

Rancang Bangun Alat Kontrol dan *Monitoring* Konsumsi Listrik Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560

I Putu Surya Puja Anggara¹, A.A Ngurah Amrita², Duman Care Khrisne³

Abstract— The design of the tool in this study made a prototype of the Public Street Lighting System (LPJU) where in carrying out it can carry out LPJU ignition control according to user needs by combining the timer and light sensor functions. The light setting will strengthen slowly at 18.00 WITA. The light will start to light with the light sensor bit value <500, then when the sunlight decreases around the light sensor which is bright compared to the average value produced up to <200 then the maximum lamp light. Then at >00.00 WITA to <04.00 WITA, the power light was reduced by 11.6 lux. At 04.00 WITA it can increase the strong lights and can set the lights off at 06.00 WITA. In addition, it can also monitor electricity consumption regularly and at any time use SMS services to users.

Intisari—Rancang bangun alat pada penelitian ini membuat sebuah prototype sistem Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dimana dalam implementasinya dapat melakukan kontrol penyalaaan LPJU sesuai dengan kebutuhan user dengan mengkombinasi fungsi timer dan sensor cahaya. Pengaturan nyala lampu akan menguat secara perlahan yang diatur pada pukul 18.00 WITA. Lampu akan mulai menyala dengan dimmer pada nilai bit sensor cahaya <500, kemudian saat semakin berkurangnya intensitas cahaya matahari di sekitar sensor cahaya yang berbanding lurus dengan perubahan nilai bit yang dihasilkan sampai dengan <200 maka lampu menyala maksimal. Kemudian pada >pukul 00.00 WITA sampai <pukul 04.00 WITA dapat menurunkan kuat pencahayaan lampu sebesar 11,6 lux. Pada >pukul 04.00 WITA dapat meningkatkan kembali kuat pencahayaan lampu dan dapat mengatur waktu padam lampu pada pukul 06.00 WITA. Selain itu juga dapat melakukan monitoring konsumsi listrik secara berkala dan sewaktu-waktu menggunakan layanan SMS kepada user.

Kata Kunci—Kontrol, Monitoring, Mikrokontroler, SMS.

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data pengelolaan LPJU di Kota Denpasar, kendala yang dihadapi dalam pengelolaan LPJU adalah masalah pemeliharaan, monitoring, dan konsumsi konsumsi daya listrik yang besar. Beberapa upaya pengelola sudah dilakukan untuk menanggulangi kendala tersebut dalam hal kontrol penyalaaan lampu untuk meminimalkan konsumsi daya

untuk mengatur penyalaaan lampu. Selain itu juga pemasangan kWh meter konvensional pada satu sistem LPJU untuk monitoring konsumsi daya listriknya. Akan tetapi dalam upaya tersebut, kondisi di lapangan masih menghadapi beberapa kendala yaitu dalam kontrol penyalaaan lampu yang tidak sesuai dengan kebutuhan pencahayaan dan keterbatasan tenaga melakukan monitoring konsumsi listrik karena cakupan wilayah yang luas dengan titik pemasangan LPJU yang sangat banyak sehingga akan banyak menghabiskan waktu pekerjaan dan biaya yang tinggi [1].

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat melakukan kontrol waktu penyalaaan dan kuat pencahayaan lampu sesuai dengan kebutuhan dan juga mengatasi masalah keterbatasan tenaga dalam melakukan monitoring konsumsi daya listrik.

II. TINJAUAN MUTAKHIR

Beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini, antara lain adalah:

1. Penelitian oleh William Timotius S. pada tahun 2014 dengan merancang bangun alat sebagai dimmer dan monitoring pada sistem LPJU. Menggunakan mikrokontroler ATmega 128 sebagai pengolah data dan sensor gerak sebagai indikator dimmer lampu. Pemodelan sistemnya adalah saat sensor gerak mendeteksi pergerakan dari pengguna jalan maka lampu akan menyala maksimal, tetapi apabila sensor gerak tidak mendeteksi adanya pergerakan maka kuat pencahayaan lampu akan redup 60% dari kuat pencahayaan maksimal. Selain itu juga rancang bangun alat ini memiliki kemampuan monitoring kerusakan pada satu sistem LPJU dengan mendeteksi ketidak normalan arus pada sumber lampu, jika terjadi gangguan alat akan mengirimkan informasi berupa layanan SMS ke user sebagai pemberitahuan gangguan pada sistem LPJU [2].
2. Penelitian oleh T. Syamsuri pada tahun 2015 dengan merancang bangun alat pada sistem LPJU yang dapat melakukan dimmer. Perancangannya menggunakan 2 (dua) kondisi lampu dimana lampu 1 menyala sepanjang malam dan lampu 2 melakukan dimmer. Menggunakan monostable multivibrator IC555 sebagai pengolah data dan sensor cahaya sebagai indikator penyalaaan lampu. Pemodelan sistemnya saat sensor cahaya mendeteksi cahaya lampu kendaraan yang melintas maka lampu 1 dan lampu 2 lampu akan menyala, sebaliknya jika tidak maka lampu 2 akan padam dan lampu 1 tetap menyala [3].

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, beberapa perbedaan pada penelitian ini adalah :

1. Mengkombinasi fungsi timer dan sensor cahaya sebagai indikator penyalaaan lampu.

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Perumahan Nuansa Kori Sading I No.1, Mengwi, Badung 80351 INDONESIA (telp:089 702 390 39; e-mail: surya_pooja182@yahoo.co.id)

^{2, 3}Dosen, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: ngr_amrita@unud.ac.id, duman@unud.ac.id)



2. Dapat menghitung dan mengakumulasi konsumsi daya listrik pada sistem LPJU yang dirancang dengan perkalian arus AC dan tegangan AC yang diukur pada rangkaian.
3. Merekam data (*data logger*). *Data logger* merupakan sistem yang menggunakan perangkat elektronik seperti *micro SD card* sebagai sarana penyimpanan data [4]. Data yang disimpan berupa akumulasi konsumsi daya listrik.
4. Menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 2560 sebagai pengolah data menggunakan program [5]. Kelebihan Arduino ATmega 2560 adalah memiliki lebih banyak pin *input* dan *output* sebanyak 54 buah pin [6].
5. Menggunakan modul GSM IComSat v1.1-SIM900 GSM/GPRS *Shield for Arduino* sebagai penyedia layanan SMS sehingga dapat melakukan *monitoring* dengan jangkauan operasi yang lebih luas [6].
6. Memiliki *display LCD* untuk menampilkan informasi data waktu, tegangan, arus dan konsumsi daya listrik sehingga mempermudah pembacaan oleh *user*.

III. METODELOGI

A. Pemodelan Sistem

Rancang bangun alat penelitian ini memiliki 2 (dua) konsep sistem kerja yaitu melakukan kontrol penyalan lampu dan *monitoring* konsumsi listrik.

1. Kontrol Penyalan Lampu

Dalam operasi kerjanya kontrol penyalan lampu menggunakan indikator yang mengkombinasi fungsi rangkaian *timer* dan sensor cahaya. *Timer* memberi akses informasi waktu berupa penunjukan jam penyalan dan jam pemadaman lampu menggunakan rangkaian RTC DS1307. Berdasarkan penunjukan jam penyalan lampu, lampu hanya akan menyala berdasarkan nilai sensor cahaya. Sensor cahaya akan menghasilkan nilai bit berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya menggunakan rangkaian LDR.

Lampu menyala dilakukan dengan mengatur nilai PWM pada pengolahan program mikrokontroler. PWM merupakan pengaturan lebar pulsa *High* dan *Low* (*Duty Cycle*) dengan nilai 0 sampai 255 dalam suatu perioda untuk mendapatkan tegangan keluaran rata-rata yang berbeda [6]. Kontrol penyalan lampu maksimal menggunakan nilai PWM = 100%, lampu *dimmer* dengan nilai PWM = 50%, dan lampu padam dengan nilai PWM = 0%.

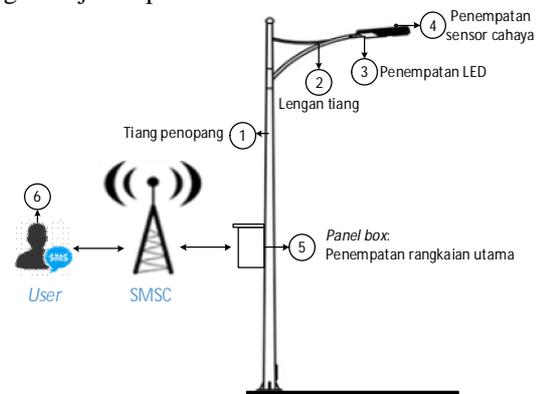
2. Monitoring Konsumsi Listrik

Monitoring konsumsi listrik yang dilakukan adalah melakukan *data logger* akumulasi konsumsi daya listrik selama rangkaian beroperasi yang disimpan pada *micro SD card*. Kemudian mengirimkan informasi *data logger* menggunakan layanan SMS secara berkala dari LPJU ke *user*. Selain itu *monitoring* konsumsi listrik juga dapat dilakukan sewaktu-waktu oleh *user* ke LPJU dengan mengirim SMS sesuai format yaitu "lapor".

Dalam operasi kerjanya akumulasi konsumsi daya listrik dilakukan dengan pembacaan nilai tegangan (V) dan arus (A) pada jaringan listrik PLN yang mensuplai rancang bangun alat saat beroperasi. Hasil pembacaan ini kemudian di olah dan dikalibrasi pada program mikrokontroler untuk mendapatkan nilai akumulasi kWh. Akumulasi konsumsi daya listrik pada

pengolahan program mikrokontroler menggunakan perkalian V dan A dengan $\cos \phi$ diabaikan [7].

Pemodelan sistem kontrol penyalan lampu dan *monitoring* konsumsi listrik pada penelitian ini dengan merancang sebuah *prototype* LPJU dengan keterangan gambar yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1: Pemodelan Sistem *Prototype* Rancang Bangun Alat.

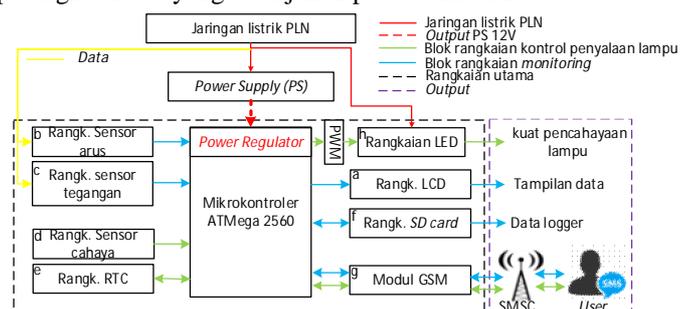
B. Perancangan yang dilakukan:

1. Perancangan Perangkat Keras

Dilakukan dengan merancang perangkat keras komponen elektronik yang terbagi dalam beberapa blok rangkaian. Rangkaian pada penelitian ini berupa :

- a. Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*).
- b. Rangkaian sensor arus AC.
- c. Rangkaian sensor tegangan AC.
- d. Rangkaian sensor cahaya.
- e. Rangkaian RTC (*Real Time Clock*).
- f. Rangkaian *micro SD card*.
- g. Rangkaian modul GSM IComSat v1.1 – SIM900.
- h. Rangkaian LED.

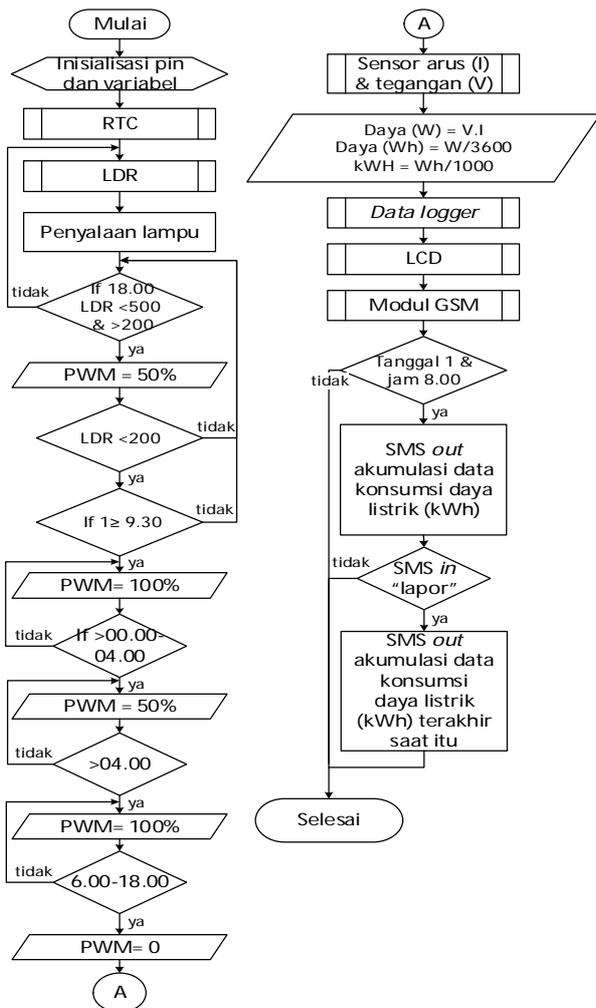
Berdasarkan perancangan setiap blok rangkaian tersebut perakitan setiap blok perangkat keras selanjutnya disebut dengan rangkaian utama. Rangkaian utama dapat digambarkan dengan sebuah blok diagram perancangan perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan rancangan program pada mikrokontroler terhadap setiap blok rangkaian komponen perangkat keras yang digunakan pada rangkaian utama. Perancangan ini dilakukan dengan mengatur program mikrokontroler sesuai dengan *library* yang digunakan pada Arduino IDE [8] dengan alur yang ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3: Blok Diagram Alur Perangkat Lunak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Realisasi Perancangan.

Hasil perakitan rangkaian utama dan *prototype* LPJU ditunjukkan pada Tabel I sebagai berikut.

TABEL I
 SPESIFIKASI RANGKAIAN UTAMA DAN *PROTOTYPE* LPJU

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Ukuran PCB rangkaian utama	12 x 11 cm
2	Tinggi tiang	200 cm
3	Panjang lengan lampu	40 cm
4	Ukuran <i>panel box</i>	16 x 10 x 23 cm
5	<i>Display LCD</i>	20 x 4 karakter

B. Pengujian Rangkaian Perangkat Keras.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui realisasi perancangan rangkaian pada setiap blok perangkat keras dapat beroperasi dengan baik. Berikut pengujian yang dilakukan:

1. Pengujian Rangkaian LCD

Pada pengujiannya rangkaian LCD dapat beroperasi dengan baik dan karakter *alphanumeric* pada LCD berhasil di tampilkan sesuai perintah program yang di berikan.

2. Pengujian Rangkaian Sensor Arus AC

Pengujian ini dilakukan untuk memenuhi syarat alat ukur dengan toleransi kesalahan nilai sebesar 1-2% [9]. Perangkat keras yang dirancang sebelumnya telah dikalibrasi sesuai dengan *library* perangkat lunak yang digunakan [8].

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai arus hasil pembacaan rangkaian sensor arus AC dengan *multi tester* konvensional kelas B (Hioki 3288-20) dengan mengukur arus pada jaringan listrik PLN sebanyak 10 kali. Percobaan I dilakukan dengan mengukur jaringan listrik yang mensuplai rangkaian utama sedangkan percobaan II dilakukan dengan mengukur jaringan listrik yang mensuplai rangkaian utama dengan penambahan beban lampu LED. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, selisih nilai pembacaan paling besar adalah 0,02 Ampere (A) yang ditunjukkan pada Tabel II berikut.

TABEL II
 HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN SENSOR ARUS AC

No.	Percobaan	Hasil Pembacaan		Selisih
		<i>Multi tester</i>	Sensor Arus AC	
1	I	0,06 A	0,07 A	0,01 A
2		0,07 A	0,08 A	0,01 A
3		0,07 A	0,08 A	0,01 A
4		0,06 A	0,07 A	0,01 A
5		0,07 A	0,08 A	0,01 A
6	II	0,17 A	0,15 A	0,02 A
7		0,16 A	0,15 A	0,01 A
8		0,15 A	0,15 A	0 A
9		0,15 A	0,15 A	0 A
10		0,16 A	0,15 A	0,01 A

3. Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan AC

Pengujian ini dilakukan untuk memenuhi syarat alat ukur dengan toleransi kesalahan nilai sebesar 1-2% [9]. Perangkat keras yang dirancang sebelumnya telah dikalibrasi sesuai dengan *library* perangkat lunak yang digunakan [8].

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan rangkaian sensor tegangan AC dengan *multi tester* konvensional kelas B (Hioki 3288-20) dengan mengukur tegangan pada jaringan listrik PLN yang mensuplai rangkaian utama sebanyak 5 kali. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, selisih nilai pembacaan paling besar adalah 0,3 Volt (V) yang ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III
 HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN SENSOR TEGANGAN AC

No.	Hasil Pembacaan		Selisih
	<i>Multi Tester</i>	Sensor Tegangan	
1	229,6 V	229,3 V	0,3 V
2	229,5 V	228,8 V	0,3 V
3	229,6 V	229,3 V	0,3 V
4	229,4 V	229,1 V	0,3 V
5	229,4 V	229,3 V	0,1 V

4. Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya

Rangkaian sensor cahaya diuji untuk mengetahui besar perwakilan nilai bit yang dihasilkan oleh rangkaian sensor cahaya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai bit yang dihasilkan rangkaian sensor cahaya dengan nilai lux menggunakan lux meter (merk Hioki) pada kondisi intensitas cahaya tertentu. Nilai bit yang dihasilkan rangkaian sensor cahaya ini digunakan sebagai indikator penyalaaan lampu.



Pengujian dilakukan pada sore hari menjelang malam mulai pukul 18.00 WITA sampai 18.30 WITA dalam selang waktu pengukuran setiap 5 (lima) menit. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel IV berikut.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN SENSOR CAHAYA

No	Waktu Pengukuran	Hasil Pembacaan	
		Lux Meter (lux)	Sensor Cahaya (bit)
1	18.00 WITA	185,1	729
2	18.05 WITA	132,6	689
3	18.10 WITA	60,2	590
4	18.15 WITA	42,5	526
5	18.20 WITA	31,2	470
6	18.25 WITA	12,52	302
7	18.30 WITA	3,75	148

Berdasarkan hasil pengujian, besar perwakilan nilai bit yang dihasilkan oleh rangkaian sensor cahaya digunakan pada pengaturan program sebagai indikator penyalaaan lampu. Dimana dengan nilai bit <500 dengan nilai lux <42,5 lux maka lampu akan menyala *dimmer* sedangkan nilai bit <300 dengan nilai lux <12,52 lux maka lampu menyala maksimal.

5. Pengujian Rangkaian RTC

Rangkaian RTC diuji untuk dapat mengetahui rangkaian RTC bekerja dengan baik dengan membandingkan penunjukan waktu pada laptop yang digunakan saat pengujian. Pada pengujiannya rangkaian RTC dapat memberi informasi waktu pada mikrokontroler berupa menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun dengan *output* informasi waktu yang di tampilkan pada LCD yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Hasil Pengujian Rangkaian RTC

6. Pengujian Rangkaian Micro SD Card

Rangkaian *micro SD card* diuji untuk mengetahui kondisi rangkaian sudah dapat digunakan sebagai media penyimpanan *data logger* atau tidak, dengan informasi berupa tampilan pada LCD. Pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 5.



(a) Rangkaian tidak siap digunakan (b) Rangkaian sudah siap digunakan
Gambar 5: Hasil Pengujian Rangkaian Micro SD Card

7. Pengujian Rangkaian LED

Rangkaian LED diuji untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai PWM yang digunakan pada kontrol penyalaaan lampu terhadap kuat pencahayaan lampu LPJU. Menggunakan rangkaian LED HPL 30W dengan sumber tegangan 12V DC. Hasil kuat pencahayaan lamu terhadap perubahan nilai PWM ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN LED TERHADAP PERUBAHAN NILAI PWM

No	Nilai PWM	Konndisi LED	Kuat pencahayaan (Lux)
1	255 (100%)	Menyala	45,3
2	112 (50%)	Menyala	33,7
3	90 (40%)	Fliker	-
4	0 (0%)	Padam	0

C. Pengujian Pemodelan Sistem

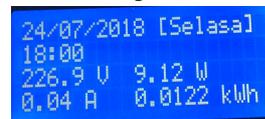
Pengujian dilakukan dengan menguji konsep sistem kerja rancang bangun alat sebagai kontrol penyalaaan lampu dan *monitoring* konsumsi listrik. Berikut hasil pengujian pemodelan sistem yang dilakukan.

1. Pengujian Kontrol Penyalaaan Lampu

a. Pengujian I :

Pada awal penyalaaan lampu sore hari menjelang malam hari dengan indikator penunjukan waktu pukul 18.00 WITA dan nilai perwakilan bit sensor cahaya. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 6.

Penunjukan waktu pukul 18.00 WITA (a) lampu padam (b).

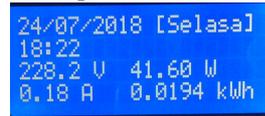


(a) Waktu pukul 18.00 WITA



(b) Lampu padam

Penunjukan >pukul 18.00 WITA (c) lampu *dimmer* (d).



(c) Waktu >pukul 18.00 WITA



(d) Lampu menyala *dimmer*

Penunjukan >pukul 18.00 WITA (e) lampu menyala maksimal (f) sampai dengan pukul 00.00 WITA.



(e) Waktu >pukul 18.00 WITA

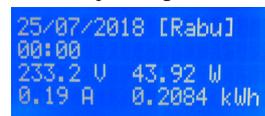


(f) Lampu menyala maksimal

Gambar 6: Hasil Pengujian I

b. Pengujian II :

Penunjukan waktu >pukul 00.00 (a) sampai <pukul 04.00 (b) maka lampu akan *dimmer* (b dan d). Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 7.



(a) Waktu >pukul 00.00 WITA



(b) Lampu menyala *dimmer*



(b) Waktu <pukul 04.00 WITA

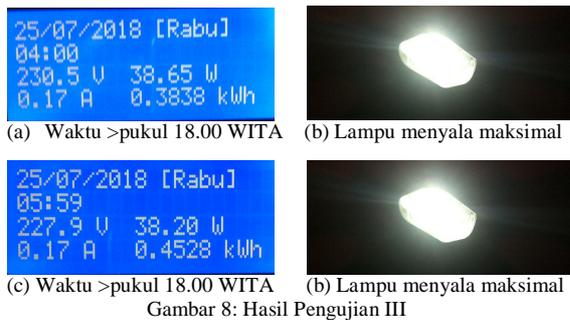


(b) Lampu menyala *dimmer*

Gambar 7: Hasil Pengujian II

c. Pengujian III :

Penunjukan waktu >pukul 04.00 (a) sampai dengan <pukul 06.00 (c) maka kuat pencahayaan lampu maksimal (b dan e). Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8: Hasil Pengujian III

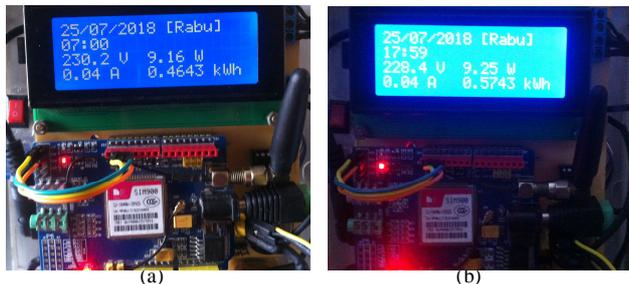
d. Pengujian IV :

Penunjukan waktu >pukul 06.00 (a) lampu akan padam (b). Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9: Hasil Pengujian IV

Setelah itu pada penunjukan >pukul 06.00 WITA (a) sampai <pukul 18.00 WITA (b) rangkaian utama *standby* ditunjukkan pada Gambar 10. Dalam kondisi ini lampu padam dan rangkaian utama tetap beroperasi dengan tetap melakukan akumulasi konsumsi daya listrik, selain itu juga untuk memungkinkan digunakan diluar operasi normal yang dapat dioperasikan sewaktu-waktu sebagai *monitoring* oleh *user* yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10: Kondisi Rangkaian Utama *Standby*.

2. Pengujian *Monitoring* Konsumsi Listrik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akumulasi konsumsi daya listrik dapat di *data logger* serta mengirim dan menerima layanan SMS. Proses pengujian yang dilakukan dimulai dari Pengujian I yaitu melakukan *data logger* konsumsi daya listrik pada rancang bangun alat sebagai kontrol waktu penyalan lampu yang dioperasikan selama 3 (tiga) hari berturut-turut. Pengujian II mengirim informasi dari LPJU ke *user* dan Pengujian III melakukan permintaan informasi dari *user* ke LPJU.

a. Pengujian I :

Pengujian ini melakukan *data logger* akumulasi konsumsi daya listrik pada *micro SD Card* yang tersimpan secara otomatis setiap pukul 06.00 WITA. Data hasil perekaman *data logger* tersimpan dengan nama file "LOGGER.TXT" pada *micro SD card* [7]. Besar ukuran file yang digunakan dalam pengujian adalah 1KB. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11: Hasil Pengujian I (File Hasil *Data Logger*)

Akumulasi pengukuran konsumsi listrik pada pemodelan sistem rancang bangun alat yang dioperasikan selama 3 hari yang tersimpan pada *data logger* sebesar adalah 1,6135 kWh.

b. Pengujian II :

Pengujian ini melakukan pengiriman informasi dari LPJU ke *user* berupa pengiriman pesan SMS dengan informasi data akumulasi kWh oleh modul GSM ke nomor telepon *user* yang telah diprogramkan sebelumnya. Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada Gambar 12.



Gambar 7: Hasil Pengujian II

c. Pengujian III

Pengujian ini melakukan permintaan informasi sewaktu-waktu oleh *user* ke LPJU diluar operasi normal dengan mengirim SMS sesuai dengan format SMS "lapor". Berikut hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8: Hasil Pengujian III

Berdasarkan pengujian pemodelan sistem yang dilakukan, realisasi rancang bangun alat kontrol dan *monitoring* konsumsi daya listrik berbasis mikrokontroler ATMega 2560 dapat beroperasi dengan baik sebagai kontrol penyalan lampu menggunakan *timer* dan sensor cahaya sebagai indikator penyalan lampu serta sebagai *monitoring* konsumsi daya listrik menggunakan layanan SMS. Keterbatasan dan kelemahan rancang bangun alat pada penelitian ini adalah hanya dapat beroperasi pada jaringan listrik PLN menyala dan beroperasi normal. Perancangan *prototype* pada 1 (satu) sumber sistem LPJU yang menggunakan LED DC dengan hasil pengujian yang dilakukan saat melakukan *dimmer* kuat



pencahayaan hanya dapat menurun sebesar dengan nilai PWM 50% dan tidak mengalami penghematan konsumsi daya listrik.

V. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Realisasi rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak dapat berfungsi serta beroperasi dengan baik sesuai perancangan dan pengujian yang dilakukan.
2. Rancang bangun alat dapat melakukan kontrol lampu penyalaaan dengan mengatur kuat pencahayaan lampu, dimana pada pukul 18.00 WITA lampu menyala *dimmer* pada nilai bit sensor cahaya <500, kemudian lampu akan menyala maksimal saat nilai bit sensor cahaya <200. Kemudian dapat melakukan penurunan kuat pencahayaan lampu pada >pukul 00.00 WITA sampai <pukul 04.00 WITA dan meningkatkan kembali kuat pencahayaan lampu maksimal pada >pukul 04.00 WITA sampai dengan pukul 06.00 WITA juga dapat mengatur waktu padam lampu pada >pukul 06.00 WITA sampai dengan <pukul 18.00 WITA.
3. Kuat pencahayaan lampu pada jenis lampu yang digunakan dengan pengaruh perubahan nilai PWM 100% adalah 45,3 lux, PWM 50% adalah 33,7 lux dan PWM 0% adalah 0 lux. Penurunan kuat pencahayaan lampu saat menyala maksimal dengan lampu *dimmer* adalah 11,6 lux.
4. Perubahan nilai PWM terhadap kuat pencahayaan lampu antara <50% sampai dengan >0% mempengaruhi kondisi nyala lampu yaitu berkedip. Hal ini dikarenakan adanya minimal sumber tegangan pada lampu.
5. *Monitoring* menggunakan layanan SMS dari LPJU ke *user* dan *user* ke LPJU dapat direalisasikan.

REFERENSI

- [1] Dinas Perhubungan Kota Denpasar. *Studi Jaringan LPJU Kota Denpasar*. CV. Penjor Dewata Utama.. 2017.
- [2] W Timotius. Efisiensi Penerangan Jalan Umum Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Mikrokontroler. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IX*. Semarang: Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana. 2014.
- [3] T Syamsuri. Kontrol Lampu Jalan Untuk Menghemat Energi. *Prosiding SENTIA ,Volume 7 –ISSN:2085-2347*. Malang : Politeknik Negeri Malang. 2015.
- [4] Sanjaya M, Cok Gede Indra Partha dan Duman Care Khrisne, “Rancang Bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual Pada Solar Cell”, *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.16, No.03, September-Desember. Universitas Udayana. 2017.
- [5] Parmana I.W.R, Cok Gede Indra Partha, Ngakan Putu Satriya Utama, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus Beban Pada Gardu Distribusi Menggunakan Short Message Service”. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol.17, No.1, Januari-April. Universitas Udayana. 2018.
- [6] Suardiana I.M.N, I Gusti Agung Putu Raka Agung, Pratolo Rahardjo, “Rancang Bangun Sistem Pembacaan Jumlah Konsumsi Air Pelanggan PDAM Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Dilengkapi Sms”. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol.16, No.1, Januari-April. Universitas Udayana. 2017.
- [7] Rudito Prayogo. Pengaturan PWM (*Pulse Width Modulation*) dengan PLC. Malang. Universitas Brawijaya. 2012.
- [8] Cekdini & Barlian. 2013. Rangkaian Listrik. Yogyakarta.
- [9] Wall R. *A Report On The Properties Of The YHDC Current Transformer and Its Suitability For Use With The Open Energy Monitor*. 2018
- [10] PT.PLN (Persero). Instrumen dan Pengukuran Listrik. <https://www.slideshare.net>.