scheduling*

Dari pengujian mode *time scheduling* ini, didapatkan bahwa sistem berjalan dengan baik. Tabel 3 menunjukkan data waktu penjadwalan beban pada indikator HMI

Tabel 3. Pengujian *time scheduling*

Jadwal	Lampu Ruang		Indikator HMI
	Delay Waktu	Delay Waktu	Delay Waktu
08.00	08.00.08		08.00.13
08.30	08.30.04		08.30.06
10.00	10.00.07		10.00.10
11.00	11.00.03		11.00.07
12.00	12.00.08		12.00.12
13.00	13.00.05		13.00.09
15.00	15.00.04		15.00.11
16.00	16.00.06		16.00.11
Rata-rata	5,625 detik		9,875 detik

4. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem *electricity management system* yang dibangun pada ruang B.301 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, hasil yang didapatkan adalah sistem dapat berfungsi dengan baik. Dalam setiap penyalan beban, hanya dapat melalui satu mode saja. Jika menggunakan mode manual maka tidak dapat menyalakan melalui HMI, begitu pula sebaliknya. Pada pengujian mode manual, didapatkan hasil yaitu beban mampu dinyalakan melalui saklar yang tersedia di setiap ruang. Waktu *delay* ketika saklar ditekan dan lampu menyala sangatlah kecil, berkisar 0,3 detik. Pada mode *remote*, setiap beban mampu dikendalikan melalui HMI. Rata-rata waktu *delay* pada lampu ruang adalah sebesar 5,55 detik dan pada indikator HMI yaitu sebesar 10,895 detik. Pengujian sensor LDR berjalan dengan baik dengan

presentase keberhasilan 100 %. LDR mampu untuk mendeteksi cahaya dari luar melalui pembukaan tirai untuk kemudian mematikan lampu sesuai dengan yang diperlukan pada ruang lab. Pada pengujian *time scheduling*, diberikan jadwal penggunaan beban selama satu hari. Sistem mampu untuk menyalakan dan mematikan beban sesuai dengan waktu yang diberikan. *Delay* rata-rata pada lampu ruan sebesar 5,625 detik dan pada indikator HMI sebesar 9,875 detik. Dari semua pengujian tersebut, setiap mode mampu untuk mengendalikan beban pada ruang B.301. Adanya *delay* tidak begitu berpengaruh mengingat sistem hanya berupa lampu dan AC yang tidak membutuhkan respon yang cepat.

Referensi

- [1]. Sekertariat Perusahaan PT PLN (persero), “*Statistik PLN 2012*”, Perusahaan PT PLN (persero), 2011.
- [2]. Adi, Rizki, “*Perancangan Sistem SCADA Beban Penerangan Pada Prototype Gedung A Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*”, Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [3]. Kurniawan, Muhammad Supono, “*Perancangan Simulasi Supervisory Control And Data Acquisition Pada Prototype Sistem Listrik Redundant*”, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [4]. Salim, Bachtiar, “*Perancangan Sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) Pada Miniatur Warehouse Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*”, Universitas Indonesia, Jakarta, 2010.
- [5]. Putra, Agfianto Eko, “*PLC Konsep, Pemrograman, dan Aplikasi*”, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2004.
- [6]. Bailey, D. and E.Wright, “*Practical SCADA for Industry*”, Elsevier, Burlington, 2003.
- [7]. Setiawan, Iwan, “*Programmable Logic Control (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol*”, Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.
- [8]. ---, “*Relay Omron MY2 24VDC Datasheet*”, OMRON, Desember 2005.