

Sistem Kontrol Lampu Otomatis dan Peringatan Barang Bawaan Yang Tertinggal di Toilet Umum

Rini Anggriani*, Meqorry Yusfi, Rahmat Rasyid

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan:
Direvisi:
Diterima:

Kata kunci:

Buzzer
Load Cell
PIR
Relay

Keywords:

Buzzer
Load Cell
PIR
Relay

Penulis Korespondensi:

Rini Anggriani
Email: rinianggriani126@gmail.com

ABSTRAK

Telah dibuat sistem kontrol lampu otomatis dan peringatan barang bawaan yang tertinggal di toilet umum. Sistem ini berfungsi sebagai sistem kontrol lampu yang dapat menghemat penggunaan energi listrik dan memberikan notifikasi peringatan jika ada barang bawaan pengguna toilet umum yang tertinggal. Sistem ini menggunakan sensor *Passive Infrared* (PIR) sebagai pendeteksi sinar inframerah dari pengguna toilet, sensor *load cell* sebagai pendeteksi barang bawaan, *relay* sebagai sakelar otomatis yang akan menyalakan atau mematikan lampu dan *buzzer* sebagai komponen yang akan mengeluarkan bunyi notifikasi ketika ada barang bawaan yang tertinggal. Lampu akan menyala secara otomatis jika sensor PIR menerima pancaran sinar inframerah dari pengguna toilet. *Buzzer* akan berbunyi jika ada barang bawaan yang tertinggal di atas penampang *load cell* dan lampu dalam keadaan mati. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensor PIR mampu menangkap pancaran sinar inframerah hingga jarak 8 m dengan sudut bacaan maksimal 70° untuk sisi kiri dan sisi kanan. Barang bawaan yang dapat dideteksi oleh sensor *load cell* yaitu dari 10 g hingga 20 kg dengan persentase *error* rata-rata 0,98%. Rangkaian keseluruhan pada sistem ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah pada program perangkat lunak.

An automatic light control system and left luggage alert in public toilets have been made. This system functions as a light control system that can save the use of electrical energy and can provide warning notifications if a public toilets user's belongings are left behind. The system uses a Passive Infrared (PIR) as a detector of infrared light from toilet users, a load cell as a luggage detector, a relay as an automatic switch that turns on or off the light and a buzzer as a componet that can sound a notification when luggage is left behind. The light will turn on automatically if the PIR sensor receives infrared light from the toilet user. The buzzer will sound if there is luggage left on the load cell section and the light is off. The result of this study indicate that the PIR sensor is capable of capturing infrared rays up to a distance of 8 m with a maximum reading angle of 70° for left and right sides. Luggage that can be detected by the load cell sensor is from 10 g to 20 kg with an average error percentage of 0.98%. The whole series on this system can work properly according to the instructions in the software program.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu energi yang dibutuhkan dan berperan penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik tidak hanya digunakan untuk keperluan penerangan, tetapi juga untuk berbagai kegiatan di rumah tangga, kantor, industri, dll. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, maka tagihannya juga akan meningkat oleh karena itu perlu dilakukan penghematan energi listrik. Penghematan energi listrik pada sebuah bangunan dapat dilakukan dengan mengatur penggunaan perangkat elektronik yang sering digunakan. Tetapi pada kenyataannya, permasalahan yang sering dialami jika menggunakan saklar kontak *on/off* manual adalah pada saat menghidupkan atau mematikan lampu tidak pada jam yang sama karena kelalaian manusia sehingga pemakaian daya listrik tidak terkontrol dengan baik (Maharmi *et al.*, 2018). Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa pemborosan energi listrik yang secara umum terjadi disebabkan oleh manusia sebesar 80% (Kementrian ESDM, 2015).

Pada sebuah bangunan, selain penghematan energi listrik sistem keamanannya juga perlu diperhatikan, terutama pada fasilitas umum yang berhubungan dengan banyak orang. Beraktifitas di tempat umum seperti toilet mengharuskan kita untuk peka terhadap hak dan kebutuhan orang lain yang akan menggunakannya juga. Oleh karena itu, beberapa pengguna toilet umum sering terburu-buru dan lupa akan barang bawaannya. Hal ini dapat memicu terjadinya tindakan kriminalitas seperti pencurian dan hal-hal yang tidak diinginkan.

Perancangan mengenai penerangan otomatis telah dilakukan oleh (Sofyanti *et al.*, 2018) menggunakan sensor *Passive Infrared* (PIR) yang dikendalikan menggunakan Arduino Uno. Dengan mengontrol penerangan secara otomatis dapat menghemat penggunaan energi listrik. Dari hasil perbandingan pengujian bahwa ketika menggunakan sensor PIR energi listrik yang terpakai selama 10 jam adalah 4,815 Wh sedangkan ketika menggunakan sakelar manual energi listrik terpakai 6,372 Wh sehingga energi listrik yang mampu dihemat sebesar 1,557 Wh. (Arifin, 2013) melakukan penelitian pendeteksian makhluk hidup di dalam ruangan menggunakan sensor PIR. Didapatkan hasil bahwa cakupan yang dapat dijangkau sensor PIR ketika diletakan diketinggian 200 cm dari lantai dengan sudut kemiringan 75°. Manusia dapat dideteksi hingga jarak 500 cm, tikus maksimal 180 cm, kucing sejauh 230 cm dan nyala api lilin 210 cm (Arifin, 2013).

(Agmita *et al.*, 2020) telah membuat alarm toilet pengingat barang bawaan (ALLEPRAN) berbasis Mikrokontroler Arduino. ALLEPRAN akan mengaktifkan *speaker* alarm dan lampu LED jika terdapat barang bawaan yang disimpan pada tempat yang telah dipasang sensor *load cell* dan *magnetic doorswitch* pada saat pintu toilet terbuka sehingga bisa memberikan informasi barang tertinggal kepada pengguna toilet. Penelitian ini bisa mendeteksi barang bermassa 50 g hingga 10 kg sedangkan kelemahan penelitian ini yaitu *magnetic doorswitch* akan selalu aktif jika pintu dalam keadaan terbuka saat tidak ada pengguna toilet.

Dari beberapa penelitian tersebut, maka dirancanglah sebuah sistem kontrol lampu otomatis dan pengamanan barang bawaan di toilet umum menggunakan sensor PIR sebagai pendeteksi pengguna toilet, sensor *load cell* sebagai sensor massa yang mendeteksi barang bawaan dan *buzzer* sebagai alarm ketika ada barang bawaan pengguna toilet yang tertinggal. Sistem ini mirip dengan penelitian yang dilakukan (Agmita *et al.*, 2020) tetapi terdapat perbedaan yaitu pada sistem ini yang menjadi syarat untuk alarm berbunyi adalah lampu harus dalam keadaan mati sedangkan penelitian (Agmita *et al.*, 2020) adalah keadaan pintu yang terbuka.

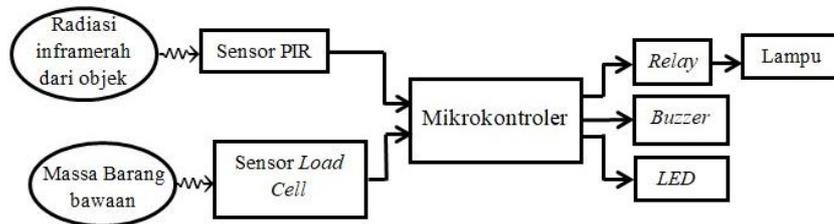
II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Departemen Fisika Universitas Andalas. Bahan yang digunakan yaitu mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor PIR, sensor *load cell* 20 kg, modul *amplifier* HX711, *relay*, *buzzer*, lampu, jumper, papan triplek, mur dan baut.

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem dibuat untuk memberikan gambaran mengenai komponen sistem, diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem kontrol lampu otomatis dan pengamanan barang bawaan di toilet umum dikendalikan oleh Mikrokontroler Arduino Uno R3. Sistem dimulai ketika sensor PIR mendeteksi adanya pancaran radiasi sinar inframerah dari pengguna toilet, data ini dikirimkan ke mikrokontroler dan diproses sehingga *relay* dapat aktif dan lampu dapat menyala

secara otomatis. Ketika ada barang bawaan pengguna toilet di atas penampung *load cell* maka *load cell* akan membaca data massa dan dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses. Setelah data diproses, mikrokontroler mengirimkan sinyal sehingga *buzzer* dan LED aktif. *Buzzer* akan mengeluarkan bunyi sebagai tanda bahwa barang bawaan pengguna toilet tertinggal.



Gambar 1 Diagram blok sistem kontrol lampu dan pengamanan barang bawaan

2.2 Perancangan dan Pengujian Sensor PIR

Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi keberadaan manusia di dalam toilet umum (Rakayama and Firmawati, 2022). Pengujian dan karakterisasi sensor PIR dilakukan menggunakan LED sebagai tanda bahwa sensor bekerja dengan baik. Pengujian yang dilakukan yaitu pengaruh jarak objek terhadap tegangan keluaran sensor, sudut jangkauan sensor, dan pengujian sensor PIR terhadap hewan yaitu cicak dan kucing.

2.3 Perancangan dan Pengujian Sensor *Load Cell*

Perancangan sensor *load cell* dilakukan dengan menghubungkan sensor *load cell* dan modul HX711 yang kemudian disambungkan dengan Arduino Uno R3. Pengujian yang dilakukan yaitu pengukuran pengaruh massa benda terhadap tegangan keluaran sensor dan data perbandingan hasil pengukuran massa menggunakan timbangan digital dengan sensor *load cell*.

2.4 Analisis Data

Setelah data didapatkan maka dilakukan analisis data. Dalam pengukuran massa benda digunakan 2 timbangan yang berbeda yaitu timbangan digital dan timbangan menggunakan sensor *load cell*, oleh karena itu diperlukan teknik analisis data untuk mengetahui persentase kesalahan pengukuran menggunakan sensor *load cell*. Besar persentase kesalahan (*error*) dapat ditentukan menggunakan Persamaan 1.

$$\% Error = \frac{\alpha_f - \alpha_i}{\alpha_f} \times 100\% \quad (1)$$

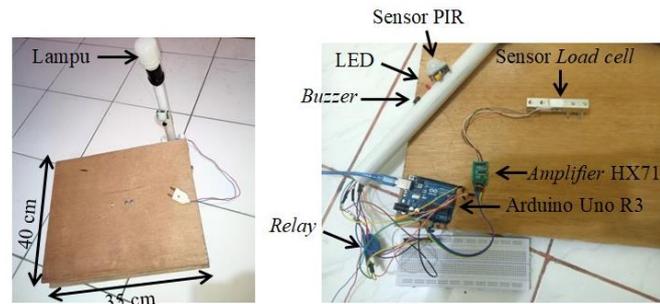
α_f adalah nilai sebenarnya pada alat ukur dan α_i adalah nilai yang diperoleh saat pengukuran. Sedangkan rata-rata persentase kesalahan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

\bar{x} adalah *error* rata-rata, $\sum x_i$ adalah jumlah persentase *error*, n adalah banyak data.

III. HASIL DAN DISKUSI

Sistem ini menggunakan beberapa komponen elektronik yang dirangkai seperti Gambar 2. Komponen yang digunakan yaitu Arduino Uno R3, sensor PIR, sensor *load cell*, *amplifier* HX711, *relay*, *buzzer*, LED dan lampu.



Gambar 2 Perangkat keras sistem secara keseluruhan

3.1 Hasil Pengujian dan Karakterisasi Sensor PIR

Karakterisasi sensor dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor. Sensor PIR merupakan sensor digital yang hanya mempunyai dua nilai keluaran yaitu *high* (1) dan *low* (0) (Alisman and Wildian, 2018). Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa sensor PIR memiliki 2 keadaan yaitu *high* (menyala) dan *low* (mati). Pada saat menyala tegangan keluaran sensor PIR yaitu 3,242 V dan 0 pada saat mati.

Tabel 1 Hasil karakterisasi tegangan *output* sensor PIR

Jarak objek terhadap sensor (m)	Kondisi sensor PIR	Tegangan Output (V)
0,3	<i>high</i>	3,242
1,0	<i>High</i>	3,242
2,0	<i>High</i>	3,242
3,0	<i>High</i>	3,242
4,0	<i>High</i>	3,242
5,0	<i>High</i>	3,242
6,0	<i>High</i>	3,242
7,0	<i>High</i>	3,242
8,0	<i>High</i>	3,242
9,0	<i>Low</i>	0

Selanjutnya juga dilakukan pengujian pembacaan sudut dan jarak jangkauan sensor PIR, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat sensor PIR mampu mendeteksi dari jarak 0,3 m hingga 8 m dengan pembacaan sudut maksimal 70° untuk sisi kiri dan sisi kanan. Pada jarak 9 m sensor PIR sudah tidak mampu mendeteksi pancaran sinar inframerah manusia lagi yang ditandai dengan keadaan lampu LED mati.

Tabel 2 Hasil pengujian sudut dan jarak jangkauan sensor PIR

Sudut	Jarak									
	0,3 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m
0°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
10°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x
20°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x
30°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x
40°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x
50°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x
60°	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
70°	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
80°	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

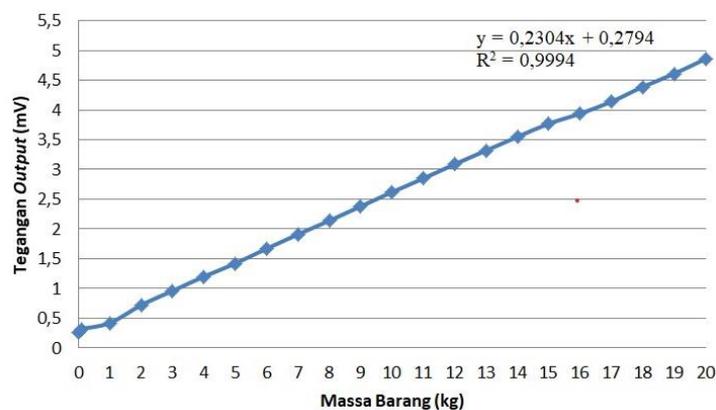
Selain pengujian terhadap manusia, juga dilakukan pengujian terhadap objek lain, hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 memperlihatkan bahwa sensor PIR juga mampu mendeteksi pancaran sinar inframerah dari kucing dan cicak yang memungkinkan untuk masuk ke dalam toilet. Keberadaan manusia mampu dideteksi hingga jarak 8 m, kucing hingga jarak 0,8 m, dan pada cicak sensor PIR hanya mampu mendeteksi maksimal jarak 0,15 m. Kucing dan cicak hanya mampu dideteksi oleh sensor PIR dalam jangkauan sudut 0° di depan sensor.

Tabel 3 Pengujian sensor PIR terhadap objek

Objek	Keadaan sensor PIR	Jarak jangkauan	Sudut
Manusia	High	8 m	70°
Kucing	High	0,8 m	0°
Cicak	High	0,15 m	0°

3.2 Hasil Pengujian dan Karakterisasi Sensor Load Cell

Pada sensor *load cell* dilakukan pengujian pengaruh massa barang bawaan terhadap tegangan *output* sensor. Hubungan antara massa barang dan tegangan *output* sensor ditunjukkan oleh Gambar 3. Pengukuran tegangan *output* dilakukan dengan cara menghubungkan sensor *load cell* dan multimeter. Tegangan *output* sensor tanpa beban sebesar 0,24 mV. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai tegangan *output* semakin besar seiring dengan bertambahnya massa barang, hal ini sesuai dengan prinsip kerja dari *strain gauge* yang terdapat pada *load cell* yaitu apabila massa beban semakin besar maka kawat atau *metal foil strain gauge* akan semakin merenggang sehingga mengakibatkan resistansi semakin besar (Indah and Wildian, 2022). Tegangan *output* akan semakin besar jika resistansi besar karena tegangan dan resistansi berbanding lurus. Grafik yang dihasilkan berbentuk linear dengan koefisien korelasi R^2 sebesar 0,9994, gradiennya 0,2304 dan tegangan *offset* 0,2794.



Gambar 3 Hubungan massa barang terhadap tegangan *output* sensor *load cell*

Pada *load cell* juga dilakukan pengujian perbandingan pengukuran massa benda dengan pembanding berupa timbangan digital. Perbandingan data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 merupakan data hasil perbandingan pengukuran menggunakan timbangan digital dengan sensor *load cell* yang dapat dilihat pada serial monitor. Nilai faktor kalibrasi yang digunakan yaitu 107,30. Nilai *error* rata-rata yang diperoleh yaitu 0,98% sehingga sensor *load cell* dapat digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4 Data perbandingan pengukuran massa benda

Massa oleh timbangan digital (kg)	Massa oleh <i>load cell</i> (g)	Error (%)	Massa oleh timbangan digital (kg)	Massa oleh <i>load cell</i> (g)	Error (%)
0,01	11	10	10,00	10081	0,81
0,10	100	0	11,00	11089	0,81
1,00	1003	0,30	12,00	12097	0,81
2,00	2018	0,90	13,00	13104	0,80
3,00	3026	0,86	14,00	14020	0,14
4,00	4034	0,85	15,00	14950	0,33
5,00	5044	0,88	16,00	15980	0,13
6,00	6049	0,82	17,00	17020	0,12
7,00	7057	0,81	18,00	18034	0,19
8,00	8063	0,79	19,00	19053	0,28
9,00	9072	0,80	20,00	19973	0,14

Error rata-rata 0,98

3.3 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

3.3.1 Pengujian Ketika Tidak Ada Barang Bawaan Yang Tertinggal

Pengujian dilakukan dengan 5 jenis barang bawaan yang berbeda, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa saat seseorang masuk ke dalam toilet maka lampu akan menyala secara otomatis yang ditandai dengan sensor PIR, lampu, dan *relay* aktif dan ketika barang bawaan diletakkan di atas penampang *load cell* maka sensornya juga akan aktif dan mampu mendeteksi adanya barang bawaan. Ketika pengguna toilet keluar dan mengambil barang bawannya maka *buzzer* dan LED akan mati yang menandakan tidak ada barang bawaan yang tertinggal.

Tabel 5 Pengujian ketika tidak ada barang bawaan yang tertinggal

Barang	Massa (g)	PIR	Load Cell	Lampu	Relay	Buzzer	LED
Handphone	186	√	√	√	√	x	x
Dompot	108	√	√	√	√	x	x
Kunci motor	53	√	√	√	√	x	x
Jam tangan	79	√	√	√	√	x	x
Kacamata	64	√	√	√	√	x	x

3.3.2 Pengujian Ketika Ada Barang Bawaan Yang Tertinggal

Pengujian dilakukan dengan 5 jenis barang bawaan yang berbeda, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6. Data pada Tabel 6 diambil ketika tidak ada orang di dalam toilet dan ada barang bawaan yang tertinggal di atas penampang *load cell*. Dari data dapat dilihat bahwa sensor PIR, lampu dan *relay* dalam keadaan mati yang artinya tidak ada pancaran sinar inframerah yang dideteksi oleh sensor PIR sedangkan sensor *load cell* aktif karena ada barang bawaan di atas penampang *load cell*. Pada saat lampu mati dan ada barang di atas penampang *load cell* sistem akan mendeteksi adanya barang bawaan yang tertinggal sehingga LED dan *buzzer* aktif sehingga dapat mengeluarkan bunyi alarm.

Tabel 6 Pengujian ketika ada barang bawaan yang tertinggal

Barang Bawaan	Massa (g)	PIR	Loadcell	Lampu	Relay	Buzzer	LED
Handphone	186	x	√	x	x	√	√
Dompot	108	x	√	x	x	√	√
Kunci motor	53	x	√	x	x	√	√
Jam tangan	79	x	√	x	x	√	√
Kacamata	64	x	√	x	x	√	√

3.3.3 Pengujian pengaruh penempatan benda terhadap keadaan *buzzer*

Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 7. Penempatan benda di atas penampang *load cell* tidak mempengaruhi kinerja sistem, di posisi manapun benda diletakkan sensor *load cell* tetap mampu mendeteksi ada atau tidak beban di atas penampangnya. *Buzzer* dan LED akan aktif ketika ada barang bawaan yang tertinggal.

Tabel 7 Pengaruh posisi benda terhadap keadaan *buzzer* dan LED

Posisi benda	Keadaan Buzzer	Keadaan LED
Di pusat massa (di tengah)	Berbunyi	Menyala
Di sudut kiri bawah	Berbunyi	Menyala
Di sudut kiri atas	Berbunyi	Menyala
Di sudut kanan bawah	Berbunyi	Menyala
Di sudut kanan atas	Berbunyi	Menyala

3.3.4 Pengujian *delay* sistem secara keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan 4 orang relawan, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8. Tabel 8 merupakan data hasil pengujian *delay* sistem secara keseluruhan yang dilakukan dengan 4 kali pengujian. Adanya *delay* saat lampu menyala disebabkan karena sensor PIR membutuhkan waktu pemanasan filamen untuk dapat bekerja dengan baik, biasanya membutuhkan waktu sekitar 1 detik hingga 60 detik (Arifin, 2013). Pada saat relawan 2 dan relawan 4 keluar dari toilet lampu terlambat mati selama beberapa detik, hal ini disebabkan karena sistem diprogram hanya akan menyala selama 10

detik dan kelipatannya setiap kali mendeteksi pancaran sinar inframerah. Setelah 10 detik lampu akan mati dan menyala lagi saat mendeteksi sinar inframerah. Jarak relawan dari toilet ketika *buzzer* aktif dipengaruhi oleh berapa lama *delay* lampu mati saat relawan keluar dari toilet.

Tabel 8 Hasil pengujian *delay* sistem secara keseluruhan

Penguji	Lama Relawan di toilet	<i>Delay</i> Lampu On ketika relawan masuk toilet	Lama Lampu Menyala	<i>Delay</i> Lampu Off setelah relawan keluar toilet	<i>Delay</i> Buzzer On setelah lampu off	Jarak Relawan dari WC ketika Buzzer On
Relawan 1	1 menit 0,51 sekon	0,51 sekon	1 menit	0 sekon	0	0 m
Relawan 2	1 menit 25,53sekon	0,39 sekon	1 menit 30 sekon	3,43 sekon	0	3,2 m
Relawan 3	2 menit 0,55 sekon	0,55 sekon	2 menit	0 sekon	0	0 m
Relawan 4	58,78 sekon	0,30 sekon	1 menit	1,52 sekon	0	2,1 m

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol lampu otomatis dan pengamanan barang bawaan di toilet umum telah berhasil dilakukan menggunakan sensor PIR, sensor *load cell* kapasitas 20 kg dan Mikrokontroler Arduino Uno R3. Tegangan *output* sensor PIR saat mendeteksi pancaran sinar inframerah sebesar 3,242 V dan 0 V saat tidak mendeteksi. Jarak maksimal yang dapat dideteksi oleh sensor PIR yaitu 8 m dengan sudut jangkauan 70° ke kiri dan kanan. Sensor PIR sangat cocok diaplikasikan pada toilet sebagai pengontrol lampu otomatis karena cicak dan kucing yang mungkin masuk ke dalam toilet hanya dapat dideteksi dengan jangkauan jarak yang sangat dekat yaitu kucing 80 cm dan cicak 15 cm. Sensor *load cell* yang digunakan mampu mendeteksi barang bawaan dari massa 10 g hingga 20 kg dengan persentase *error* rata-rata 0,98%. Saat ada barang bawaan yang tertinggal *buzzer* dan LED akan aktif dan mengeluarkan bunyi (alarm).

DAFTAR PUSTAKA

- Agmita, N., Ali Husni, H., Galuh Adiansyah, L. and Gina Nugraha, M. (2020), “Rancang Bangun Alarm Toilet Peningat Barang Bawaan (ALLEPRAN): Tempat Penyimpan Barang Berbasis Microntroller Arduino”, *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Vol. 6, pp. 211–215.
- Alisman and Wildian. (2018), “Rancang Bangun Sistem Kontrol Gorden , Lampu , dan Kipas Angin Berbasis Arduino Uno R3”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7 No. 3, pp. 279–285.
- Arifin, B. (2013), “Aplikasi Sensor Passive Infrared (PIR) Untuk Pendeteksian Makhhluk Hidup Dalam Ruangan”, *Prosiding SNST Ke-4 Tahun 2013*, pp. 39–44.
- Indah, I.P. and Wildian. (2022), “Prototipe Konveyor Sistem Pemisah Barang Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Load Cell”, *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, Vol. 11 No. 2, pp. 153–159.
- Kementerian ESDM. (2015), “Pemborosan Energi 80 Persen Faktor Manusia”, *Www.Esdm.Go.Id*, available at: <http://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/pemborosan-energi-80-persen-faktro-manusia> (accessed 20 April 2022).
- Maharmi, B., Kardova, T. and Ermawati. (2018), “Analisa Konsumsi Energi Listrik Rumah Dengan Kendali Otomatis”, *SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi Dan Industri)*, Vol. 2 No. 2, pp. 37–43.
- Rakayama, I. and Firmawati, N. (2022), “Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Lampu Belajar Menggunakan Sensor Passive Infrared dan Sensor Load Cell Berbasis Mikrokontroler”, *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, Vol. 11 No. 2, pp. 228–234.
- Sofyanti, A., Mulia, S.B., Pd, S., Dan, M.T. and Munthe, D.B. (2018), “Rancang Bangun Penerangan Otomatis Menggunakan Sensor PIR”, *ELEKTRA*, Vol. 3 No. 2, pp. 79–86.