

SAKLAR OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENGURANGI PENGUNAAN ENERGI LISTRIK

I Made Agus Mahardiananta¹, I Made Aditya Nugraha^{2*}, Putu Aries Ridhana Arimbawa³, Dewa Ngakan Gde Tisna Prayoga⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Bisnis, Sosial, Teknologi dan Humaniora,
Universitas Bali Internasional

Jl. Seroja Gang Jeruk No.9A, Denpasar, Indonesia

² Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang
Kementerian Kelautan dan Perikanan

Jl. Kampung Baru, Pelabuhan Ferry Bolok, Kupang Barat Nusa Tenggara Timur, Indonesia

e-mail: agusmahar28@yahoo.com¹, made.nugraha@kpp.go.id², arisridhana@yahoo.com³
dewatisna48@gmail.com⁴

Received : January, 2021

Accepted : February, 2021

Published : April, 2021

Abstract

The use of electrical energy that is often encountered in households is leaving the house with the lights on, leaving electronic goods stuck in the socket, charging cell phones overnight and turning on the air conditioner when no one is around. This unwise behavior will result in a high increase in the use of electrical energy. To reduce this unwise behavior, a device made that functions as a switch to cut off electrical energy automatically when leave the room. This tool uses an Arduino Uno microcontroller with a Passive Infrared Receiver sensor to flow electrical energy when enter the room and cut off electrical energy when leaving the room. It can be concluded that the use of an automatic switch can reduce electrical energy consumption. Automatic switches with a delay of 20 seconds compared to conventional switches have a significant ratio of electrical energy consumption as indicated by the test results of a multiple ratio of 0.00 with a test level of less than 0.05. Using an automatic switch with a 20 second delay results in savings in electrical energy consumption of 48.76% of the electrical energy consumption using conventional switches.

Keywords: *Passive Infrared Recivier Sensor, Automatic Switch, Electrical Energy*

Abstrak

Penggunaan energi listrik yang sering ditemui pada rumah tangga yaitu meninggalkan rumah dalam keadaan lampu menyala, membiarkan barang elektronik tetap menancap di stop kontak, mengisi daya ponsel semalaman dan menyalakan alat pendingin ruangan saat tidak ada orang. Perilaku tidak bijak ini akan mengakibatkan penggunaan energi listrik meningkat tinggi. Untuk mengurangi perilaku yang tidak bijak ini dibuat alat yang berfungsi sebagai saklar untuk memutus energi listrik secara otomatis ketika kita meninggalkan ruangan. Alat ini menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan sensor Passive Infrared Receiver untuk mengalirkan energi listrik saat kita masuk ruangan dan memutus energi listrik disaat meninggalkan ruangan. Dapat disimpulkan penggunaan saklar otomatis dapat mengurangi konsumsi energi listrik. Saklar otomatis dengan delay 20 detik dibandingkan dengan saklar konvensional mempunyai perbandingan konsumsi energi listrik yang signifikan ditunjukkan dengan hasil pengujian perbandingan berganda 0,00 dengan level pengujian kurang dari 0,05. Penggunaan saklar otomatis dengan delay 20 detik menghasilkan penghematan konsumsi energi listrik sebesar 48,76 % dari konsumsi energi listrik menggunakan saklar konvensional.

Kata Kunci: *Sensor Passive Infrared Recivier, Saklar Otomatis, Energi Listrik*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia saat ini, dimana hampir seluruh kegiatan aktivitas manusia berhubungan dengan energi listrik [1][2]. Listrik merupakan energi yang banyak dibutuhkan karena mudah dalam penyaluran dan dapat diubah ke bentuk energi lainnya. Listrik menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat baik dalam bidang industri maupun rumah tangga [3][4][5].

Penggunaan alat-alat listrik memerlukan arus listrik yang dihasilkan dari sumber energi. PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan listrik terbesar di Indonesia, dimana energi listrik yang dibangkitkan menggunakan bahan bakar fosil. Dengan konsumsi yang terus meningkat, diperkirakan dalam 10-15 tahun ke depan Indonesia akan mengalami krisis listrik [6][7][8][9][10].

Jumlah kebutuhan energi listrik nasional meningkat setiap tahun untuk sektor rumah tangga, komersial, dan publik. Pertumbuhan penjualan energi listrik PLN disetiap sektor pada tahun 2016 untuk sektor rumah tangga sebesar 43,35%, komersial 18,55%, publik 6,55% dan industri sebesar 31,55%. Sedangkan jumlah pelanggan pada tahun 2017 untuk sektor rumah tangga sebesar 44,26 %, komersial 2,42 %, publik 1,29 % dan industri 52,02 %. Berdasarkan data tersebut kebutuhan energi listrik terus meningkat [11].

Pengguna listrik rumah tangga memiliki pengaruh yang tinggi terhadap konsumsi energi listrik nasional dengan jumlah mencapai 43,35% dan pemakaiannya juga selalu meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan penggunaan ini dipicu oleh meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan penduduk. Meningkatnya pertumbuhan ekonomi ini yang menjadi pendorong peningkatan akan kebutuhan peralatan listrik seperti AC, TV dan sebagainya, hal ini akan berbanding lurus dengan permintaan akan energi listrik [12][13].

Dikutip dari harian kompas tentang pemborosan masyarakat akan penggunaan energi listrik yang harus diakhiri untuk menekan laju konsumsi. Hal ini disampaikan oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Selain pertumbuhan ekonomi masyarakat, penggunaan listrik yang tidak bijak tentu saja akan berdampak pada tingginya

penggunaan energi listrik. Penggunaan energi listrik yang sering ditemui pada rumah tangga yaitu meninggalkan rumah dalam keadaan lampu menyala, membiarkan barang elektronik tetap menancap di stop kontak, mengisi daya ponsel semalaman dan menyalakan alat pendingin ruangan saat tidak ada orang. Perilaku tidak bijak ini mengakibatkan penggunaan energi listrik meningkat tinggi. Penggunaan energi listrik yang tinggi mempengaruhi persediaan energi listrik, karena persediaan jumlahnya lebih sedikit dibanding dengan kebutuhan [14][15][16][17][18].

Untuk mengurangi perilaku yang tidak baik terhadap penggunaan energi listrik telah dilakukan beberapa penelitian. Penelitian pertama tentang sistem kontrol penyalakan lampu ruangan berdasarkan pendeteksian ada tidaknya orang di dalam ruangan. Jarak waktu respon dari sensor PIR KC7783R, dimana sensor hanya dapat mendeteksi objek selama 5,37 detik dan jarak maksimum yang dapat di deteksi sensor PIR adalah 4,3 meter pada sudut 0° (lurus dari depan sensor), dan 2 meter pada sudut 30° (ke kiri dan ke kanan). Hal ini menjadi kelemahan ketika digunakan pada ruangan yang memiliki panjang dan lebar lebih dari 4,3meter[19]. Penelitian lain tentang perancangan sistem keamanan rumah menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) berbasis mikrokontroler, dimana pengaman ini akan bekerja jika sensor PIR mendeteksi adanya manusia yang tidak di inginkan masuk kedalam rumah, dan selanjutnya mikrokontroler memproses dan memerintahkan ponsel 1 untuk mengirimkan tanda bahaya berupa SMS [20].

Berdasar dari latar belakang dan penelitian yang telah dibuat, maka pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang berfungsi sebagai saklar untuk memutus energi listrik secara otomatis ketika kita meninggalkan ruangan. Alat ini menggunakan sensor PIR dan mikrokontroler arduino uno untuk mengalirkan energi listrik saat kita masuk ruangan dan memutus energi listrik disaat meninggalkan ruangan. Dengan demikian diharapkan dapat mengurangi penggunaan energi listrik masyarakat yang diakibatkan oleh penggunaan yang tidak bijak.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D). Langkah penelitian terdiri atas temuan penelitian alat yang akan dikembangkan dan melakukan uji coba lapangan sesuai dengan latar dimana alat akan dipakai. Penelitian ini dilakukan oleh empat orang, dimana keempat orang ini berlatar belakang teknik elektro. Keempat peneliti memiliki tugas yang sama pada penelitian ini. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah arduino uno, sensor PIR, relay dan power supply. Alat ini dibuat di Laboratorium Teknik Elektromedik, Institut Ilmu Kesehatan Medika Persada Bali selama 1 bulan. Uji coba dilakukan selama 3 bulan. Sensor PIR yang digunakan HC-SR501 dengan spesifikasi tegangan input DC 4,5 – 20V, arus statis 50 mikro amper, sudut 110° dan jarak 7 meter[21].

Pengukuran dilakukan selama 3 bulan yaitu dari bulan April sampai dengan Juni 2019. Pengukuran konsumsi energi listrik dengan saklar konvensional dilakukan selama 21 hari, saklar otomatis dengan *delay* 20 detik dilakukan selama 21 hari, dan dengan saklar otomatis dengan *delay* 40 detik dilakukan selama 21 hari. Alat ini digunakan untuk mengatur penggunaan energi listrik dimana perilaku mahasiswa yang lupa mematikan lampu toilet. Hal tersebut merupakan hal kecil yang dapat mengakibatkan pemborosan energi listrik. Beban listrik yang terhubung dengan alat ini adalah 3 buah lampu Philips Tornado dengan daya masing-masing sebesar 24 Watt dan 1 buah *Exhaust Fan* merk CKE tipe EFC 14/350 dengan daya 150 Watt. Total daya yang diatur adalah sebesar 222 Watt. Analisis data hasil penelitian dilakukan dengan uji statistik. Uji statistik pertama dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas, kemudian dilakukan uji non-parametrik dengan *kruskal-wallis test*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alat Saklar Otomatis Berbasis Mikrokontroler

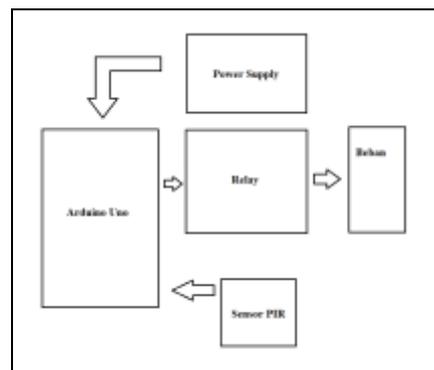
Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat saklar otomatis berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur penggunaan energi

listrik. Adapun bentuk alat yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 1.

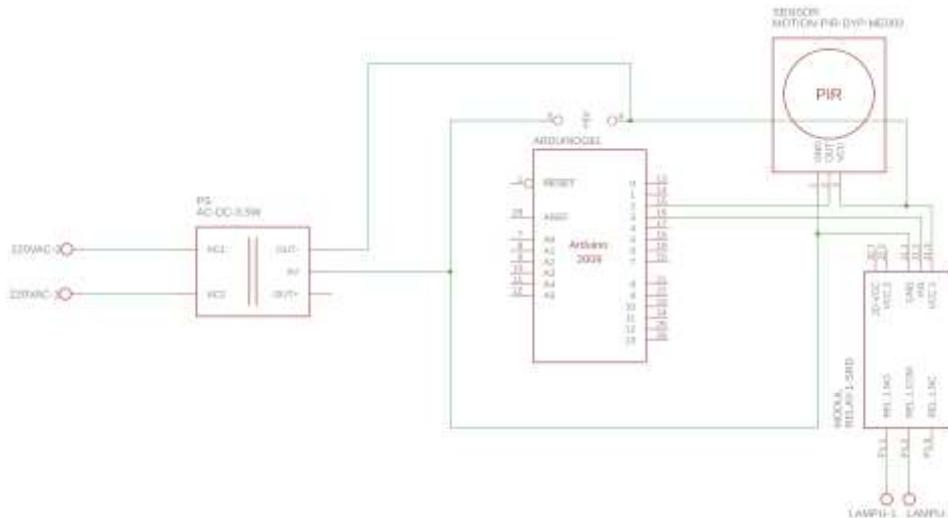


Gambar 1. Saklar Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Saklar otomatis berbasis mikrokontroler bekerja dengan memanfaatkan sensor Pir sebagai pembaca gerakan manusia. Pembacaan dari sensor dikirimkan dan diproses ke mikrokontroler Arduino Uno agar relay bekerja sesuai dengan program yang telah diatur. Sensor pir membaca keberadaan manusia dengan menerima pancaran infra merah dengan panjang gelombang antara 9-10 mikrometer. Arduino uno yang telah memiliki program yang telah *input* sebelumnya akan memproses deteksi oleh pir tersebut yang akan menghidupkan relay yang akan memberikan energi listrik kepada beban. Gambar 2 dan 3 merupakan blok diagram dan rangkaian skematik dari alat ini.



Gambar 2. Blok Diagram Saklar Otomatis Berbasis Mikrokontroler



Gambar 3. Rangkaian Skematik Saklar Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Tabel 1 : Data Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

No	Hari Pengukuran	Minggu ke-	Penggunaan Energi Listrik (kWh)		
			Saklar Konvensional	Saklar Otomatis Dengan Delay 20 Detik	Saklar Otomatis Dengan Delay 40 Detik
1	Senin	1	0,44	0,09	0,22
2	Selasa	1	0,47	0,08	0,21
3	Rabu	1	0,40	0,08	0,20
4	Kamis	1	0,33	0,05	0,18
5	Jumat	1	0,51	0,10	0,24
6	Sabtu	1	0,18	0,02	0,09
7	Minggu	1	0,00	0,00	0,00
8	Senin	2	0,47	0,08	0,23
9	Selasa	2	0,49	0,10	0,24
10	Rabu	2	0,38	0,08	0,17
11	Kamis	2	0,53	0,13	0,27
12	Jumat	2	0,58	0,12	0,29
13	Sabtu	2	0,20	0,03	0,10
14	Minggu	2	0,00	0,00	0,00
15	Senin	3	0,49	0,10	0,22
16	Selasa	3	0,56	0,11	0,28
17	Rabu	3	0,62	0,12	0,29
18	Kamis	3	0,51	0,90	0,26
19	Jumat	3	0,44	0,07	0,21
20	Sabtu	3	0,11	0,02	0,06
21	Minggu	3	0,00	0,00	0,00
Rata-Rata			0,37	0,11	0,18

3.2 Data Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

Tabel 1 merupakan pengukuran konsumsi energi listrik yang telah dilakukan selama 3 bulan dengan saklar konvensional, saklar otomatis dengan *delay* 20 detik dan *delay* 40

detik. Perbandingan rata-rata penggunaan energi listrik untuk saklar konvensional, saklar otomatis dengan delay 20 detik dan delay 40 adalah sebesar 0.37 kW, 0,11 kWh, dan 0,18 kWh.

3.3 Data Hasil Uji Statistik

Tabel 2 merupakan pengukuran konsumsi energi listrik saat menggunakan saklar konvensional dilakukan pengukuran selama 21 hari didapatkan rata-rata konsumsi energinya adalah sebesar 0,37 kWh dengan simpangan baku sebesar 0,20147. Pengukuran konsumsi energi listrik saat menggunakan saklar otomatis dengan delay 20 detik dilakukan pengukuran selama 21 hari didapatkan rata-rata konsumsi energinya adalah sebesar 0,11 kWh dengan simpangan baku sebesar 0,18615. Pengukuran konsumsi energi listrik saat menggunakan saklar otomatis dengan delay 40 detik dilakukan pengukuran selama 21 hari didapatkan rata-rata konsumsi energinya adalah sebesar 0,18 kWh dengan simpangan baku sebesar 0,09746. Kemudian dilakukan uji asumsi yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji ini dilakukan untuk melakukan pengujian selanjutnya. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 3.

Pada uji normalitas data pada hasil pengukuran konsumsi energi listrik dengan saklar konvensional sebesar 0,007. Pada hasil pengukuran konsumsi energi listrik dengan saklar otomatis dengan delay 20 detik sebesar 0,000 dan pada saklar otomatis dengan delay 40 detik sebesar 0,008. Berdasarkan hasil uji ini data tidak terdistribusi normal karena ada nilai hasil yang kurang dari 0,05. Untuk hasil uji homogenitas didapatnya hasil seperti Tabel 4.

Pada uji ini didapatkan hasil uji homogenitas yaitu 0,029 lebih kecil dari 0,05 sehingga data tidak homogen. Pada uji asumsi hasil yang didapatkan data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen maka selanjutnya dilakukan uji non parametrik. Untuk selanjutnya dilakukan uji non parametrik dengan *Kruskal-Wallis Test*. Pada uji ini didapatkan hasil perbedaan yang signifikan pada setiap saklar, ditunjukkan dengan hasil uji lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 2 : Hasil Uji Statistik

	N	Mean	Standar Deviation	Standar Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Konvensional	21	0,37	0,20147	0,04397	0,2754	0,4589	0,00	0,62
Delay 20 detik	21	0,11	0,18615	0,04062	0,0238	0,1933	0,00	0,90
Delay 40 detik	21	0,18	0,09746	0,02127	0,1347	0,2234	0,00	0,29
Total	63	0,2183	0,19860	0,02502	0,1682	0,2683	0,00	0,90

Tabel 3 : Uji Normalitas

Saklar		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Significance	Statistic	df	Significance
kWh	Konvensional	0,213	21	0,014	0,862	21	0,007
	Delay 20 detik	0,407	21	0,000	0,431	21	0,000
	Delay 40 detik	0,204	21	0,022	0,865	21	0,008

Tabel 4 : Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Significance
kWh	Based on Mean	3,769	2	60	0,029
	Based on Median	2,344	2	60	0,105
	Based on Median and with adjusted df	2,344	2	45,965	0,107
	Based on trimmed mean	3,631	2	60	0,032

Tabel 5 : Uji Non Parametrik dengan *Kruskal-Wallis Test*

	kWh
<i>Chi-Square</i>	19,234
<i>df</i>	2
<i>Asymp. Significance</i>	0,000

Tabel 6 : Uji Perbandingan Berganda

<i>Sampel 1- Sampel 2</i>	<i>Test Statistic</i>	<i>Standar Error</i>	<i>Standar Test Statistic</i>	<i>Significance</i>	<i>Adj. Significance</i>
Delay 20 detik-Delay 40 detik	-12,167	5,646	-2,155	0,031	0,094
Delay 20 detik-Konvensional	24,762	5,646	4,385	0,000	0,000
Delay 40 detik-Konvensional	12,595	5,646	2,231	0,026	0,077

Tabel 7 : Konsumsi Energi Listrik

No.	Jenis Saklar	Jumlah pengukuran	Rata-rata Konsumsi Energi Listrik (kWh)	Waktu Hidup Beban (Jam)
1	Konvensional	21	0.37	1,65
2	Delay 20 detik	21	0.11	0,49
3	Delay 40 detik	21	0.18	0,81

Tabel 8 : Uji Perbandingan Berganda

<i>Sampel 1- Sampel 2</i>	<i>Test Statistic</i>	<i>Standar Error</i>	<i>Standar Test Statistic</i>	<i>Significance</i>	<i>Adj. Significance</i>
Delay 20 detik-Delay 40 detik	-12,167	5,646	-2,155	0,031	0,094
Delay 20 detik-Konvensional	24,762	5,646	4,385	0,000	0,000
Delay 40 detik-Konvensional	12,595	5,646	2,231	0,026	0,077

Hasil pengujian Non Parametrik Dengan *Kruskal-Wallis Test* didapatkan perbedaan yang signifikan pada setiap saklar, maka dilakukan uji perbandingan berganda. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel 5. Hasil pengujian perbandingan berganda didapatkan perbandingan antara saklar *delay* 20 detik - *delay* 40 detik dan *delay* 40 detik-konvensional hasil tidak signifikan. Saklar *delay* 20 detik - konvensional mempunyai perbandingan konsumsi energi listrik yang signifikan ditunjukkan dengan hasil pengujian yang kurang dari 0,05.

3.4 Pembahasan

Tabel 7 adalah hasil pengukuran konsumsi energi listrik selama 21 hari. Pada hasil penelitian dapat dilihat konsumsi energi listrik menggunakan saklar konvensional rata-rata

penggunaan energi listriknya lebih besar dibandingkan saklar otomatis, yaitu 0.37 kWh [19]. Pada saklar konvensional diperoleh rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 0,37 kWh/hari dengan beban sebesar 222 Watt dengan rata-rata beban hidup selama 1,65 jam. Pada saklar otomatis dengan *delay* 20 detik rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 0,1086 kWh/hari dengan beban sebesar 222 Watt dengan rata-rata beban hidup selama 0,49 jam. Pada saklar otomatis dengan *delay* 40 detik rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 0,18kWh/hari dengan beban sebesar 222 Watt dengan rata-rata beban hidup selama 0,81 jam. Perbedaan waktu hidup beban menggunakan saklar konvensional dengan menggunakan saklar otomatis disebabkan oleh perilaku manusia, yaitu mahasiswa yang tidak bijak. Dalam hal ini perilaku tersebut adalah setelah

menggunakan toilet beban tidak dimatikan. Hal tersebut yang menyebabkan waktu penggunaan beban yang tinggi pada saklar konvensional. Lamanya waktu hidup beban akan mengakibatkan meningkatnya konsumsi energi listrik [19]. Penggunaan saklar otomatis dengan *delay* 20 detik menghasilkan penghematan konsumsi energi listrik sebesar 48,76 % dari konsumsi energi listrik menggunakan saklar konvensional. Penggunaan saklar otomatis dengan *delay* 40 detik menghasilkan penghematan konsumsi energi listrik sebesar 29,58 % dari konsumsi energi listrik menggunakan saklar konvensional.

Hasil pengujian perbandingan berganda didapatkan perbandingan antara saklar *delay* 20 detik - *delay* 40 detik dan *delay* 40 detik - konvensional hasil tidak signifikan. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel 8. Saklar *delay* 20 detik - Konvensional mempunyai perbandingan konsumsi energi listrik yang signifikan ditunjukkan dengan hasil pengujian yang $< 0,05$. Konsumsi energi listrik dengan menggunakan saklar otomatis dengan *delay* 20 detik dan *delay* 40 detik terdapat perbedaan. Dimana konsumsi energi listrik dengan menggunakan saklar otomatis dengan *delay* 40 detik lebih besar dibandingkan dengan menggunakan saklar otomatis dengan *delay* 20 detik [19]. Hal ini disebabkan oleh ketika penggunaan toilet selama 43 detik maka alat akan bekerja selama 80 detik. Jika menggunakan *delay* 20 detik maka alat akan bekerja selama 60 detik. Hal tersebut yang membuat penggunaan energi listrik pada saklar otomatis dengan *delay* 40 konsumsi energi listriknya lebih besar dibandingkan saklar otomatis dengan *delay* 20 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan penggunaan saklar otomatis dapat mengurangi konsumsi energi listrik dibandingkan dengan penggunaan saklar konvensional yang diakibatkan oleh penggunaan energi listrik yang tidak bijak. Saklar otomatis dengan *delay* 20 detik dibandingkan dengan saklar konvensional mempunyai perbandingan konsumsi energi listrik yang signifikan ditunjukkan dengan hasil pengujian perbandingan berganda 0,00 dengan level pengujian $< 0,05$. Penggunaan saklar otomatis dengan *delay* 20 detik menghasilkan penghematan konsumsi energi listrik sebesar

48,76 % dari konsumsi energi listrik menggunakan saklar konvensional.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada kampus Institut Ilmu Kesehatan Medika Persada Bali dan LPPM karena sudah memberikan bantuan materiil sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Nugraha, I. Giriantari, I. Kumara. "Studi Dampak Ekonomi dan Sosial PLTS Sebagai Listrik Pedesaan Terhadap Masyarakat Desa Ban Kubu Karangasem," *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, Bali, 2013.
- [2] I. Nugraha, P. Ridhana, K. Listuayu. "Optimalisasi Pemasangan Panel Solar Home System Untuk Kehidupan Masyarakat Pedesaan di Ban Kubu Karangasem," *Majalah Ilmiah Elektro*, Vol 17 No. 1, pp. 116 – 123. 2018.
- [3] I. Nugraha, P. Ridhana. "Solar Home System Dapat Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Desa Ban di Bali," *Bali Health Journal*, Vol. 3 No.1, pp. 21 – 26. 2019.
- [4] I. Nugraha. "Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur," *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, Vol. 4 No.1, pp. 101 – 110. 2020.
- [5] I. Nugraha, I. Desnanjaya, L. Serihollo, J. Siregar. "Perancangan Hybrid System PLTS dan Generator Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Tambak Udang Vaname: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 19 No.1, pp. 121 – 125. 2020.
- [6] Suharyati, S. H. Pabudi, J. L. Wibowo, N. I. Pratiwi. *Indonesia Energy Outlook 2019*, Jakarta: Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2019.
- [7] K. Ahadi, M.A. Irsyad, T. Anggono. "Simulasi Potensi Penghematan Energi Listrik Pada Penerapan Jalan Umum dengan Menggunakan Teknologi Lampu LED," *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, Vol. 17 No. 1, pp. 31 – 42. 2018.

- [8] IGMN Desnanjaya, IWD Pranata. "Optimasi Penggunaan Selection Untuk Penghematan Energi Listrik" *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Vol 17. No. 1, pp. 11 – 22. 2020.
- [9] A. R. Sihombing. "Penghematan Energi Untuk Lampu dan Pendingin Ruangan (AC) Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Metode Decision Tree," S1, Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [10] I Mahardiananta, P. Ridhana, D Santiari. "Perhitungan Drop Tegangan Sistem Distribusi Menggunakan Metode Aliran Daya," *Jurnal Resistor*, Vol. 3 No.1, pp. 13 - 18. 2020
- [11] K. Oktaviani, A. Supriadi, A. W. Kencono, B. E. Prasetyo, T. N. Kurniasih, C. B. Kurniadi, F. Kurniawan, Y. Alwendra, Q. Rabbani, R. Aprililia, I. Setiadi, D. Anggreani. *Manajemen Rantai Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Nasional*, Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016.
- [12] J. Jamal, FD. Marlina, D. Dwi. "Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi Listrik Pada Bagian Produksi di PT. EPFM Makasar," *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, Vol. 17 No.1, pp. 42 -47. 2019.
- [13] A.N. Setya, A. Agung. "Efisiensi Energi Listrik Dalam Upaya Meningkatkan Power Quality dan Penghematan Energi Listrik di Gedung Universitas Ciputra (UC) Apartment Surabaya," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 6 No. 3, pp. 193 -202. 2017.
- [14] Y. Agung. Perilaku Boros Listrik Harus Diakhiri. Kompas, (27 April 2008) <https://amp.kompas.com/nasional/read/2008/04/27/20211444/~Sains~Umum>
- [15] S. I. Purwanti. "Rancang Bangun Smart Class Untuk Menghemat Pemakaian Listrik Menggunakan Arduino Mega 2560," *eJurnal "Mahasiswa" Informatika dan Telekomunikasi*, Vol. 2 No.2, pp. 40 – 49. 2020.
- [16] Y. Harnowo. "Rancang Bangun Pembatas Energi Pada Beban Peralatan Listrik Rumah Kos Menggunakan Mikrokontroler Arduiono Dengan Input Penggunaan Daya Listrik (Watt)," S1, Fakultas Teknik UM, 2019.
- [17] W. Heryanto. "Modul Portable Rumah Ceras Untuk Penghematan Penggunaan Energi Listrik Pada Perangkat AC Menggunakan Arduino UNO Dan Sensor Ping Sebagai Pengontrol," S2, Universitas Pendidikan Ganesha, 2020.
- [18] J. Parhan, R. Rasyid. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Kipas Angin dan Lampu Otomatis di Dalam Ruang Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Multisensor," *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7 No. 2, pp. 159 - 165. 2018.
- [19] G. Otomo, Wildian. "Sistem Kontrol Penyalaaan Lampu Ruang Berdasarkan Pendeteksian Ada Tidaknya Orang di Dalam Ruang," *Jurnal Fisika Undad*, Vol. 2 No. 4, 2013.
- [20] P. Wibowo. "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, Vol. 4 no. 2 pp. 36 – 43. 2018
- [21] *Datasheet HC-SR501 PIR Motion Detector, Components101, 2017*