

SISTEM PENGENDALIAN ALIRAN LISTRIK DALAM RUANGAN MELALUI JARINGAN INTRANET DALAM RANGKA PENGHEMATAN ENERGI

Vincentius Christian Bintang P^{1*}, Peter Rhatodirdjo Angka², Albert Gunadhi³,
Diana Lestariningsih⁴, Rasional Sitepu⁵, AFL Tobing⁶)
Teknik Elektro, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia
bintangvincent@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu isu global saat ini adalah krisis energi, terutama energi yang paling banyak digunakan salah satunya adalah energi listrik. Menurut kajian PT PLN pertumbuhan beban listrik di pulau Jawa adalah 9 persen tiap tahunnya, potensi krisis listrik terjadi karena pesatnya pertumbuhan aktivitas perekonomian di pulau Jawa. Hal ini berimbas pada meningkatnya energi listrik. Namun demikian cadangan bahan bakar sebagai sumber daya yang tidak dapat diperbarui semakin menipis tiap tahunnya, oleh karena itu penggunaan energi listrik harus tepat guna dan efisien.

Sasaran dari penelitian ini adalah instansi Universitas Widya Mandala Surabaya, yaitu pada infrastruktur kelistrikkannya. Salah satu upaya penghematan ialah dengan cara mengurangi penggunaan alat-alat listrik di kelas-kelas. Pada penelitian ini beban listrik berupa lampu, LCD proyektor dan AC (Air Conditioner) pada ruang kelas.

Sistem bekerja dengan menggunakan rangkaian breaker berupa Solid State Relay. Jadwal penggunaan ruangan dibuat di dalam database. Mikrokontroler diberi pewaktu Real Time Clock (RTC) yang disinkronkan dengan jam server. Browser akan menampilkan kondisi kelas yang dipakai menyala atau tidak ditandai dengan deteksi sensor arus pada tiap phasanya dan jadwal aliran listrik kelas.

Hasil didapat adalah sistem mampu mematikan dan menyalakan aliran listrik sesuai program sehingga menghemat energi dengan mengurangi penggunaan listrik yang tidak diperlukan.

Kata kunci : efisiensi energi listrik, intranet, mikrokontroler, Solid State Relay, RTC.

I. Pendahuluan

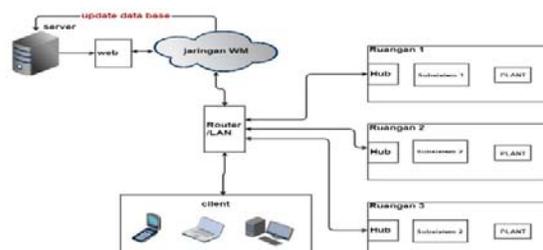
Salah satu biaya operasional suatu gedung adalah biaya penggunaan listrik. Seperti rumah dan kantor untuk memenuhi kebutuhan listrik seperti penerangan dan alat-alat elektronika dibutuhkan daya listrik dari PLN. Semakin besar gedung semakin banyak keperluan dayanya sehingga biaya listrik juga tinggi.

Masalah yang sering terjadi apabila penggunaan daya listrik yang tidak tepat guna yaitu tidak pada tempat atau waktu diperlukannya. Contoh paling sederhana adalah lupa mematikan lampu penerangan atau *air conditioner* (AC) setelah meninggalkan ruangan. Contoh lainnya adalah menyalakan AC dengan suhu dan jumlah unit yang melebihi kapasitas tidak sebanding dengan jumlah orang di dalam ruangan.

Penelitian ini bertujuan untuk membatasi penggunaan listrik ruangan secara tepat guna dan efisien. Sistem yang dibangun merupakan sistem otomasi kelistrikan rumah (*home electricity automation*) yang banyak digunakan. Beberapa metode yang digunakan seperti menggunakan perangkat telepon pintar (*smartphone*) atau komputer (PC). Media perantara juga bermacam-macam baik secara kabel maupun nirkabel (*wireless*) seperti menggunakan kabel data, paket radio dan jaringan komputer. Pada Penelitian ini menggunakan jaringan intranet atau LAN (Local Area Network).

II. Metode Penelitian

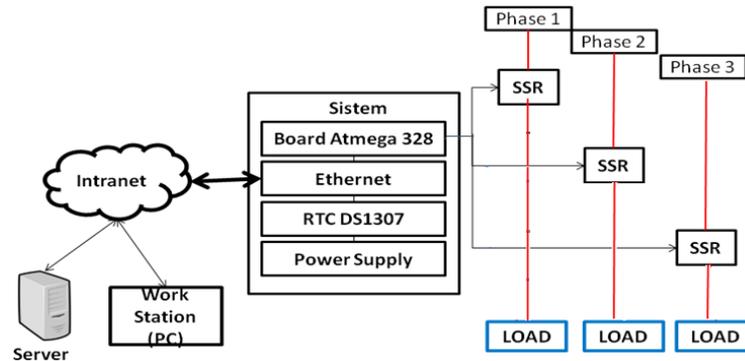
Metode penelitian terdiri dari: Studi literatur, perancangan perangkat keras dan lunak dan pengukuran serta pengujian sistem. Keseluruhan sistem dapat digambarkan sebagai diagram blok seperti gambar 1. Jaringan LAN dengan Topologi *star* digunakan untuk membangun jaringan antar *workstation*.



Gambar 1. Diagram Blok Keseluruhan Sistem.

Pada subsistem gambar 2, tiap ruangan terdapat 3 aliran (fase) listrik yang dikendalikan yaitu:

- fase AC.
- fase Lampu.
- faseKontak.

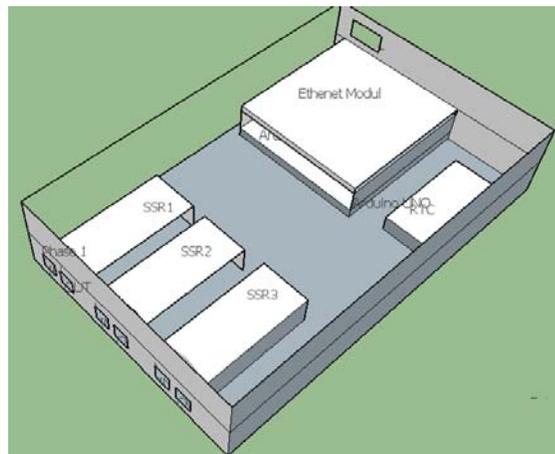


Gambar 2. Diagram blok Subsistem.

Aliran listrik tiap fase dikendalikan dengan *Solid State Relay*(SSR) yang berfungsi sebagai penghubung atau pemutus aliran. Tiap SSR dikendalikan melalui pin dari mikrokontroler. Waktu pemakaian listrik dari terhubung hingga pemutusan diatur oleh jadwal yang disimpan pada *Database* komputer *server* dan dicocokkan dengan jam *Real Time Clock* (RTC). Komputer *Client* atau *workstation* berfungsi untuk menampilkan atau menyunting *Database* jadwal dari atau mengendalikan SSR secara manual.

II.1 Perancangan Perangkat Keras

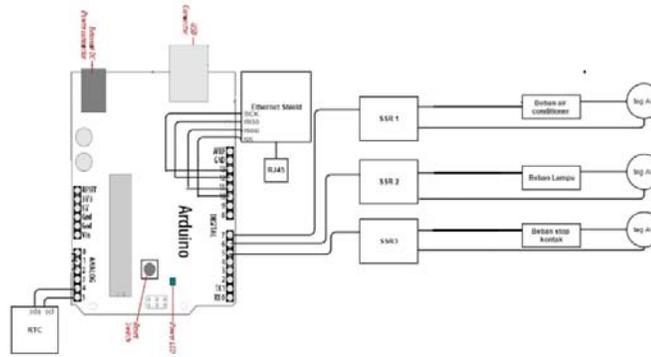
Bentuk rancangan alat yang akan dibuat seperti pada Gambar 3. Dalam pelaksanaannya akan dibuat 2 buah yang masing- masing digunakan untuk mengontrol tiap ruang.



Gambar 3. Desain Kotak Alat

II.1.1 Perancangan Koneksi I/O

Pada subbab ini membahas tentang perancangan perangkat keras pada bagian koneksi I/O pada mikrokontroler. Koneksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Koneksi mikrokontroler dan I/O

Pada Tabel 1 menunjukkan koneksi antara mikrokontroler dengan I/O

Tabel 1. Koneksi I/O mikrokontroler

No	Pin Atmega 328	Pin Arduino	Koneksi ke
1	PD5	Digital 5	SSR 1
2	PD6	Digital 6	SSR 2
3	PD7	Digital 7	SSR 3
4	PC4	Analog 4	SDA RTC
5	PC5	Analog 5	SCL RTC
6	PB2	Digital 10	SS Ethernet
7	PB3	Digital 11	MOSI Ethernet
8	PB4	Digital 12	MISO Ethernet
9	PB5	Digital 13	SCK Ethernet

II.1.2 SSR

Karakteristik dari SSR yang perlu diperhatikan adalah jumlah fase, rating ampere serta tegangan operasi. SSR yang digunakan adalah Nux Hanyoung model HSR 2D/2A Pada Tabel 2 menunjukkan spesifikasi SSR tipe HSR 2D/2A pada tipe input DC(Direct Current) yang digunakan pada penelitian ini .

Tabel 2. Spesifikasi SSR-2D/2A

Model		HSR-2D102Z	HSR-2D202Z	HSR-2D302Z
Output	Rating Load Voltage	100-240 V a.c		
	Peak Voltage	600V		
	Rated Voltage Current	10 A	20 A	40 A
	Leakage Current	15mA		
	One State Voltage Drop	1.3 V	1.6V	1.8V
Input	Operating Voltage Range	4-32 V d.c		
	Input Current	10 mA (± 3)		
Response Time		< 1ms		
Storage Temperature		-30 – 90 ° C		

II.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada Penelitian ini terdiri dari 2 bagian yaitu: pada bagian masing-masing mikrokontroler dan bagian web.

II.2.1 Pemrograman Mikrokontroler

Bagian pemrograman mikrokontroler menggunakan bahasa C dengan menggunakan IDE Arduino. Program dibagi menjadi beberapa bagian utama yaitu:

- 1) Mengatur waktu RTC dengan Jam komputer
- 2) Mengatur komunikasi jaringan dengan komputer *server* maupun *client* melalui ethernet. Pengaturan berupa : MAC, IP, Gateway dan Subnet.
- 3) Mengontrol nyala atau mati SSR sesuai dengan data serial yang diterima (tabel 3).
- 4) Membaca waktu dari RTC untuk di bandingkan dengan database jadwal.

Tabel 3. perintah karakter serial

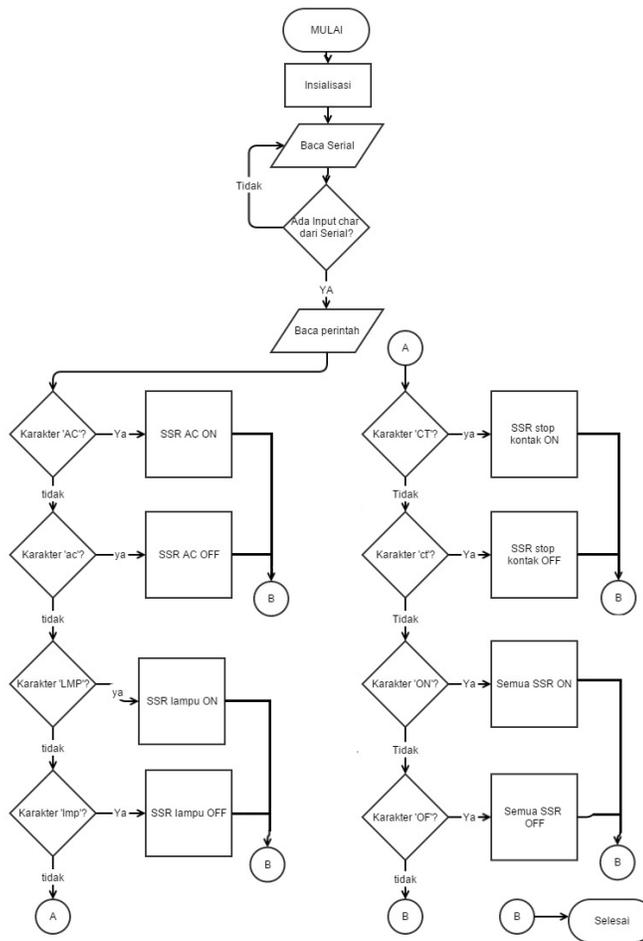
No	Perintah char	Keterangan
1	A1	Sambung jalur AC
2	A0	Putus jalur AC
3	L1	Sambung jalur lampu
4	L0	Putus jalur lampu
5	C1	Sambung Jalur kontak
6	C0	Putus Jalur kontak
7	ON	Sambung semua jalur
8	OF	Putus semua jalur

Setting parameter jaringan tiap subsistem dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Konfigurasi Jaringan

Parameter	Subsistem I	Subsistem II	Subsistem III
Ruang	D101	D102	D103
IP	192.168.10.21	192.168.10.22	192.168.10.23
Netmask	255.255.254.0		
Gateway	192.168.11.1		

Gambar 5 merupakan diagram alir pemrosesan pada mikrokontroler. Saat alat dihidupkan maka mikrokontroler akan melakukan inialisasi berupa: penambahan *library*, deklarasi pin I/O, deklarasi pengaturan ethernet, membaca waktu dari RTC dan pengaturan *baud rate* untuk komunikasi serial.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Mikrokontroler

Mikrokontroler akan menunggu inputan dari serial yang diberi melalui komputer *client* melalui ethernet *shield* berupa kode ASCII. Kemudian mikrokontroler akan melaksanakan perintah sesuai tabel 3.

II.2.2 Pemrograman Web server

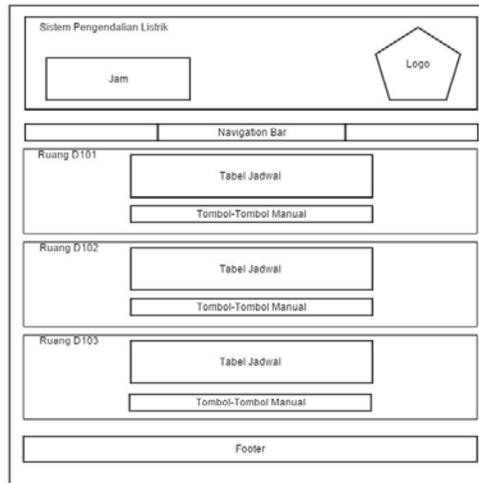
Web server berfungsi untuk menanggapi permintaan dari client dan meneruskannya ke mikrokontroler. Perancangan dibagi menjadi 3 yaitu:

- 1) Tampilan Web menggunakan HTML dan CSS.
- 2) Bagian Database dan server menggunakan PHP, Javascript dan MySQL

Pemrograman menggunakan IDE Dreamweaver. Semua file disimpan pada host server bagong.eng.wima.ac.id pada Pusat Data dan Informasi.

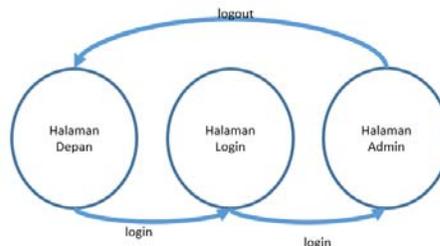
II.2.3 Tampilan Web

Tampilan Web berupa antar muka antara *user* dengan *client* yang ditunjukkan melalui *browser*. Tampilan web terdiri dari beberapa halaman. Pada Gambar 6 menunjukkan tampilan *mock up* web halaman index..



Gambar 6. Mock Up Halaman Index

Gambar 7 menunjukkan *state* diagram yang menggambarkan perpindahan halaman *web*. Saat pertama mengakses bagong.eng.wima.ac.id/skripsi/11004/. Maka halaman depan akan ditampilkan. Untuk mengakses halaman admin maka *user* diharuskan untuk memasukkan *username* dan *password* pada halaman login.



Gambar 7. State Diagram Halaman Web

II.2.4 Pengaturan Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) digunakan sebagai pewaktu eksternal pada mikrokontroler yang menggunakan *backup* baterai sehingga jam RTC akan tetap walaupun mikrokontroler di reset. IC RTC yang digunakan adalah DS1307 dan *library* program yang digunakan adalah DS1307RTC.h, time.h dan wire.h. Library DS1307RTC.h digunakan bersama dengan time.h untuk mengakses dan mengatur penggunaan RTC DS1307 sedangkan library wire.h digunakan untuk mengakses penggunaan I2C (Inter-Integrated Circuit).

RTC dihubungkan pada mikrokontroler menggunakan protokol komunikasi I2C berupa SDA (Serial Data) pada pin analog 4 dan SCL (serial Clock) pada pin 5 analog. Pertama waktu berupa jam dan tanggal pada RTC disinkronkan dengan waktu komputer menggunakan program setTime. Program terdiri dari 2 fungsi yaitu getTime dan getDate.

II.2.5 Pembagian Jadwal

Pembagian waktu saat SSR menyala dan mati dapat dilihat pada tabel 5. Jadwal terdiri dari 5 hari kerja (Senin-Jumat). Tiap harinya terdapat 5 slot waktu, tiap slot berdurasi 100 menit atau setara dengan 2 sks (2 x 50 menit). Jarak tiap slot jam ke jam berikutnya adalah 10 menit.

Variabel berupa matriks. Id [xx] berfungsi sebagai *enable* apabila pada slot itu ruangan akan dipakai. Sehingga apabila pada hari senin jam pertama ada kegiatan maka id 11 harus di set 1 sehingga ketiga SSR pada ruangan

tersebut akan menyala dan listrik dalam ruangan dapat digunakan dari jam 07:00:00 kemudian mati pada jam 08:40:00. Untuk pelajaran 1 sks dan 3 sks akan dibulatkan menjadi 2 dan 4 sks. Apabila semua Id di *enable* maka listrik dapat digunakan selama total : $100 \text{ menit} \times 6 \text{ slot} = 600 \text{ menit} = 10 \text{ Jam}$ tiap harinya dan 50 jam tiap minggunya.

Tabel 5. Pembagian Jadwal

Jam ke -	Slot waktu		Hari				
	Jam Nyala	Jam Mati	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
1	07:00:00	08:40:00	Id 11	Id 21	Id 31	Id 41	Id 51
2	08:50:00	10:30:00	Id 12	Id 22	Id 32	Id 42	Id 52
3	10:40:00	12:20:00	Id 13	Id 23	Id 33	Id 43	Id 53
4	13:00:00	14:40:00	Id 14	Id 24	Id 34	Id 44	Id 54
5	14:50:00	16:30:00	Id 15	Id 25	Id 35	Id 45	Id 55
6	16:40:00	18:20:00	Id 16	Id 26	Id 36	Id 46	Id 56

III. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengujian dan pengukuran sistem yang dibuat terdiri dari : pengukuran & pengujian *ethernet shield*, pengiriman data dari *client* ke mikro, pengukuran parameter daya untuk masing-masing beban dan pengukuran konsumsi daya untuk beban lampu. Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran dan pengujian dapat dilihat pada tabel 6. :

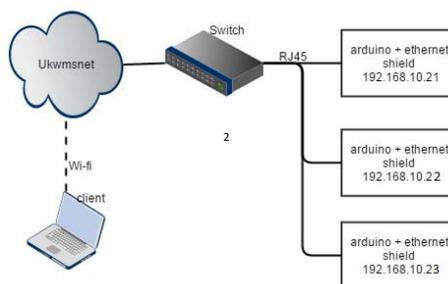
Tabel 6. Alat Ukur yang Digunakan

no	Nama	Merk	Jumlah
1	Multimeter Digital	Sanwa CD800a	2
		Sanwa CD771	1
2	Power Analyzer	Lutron DW 6091	1
3	Clamp Meter	Sanwa DCM60L	1
4	Command prompt	Windows 7	1
5	Serial Monitor	Arduino IDE	1
6	Browser	Google Chrome	1

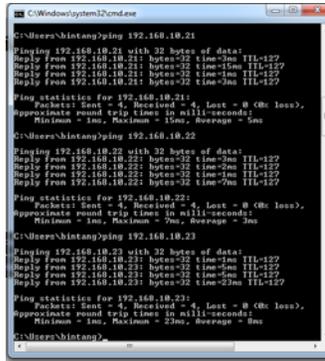
III.1 Pengukuran dan Pengujian Koneksi Ethernet Shield

Pengujian *Ethernet shield* digunakan untuk mengetahui *quality of service* berupa *latency* dan *packet loss* antara mikro terhadap jaringan. Langkah-langkah pengujian dilakukan dengan menghubungkan *ethernet shield* dengan *board* mikro uno yang berisi kode program subsistem I.ino seperti pada Gambar 8. Kemudian *Ethernet shield* dihubungkan ke jaringan Widya Mandala melalui *switch* dengan perantara kabel LAN.

Untuk mengetahui *ethernet shield* sudah terhubung dengan jaringan widya mandala dilakukan menggunakan *Command Prompt* dengan perintah *-ping {ip mikro}* dari komputer *client* yang juga terhubung dengan jaringan menggunakan Wi-Fi. Pada penelitian ini sistem yang dibangun terdiri dari 3 ip. Masing-masing ip mengacu pada tabel 4.



Gambar 8. Pengujian Koneksi Mikrokontroler dengan Jaringan



Gambar 9. Cmd Hasil Pengujian Koneksi Mikrokontroler

Gambar 9 merupakan hasil pengujian koneksi mikrokontroler antara komputer *client* dengan sistem ruangan menggunakan *command prompt*. Dari gambar di atas didapat tabel di bawah ini:

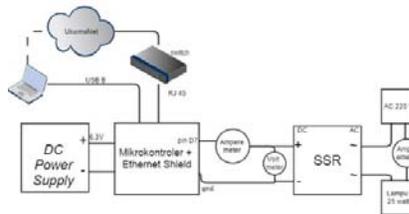
Tabel 7. Pengujian Ping Mikrokontroler

Ip mikro	Latency minimum	Latency maksimum	Latency Rata-rata	Persentase Keberhasilan
192.168.10.21	1ms	15ms	5ms	100%
192.168.10.22	1ms	7ms	3ms	100%
192.168.10.23	1ms	23ms	8ms	100%

Pengujian koneksi antara *client* dengan sistem ruangan dapat disimpulkan berhasil karena tidak terjadi *Request timed out* dan *latency* bernilai kecil yang dapat dilihat pada tabel 7. Nilai *latency* maksimum yang berbeda disebabkan perbedaan kondisi lalu lintas jaringan.

III.2 Pengukuran dan Pengujian Pengiriman Data dari client ke mikro

Pengukuran dan pengujian dengan menggunakan komputer *client* yang terhubung jaringan seperti pada Gambar10. UKWSnet dan mengakses *browser* bagong.eng.wima.ac.id/skripsi/11004/Smint/index.php. pada bagian tombol manual terdapat 3 bagian ruang: D101,D102,D103. Tiap bagian ruang memiliki 8 tombol untuk menyalakan dan mematikan phase: AC, Kontak, Lampu dan semua beban.



Gambar 10. Metode Pengujian Pengiriman Data

Parameter yang diukur adalah tegangan input SSR, arus input SSR dan arus beban menggunakan alat *multimeter* Sanwa CD800a dan Sanwa CD771 untuk pengukuran Lampu dan kontak. Pengukuran arus AC (*air conditioner*) *clammeter* Sanwa DCM60L. Parameter pengujian adalah kondisi beban sama dengan tombol manual yang ditekan. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali pada 2 kondisi untuk beban lampu dan AC serta 10 kali pada 3 kondisi untuk beban kontak. Di tabel bawah menunjukkan ringkasan pengujian dan hasil rata-rata pengukuran masing-masing beban: Lampu Tabel 8, Kontak Tabel 9, AC Tabel 10.

Tabel 8. Pengukuran dan Pengujian SSR Lampu

Kondisi		Hasil		Rata-rata		
SSR	Lampu	Uji coba	% keberhasilan	Tegangan SSR (V)	Arus in SSR (mA)	Arus Beban (mA)
Nyala	Nyala	15	100%	4,529	7,505	56,133
Mati	Mati	15	100%	0,033	0	7

-Pada kondisi SSR nyala dan Lampu nyala Rata-rata Tegangan adalah 4,529 V. Rata rata arus SSR adalah 7,505 mA dan arus beban 56,133 mA.

-Pada kondisi SSR nyala dan Lampu nyala Rata-rata Tegangan adalah 0,033 V. Rata rata arus SSR adalah 0 mA dan arus beban 7 mA.

Tabel 9. Pengukuran dan Pengujian SSR Kontak

Kondisi		Hasil		Rata-rata		
SSR	Komp	Uji coba	Presentase keberhasilan	Tegangan in SSR (V)	Arus in SSR (mA)	Arus Beban (mA)
Nyala	Mati	10	100%	4,082	7,287	55,9
Nyala	Nyala	10	100%	4,082	7,294	282
Mati	Mati	10	100%	0,0021	0	4

-Pada kondisi SSR nyala dan komputer mati rata-rata tegangan adalah 4,082 V. Rata rata arus SSR adalah 7,287 mA dan arus beban 55,9 mA.

-Pada kondisi SSR nyala dan komputer nyala rata-rata tegangan adalah 4,082 V. Rata rata arus SSR adalah 7,294 mA dan arus beban 282 mA.

-Pada kondisi SSR mati dan komputer mati rata-rata tegangan adalah 0,0021 V. Rata rata arus SSR adalah 0 mA dan arus beban 4 mA.

Tabel 10. Pengukuran dan Pengujian SSR AC

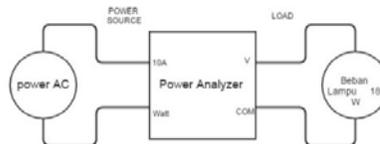
Kondisi		Hasil		Rata-rata		
SSR	AC	Uji coba	Presentase keberhasilan	Tegangan in SSR (V)	Arus in SSR (mA)	Arus Beban (A)
Nyala	Nyala	15	100%	4,52	7,504667	12,16
Mati	Mati	15	100%	0,033	0	0

-Pada kondisi SSR nyala dan AC nyala Rata-rata Tegangan adalah 4,52 V. Rata rata arus SSR adalah 7,505 mA dan arus beban 12,16 A.

-Pada kondisi SSR nyala dan AC nyala Rata-rata Tegangan adalah 0,033 V. Rata rata arus SSR adalah 0 mA dan arus beban 0A.

III.3 Pengukuran Parameter Daya

Daya yang diukur menggunakan *power analyzer* Lutron DW 6091. Parameter beban yang diukur berupa tegangan AC (*Alternate Current*), Arus AC, Daya dan cos phi. Pengukuran dilakukan pada panel sistem d101. Pengukuran dilakukan pada 2 kondisi yaitu: pengukuran beban tanpa sistem dan pengukuran beban dengan sistem. Pada pengukuran tanpa menggunakan sistem, beban berupa lampu 25 watt dihubungkan ke *power analyzer* lalu ke sumber tegangan AC, seperti pada gambar 11.



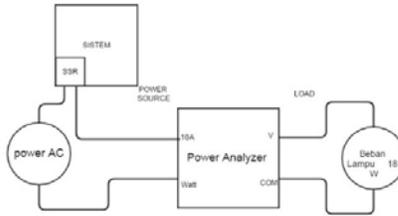
Gambar 11. Metode Pengukuran Daya tanpa sistem

Pengukuran dilakukan pada mode demo dengan durasi pengukuran 1 jam. Data diambil setiap 2 menit selama 1 jam sehingga data yang terkumpul sebanyak 31 data. Pada Tabel 11 menunjukkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya

Tabel 11. Pengukuran daya Tanpa Sistem

Kondisi	Uji coba	Tegangan beban (V)	Arus beban (A)	Daya (watt)	Cos φ
Nyala	31	229.85	0.07	18.93	1

Pengukuran selama 1 jam penuh dengan kondisi nyala terus menerus didapat rata rata daya 18,93 watt.



Gambar 12. Metode Pengukuran Daya dengan Sistem

Pengukuran dilakukan pada mode demo dengan durasi pengukuran 1 jam. Data diambil setiap 2 menit selama 1 jam sehingga data yang terkumpul sebanyak 31 data. Pada Tabel 12 menunjukkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya berdasarkan .

Tabel 12. Pengukuran Daya dengan Sistem

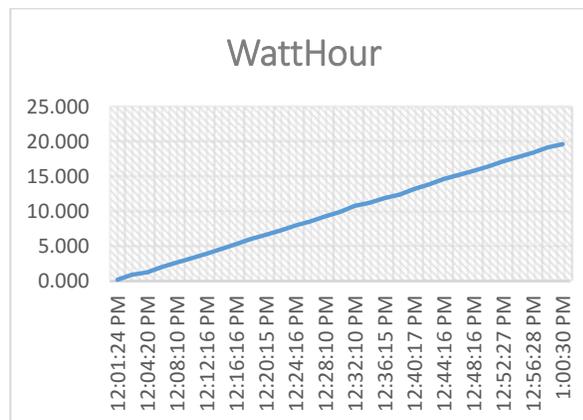
Kondisi	Uji coba	Tegangan beban (V)	Arus beban (A)	Daya (watt)	Cos ϕ
Nyala	25	229,38	0,07920	18,16	0,99
Mati	6	5,67	0,15167	1	1

Pengukuran selama 1 jam penuh dengan kondisi nyala terus menerus didapat rata rata daya 18,93 watt.

III.4 Pengukuran Konsumsi Daya untuk Jalur Lampu

Pengukuran konsumsi daya untuk Jalur Lampu dalam durasi satu jam dalam mode demo. Alat ukur yang digunakan berupa *power analyzer* Lutron DW 6091. Pengukuran menggunakan mode *wattHour*. Pengukuran dilakukan dalam 2 kondisi.

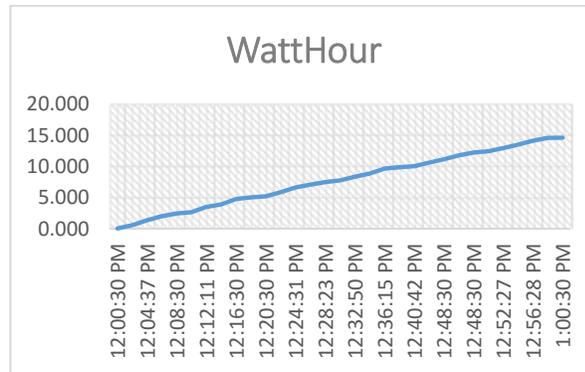
- Pengukuran tanpa sistem:



Gambar 13 Grafik Pengukuran *WattHour* Lampu tanpa Sistem

berdasarkan grafik pada gambar 13 total konsumsi daya lampu selama 1 jam dari pukul 12:01 hingga 13:00 didapat hasil sebesar 19,650 watt-hour.

- Pengukuran dengan sistem:



Gambar 14. Grafik Pengukuran *Watt*hour Lampu dengan Sistem

berdasarkan grafik pada gambar 14 total konsumsi daya lampu selama 1 jam dari pukul 12:01 hingga 13:00 didapat hasil sebesar 14,620 watt-hour. Berdasarkan kedua grafik di atas didapat bahwa dengan menggunakan sistem dapat menghemat daya lampu sebesar 5,030 watt-hour atau sebesar 25%.

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan pengujian sistem yang telah dirancang dan dibuat maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Koneksi antara *client* dengan sistem mikro cukup baik dengan *latency* rata rata 3~8 ms dan tanpa adanya *request time out*.
2. Pengujian parameter SSR baik karena relay mulai aktif pada tegangan masukan 1,74 V dan arus masukan 3,52 mA. Sedangkan tegangan dan arus keluaran dari mikro adalah 4,5V dan 7mA. Sehingga mikro dapat mencukupi kebutuhan tegangan arus *input* SSR sehingga mampu menggerakkan (*drive*) SSR dengan baik.
3. Data waktu dan tanggal pada RTC dapat disesuaikan dengan jam PC saat kode program setel_RTC dijalankan. Kode program baca_RTC menunjukkan waktu yang berjalan pada RTC.
4. *Web browser* berfungsi dan bekerja sesuai dengan perancangan.
5. Pengiriman data sesuai dengan tingkat keberhasilan 100% pada tiap percobaan.
6. Berdasarkan pengukuran dan perhitungan sistem untuk jalur lampu dengan mode demo dapat menghemat daya sebesar 5,030 watt-hour atau sebesar 25%.

Daftar Pustaka

- 1 . Margolis, Michael.2011. *Arduino Cookbook*.O'Reilly media Sebastopol.
- 2 . Tanenbaum, Andrew S. 1996. *Computer Networks*. Prentice-Hall
- 3 . Spurgeon & Joann Zimmerman.2014. *Ethernet The Definitive Guide*.O'Reilly media.Sebastopol
- 4 . Kurose,James F dan Keith W Ross.2013.*Computer Networking A Top-Down Approach 6th*. Pearson.
- 5 . Sidk,Betha.2012.*Pemrograman Web PHP*.Penerbit Informatika
- 6 . Syahwil, Muhammad,2013, *Panduan mudah Simulasi & praktek mikrokontrolerArduino*.Andi
- 7 . <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>, Spesifikasi EthernetShield (diakses 20 Februari 2015)
- 8 . http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/700-at001_-en-e.pdf, Teori Solid State Relay (diakses 20 Februari 2015)
- 9 . https://www.sparkfun.com/datasheets/DevTools/Arduino/W5100_Datasheet_v1_1_6.pdf, Spesifikasi ethernet W5100 (diakses 14 November 2014)

Halaman ini kosong