

## Home Security System by Three Methods Using Arduino Nano Based PV Energy Source

Moranain Mungkin<sup>1\*</sup>, Tonggo Sijabat<sup>1</sup>, Zulkifli Bahri<sup>1</sup>, Habib Satria<sup>1</sup>, Muhammad Fadlan Siregar<sup>1</sup>, Indri Dayana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Faculty Engineering, Universitas Medan Area, Medan, INDONESIA

\*Corresponding Author, email: [moranainmungkin@gmail.com](mailto:moranainmungkin@gmail.com)

### Abstract

The existence of technology today aims to help make human work easier, including in the aspect of residential security systems. The increase in crime, especially theft in residential homes, is increasingly worrying. Therefore, the application of Arduino Nano control system technology with other supporting systems is the right solution to improve the safety of residents and minimize theft. This research aims to design a device called Home Security System by Three Methods that uses PV energy sources and the Arduino Nano control system. This tool features three security methods: SMS gateway, phone call, and alarm sound in two locations. Tests were carried out by simulating the opening and closing of doors/windows, then paying attention to the system response on the smartphone and the two alarms. The test results show that when a door/window is opened, the system sends an alert SMS to the user's smartphone within  $\pm 9$  seconds. The alarm sounds inside the house and the security post. If the user does not respond, the system will make a phone call within  $\pm 55$  seconds after the door/window is opened. The system works based on the movement or gap in the door/window using a magnetic switch sensor of  $\pm 2.5$  cm.

**Keywords:** Home Security System; SMS Gateway; Arduino Nano.

### 1. Introduction

Kriminalitas, terutama pencurian dengan kekerasan, masih sering terjadi dan bersifat fluktuatif di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di desa atau kelurahan [1], [2]. Kejahatan ini merupakan salah satu jenis kriminalitas yang paling sering terjadi [3], menunjukkan bahwa upaya penanggulangan dan pencegahan di tingkat desa atau kelurahan masih memerlukan perhatian khusus dan strategi yang lebih efektif [4].

Sebagian besar pencurian terjadi ketika penghuni rumah sedang bepergian atau meninggalkan rumah untuk waktu yang cukup lama [5], [6]. Kejadian ini sering dimanfaatkan oleh pelaku kejahatan yang mengamati pola aktivitas penghuni rumah. Meskipun beberapa lingkungan perumahan telah menggunakan petugas keamanan, tetap ada celah yang dimanfaatkan oleh pelaku pencurian karena keterbatasan manusia [7]-[9]. Selain itu, faktor lain seperti kurangnya sistem keamanan tambahan seperti kamera CCTV dan alarm juga turut berkontribusi terhadap tingginya angka pencurian di lingkungan perumahan.

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem keamanan rumah yang lebih efektif [10]-[14]. Misalnya, sebuah penelitian mengembangkan prototipe sistem keamanan rumah menggunakan kombinasi sensor PIR untuk mendeteksi gerakan dan *sensor magnetic switch* untuk

mendeteksi pintu terbuka. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur SMS *gateway* yang mengirim notifikasi kepada pemilik rumah ketika ada gerakan atau pintu terbuka [15].

Penelitian lain mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis *Internet of Things* (IoT), di mana ketika sensor IR aktif, *buzzer* dan lampu LED akan menyala, dan kamera akan menangkap gambar serta mengirim pesan ke aplikasi *Telegram*. Aplikasi *Telegram* juga dapat digunakan untuk mengontrol sistem, seperti menyalakan atau mematikan *buzzer* [16].

Penelitian lain mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis IoT yang dapat memonitor dan mengontrol keamanan rumah dari jarak jauh melalui aplikasi *Telegram*. Sistem ini menggunakan sensor PIR yang mampu mendeteksi objek secara akurat hingga jarak 6 meter dan sensor LDR yang memanfaatkan sinar laser untuk mendeteksi objek pada jarak yang lebih jauh. Sensor ini dapat mengaktifkan kunci darurat yang dikontrol oleh pemilik rumah [17].

Kemajuan teknologi dan meningkatnya kekhawatiran tentang keamanan rumah telah mendorong pengembangan sistem keamanan rumah yang lebih canggih dan terjangkau [18], [19]. Salah satu pendekatan yang menonjol adalah penggunaan mikrokontroler seperti *Arduino Nano*, yang memungkinkan pengembangan sistem yang efisien dan dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan pengguna [20], [21].

Sistem keamanan rumah berbasis *Arduino Nano* menawarkan fleksibilitas dalam desain dan implementasi, serta biaya yang relatif rendah [22]. Dalam penelitian ini, diusulkan sistem keamanan rumah menggunakan tiga metode keamanan berbeda dengan menggunakan sumber energi dari *photovoltaic* (PV). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga mendukung keberlanjutan energi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan [23].

Metode keamanan yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi penggunaan SMS *gateway*, panggilan telepon, dan bunyi alarm di dua lokasi. Penggunaan sumber energi PV sebagai daya utama sistem ini memberikan keuntungan tambahan berupa pengurangan ketergantungan pada sumber energi konvensional dan penurunan biaya operasional [24], [25]. Selain itu, sistem ini dapat beroperasi selama pemadaman listrik, memberikan lapisan keamanan tambahan.

Penelitian ini berfokus pada bagaimana kolaborasi ketiga metode keamanan ini dapat meningkatkan keamanan rumah dari jarak jauh dengan mengimplementasikan aplikasi *instant messenger* yang sudah ada.

## 2. Material and methods

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode rekayasa teknik dan eksperimen, di mana hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat diuji secara sistematis. Variabel bebas yang diuji adalah sensor MC-38, yang mengukur hubungan jarak antara magnet dan *reed switch* terhadap status SMS dan panggilan telepon pada *smartphone* sebagai notifikasi keamanan perumahan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sensor LDR dan *laser diode*, dengan sistem kendali berbasis *Arduino Nano* dan SMS *Gateway*.

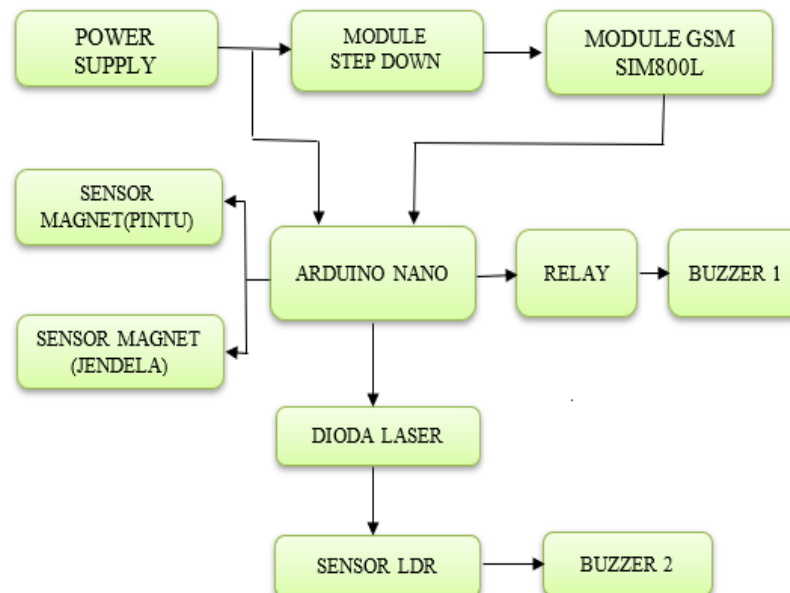
Prosedur penelitian eksperimen ini meliputi beberapa tahapan utama, yaitu metodologi, arsitektur mekanik dan elektrik perangkat input dan output, serta arsitektur mekanik dan elektrik perangkat kendali *Arduino Nano*. Langkah pertama dalam penelitian ini

adalah mengkaji literatur melalui jurnal-jurnal penelitian terdahulu, khususnya yang berkaitan dengan *Home Security System by Three Methods* menggunakan sumber energi PV berbasis *Arduino Nano*. Setelah studi literatur, tahap selanjutnya adalah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan. Komponen perangkat keras yang diperlukan untuk menciptakan sistem keamanan rumah ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1: Daftar komponen**

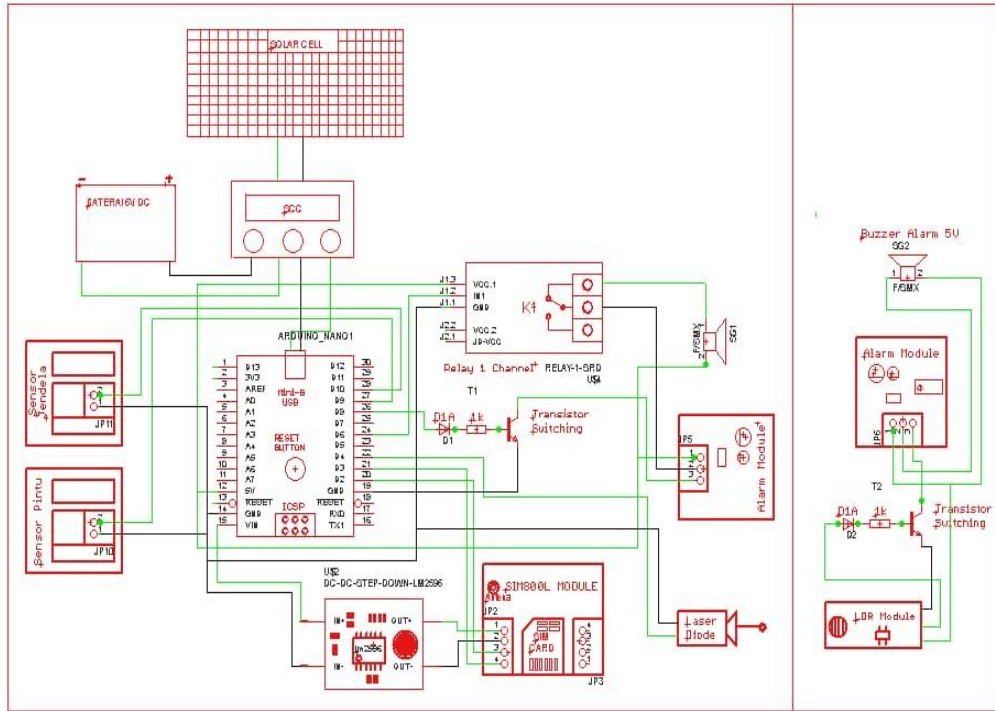
No	Komponen	Jumlah
1	Arduino Nano	1 buah
2	Sensor magnetic MC-38	2 buah
3	Relay 1 channel	1 buah
4	Module GSM SIM800L	1 buah
5	Module stepdown LM2596	1 buah
6	PCB Dot matriks 5 x 7 cm	1 buah
7	Buzzer 5V	2 buah
8	Resistor 1k 1/4 watt	2 buah
9	Adaptor 12V 1A	1 buah
10	Sensor LDR dan dioda laser	1 buah
11	LED 4 mm merah	1 buah
12	Alas akrilik 20 x 20 cm	1 buah

Tahapan berikutnya adalah pembuatan *hardware* dan *software* yang merupakan realisasi tahapan perancangan. Namun untuk memudahkan dalam memahami struktur alat yang dirancang maka pada Gambar 1 dapat dilihat diagram blok yang bertujuan memberikan gambaran mengenai komponen sistem utama, proses utama dan juga hubungan kerja yang ada pada tiap-tiap komponen.



**Gambar 1: Diagram blok prinsip kerja alat**

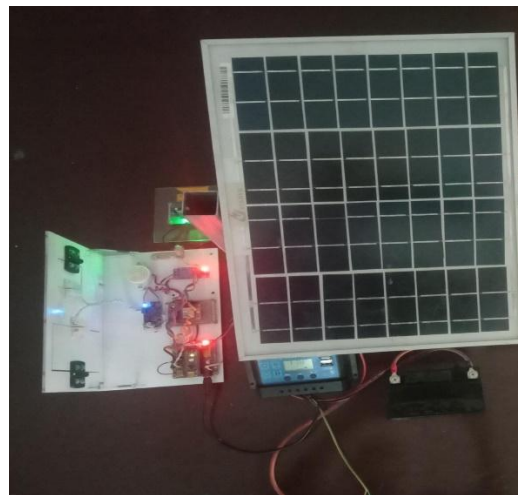
Selanjutnya adalah tahapan pembuatan alat dimana desain skema rangkaian seluruh sistem dapat dilihat seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2: Desain skema rangkaian seluruh sistem**

### 3. Results and discussion

Dari hasil perancangan alat yang dilakukan maka dihasilkan suatu *Home Security System by Three Methods* menggunakan Sumber Energi PV Berbasis Arduino Nano. Dimana setelah melalui proses pembuatan alat yang terdiri dari desain mekanik dan elektrikal maka berikut adalah realisasi hasil pembuatan alat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 3: Bentuk fisik *home security system by three methods***

### A. Hasil pengujian sensor MC-38

Hasil pengujian sensor MC-38 ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2: Pengujian Sensor MC-38**

No	Status Magnetic Switch	Jarak Magnetic dengan Switch	Status SMS	Status Panggilan
1	Terbuka	1 cm	Tidak Mengirim	Tidak Memanggil
2	Terbuka	1,5 cm	Tidak Mengirim	Tidak Memanggil
3	Terbuka	2 cm	Tidak Mengirim	Tidak Memanggil
4	Terbuka	2,5 cm	Mengirim	Memanggil
5	Terbuka	3,5 cm	Mengirim	Memanggil
6	Terbuka	4 cm	Mengirim	Memanggil
7	Terbuka	4,5 cm	Mengirim	Memanggil

Dari Tabel 2 hasil pengujian sensor MC-38 di atas dapat dilihat bahwa sistem dapat bekerja pada saat pintu/jendela dibuka dengan jarak antara *magnetic* dengan *reed switch* adalah minimal 2,5 cm dan maksimal 4,5 cm sehingga dapat kita lihat bahwa *smartphone* pengguna atau pemilik rumah menerima SMS dan panggilan telepon. Hasil pengujian ini juga menunjukkan bahwa sensor MC-38 berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kondisi terbuka pada pintu atau jendela. Pada jarak 1 cm hingga 2 cm antara magnet dan *reed switch*, sistem tidak mengirimkan SMS atau melakukan panggilan telepon. Ini menunjukkan bahwa sensor belum aktif pada jarak tersebut, kemungkinan karena kekuatan medan magnet yang belum cukup untuk memicu aksi.

Sebaliknya, pada jarak 2,5 cm hingga 4,5 cm, sensor mulai aktif dengan mengirimkan SMS dan melakukan panggilan telepon. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam rentang jarak tersebut. Secara khusus, jarak minimal di mana sistem mulai berfungsi adalah 2,5 cm, dan jarak maksimal yang diuji adalah 4,5 cm, di mana sistem tetap dapat mengirimkan notifikasi dan melakukan panggilan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor MC-38 memiliki rentang operasional efektif dalam jarak 2,5 cm hingga 4,5 cm dari *reed switch*, dan sistem ini dapat diandalkan untuk mengirimkan notifikasi melalui SMS dan panggilan telepon ketika pintu atau jendela terdeteksi terbuka dalam rentang jarak tersebut.

### B. Hasil pengujian module GSM SIM800L

Adapun tahapan pengujian module GSM ini adalah berorientasi pada jangka waktu SMS yang dikirim oleh *module GSM* terhadap *smartphone* atau sebaliknya. Penggunaan *smartphone* dalam pengujian ini sangat penting dikarenakan *smartphone* adalah perangkat yang paling umum digunakan oleh masyarakat saat ini untuk mengirim dan menerima SMS. Selain itu *smartphone* juga memiliki kemampuan pengolahan data yang cepat dan efisien, sehingga dapat dengan cepat mengirim dan menerima SMS.



**Tabel 3: Pengujian module GSM SIM800L**

No	Module GSM SIM800L	Lama Waktu SMS	Lama Waktu Panggilan
1	Percobaan 1	8,87 detik	55,16 detik
2	Percobaan 2	9,31 detik	55,29 detik
3	Percobaan 3	9,52 detik	55,63 detik
4	Percobaan 4	9,81 detik	55,94 detik
5	Percobaan 5	10,12 detik	56,35 detik

Dari Tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa hasil pengujian *module* GSM SIM800L dapat menerima dan mengirim SMS pada jangka waktu lebih kurang 9 detik yang artinya tidak stabil. Kondisi yang tidak stabil ini terjadi pada umumnya disebabkan oleh jaringan *module* GSM SIM800L yang digunakan. Meskipun demikian sistem kerja alat tetap berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari beberapa alasan berikut:

- Konsistensi Panggilan Suara: Waktu panggilan stabil antara 55,16 detik hingga 56,35 detik, menunjukkan kualitas panggilan yang baik.
- Adaptasi Jaringan: *Module* mampu mengirim dan menerima SMS dengan variasi waktu kecil meskipun kondisi jaringan berbeda, menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik.
- Respon Cepat: Waktu pengiriman dan penerimaan SMS sekitar 9 detik, masih dalam rentang yang dapat diterima untuk komunikasi sehari-hari.
- Kinerja Stabil: Lima percobaan menunjukkan kinerja yang konsisten, menandakan modul dapat diandalkan untuk penggunaan berkelanjutan.

Dengan demikian, meskipun ada variasi kecil dalam waktu pengiriman SMS, sistem kerja *module* GSM SIM800L secara keseluruhan berfungsi dengan baik dan mampu memenuhi kebutuhan komunikasi dasar seperti SMS dan panggilan suara.

### C. Pengujian module LDR dan dioda laser

Pada pengujian ini berorientasi untuk mengetahui apakah *module* LDR bekerja dengan baik atau tidak ketika pintu/jendela dibuka. Metode pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada *module* LDR apabila terkena cahaya dari *laser diode*. Tahap pengujian pertama adalah dengan mengetahui berapa besar tegangan awal dari *module* LDR sebelum terkena cahaya dan setelah terkena cahaya dengan menggunakan alat ukur tegangan berupa voltmeter digital. Adapun hasil pengukuran nilai tegangan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4: Pengujian module LDR dan dioda laser**

No	Sensor LDR Tidak Terkena Sinar Laser (Volt)	Sensor LDR Terkena Sinar Laser (Volt)
1	4,95	0,89
2	4,93	0,87
3	4,92	0,86
4	4,90	0,84
5	4,89	0,83

Dari Tabel 4 di atas dapat dilihat hasil pengujiannya bahwa sistem memiliki hasil yang cukup baik yang bisa dilihat dari nilai tegangannya rata-rata 5 volt pada saat sensor LDR tidak terkena sinar laser artinya nilai tegangannya identik dengan nilai tegangan *module*

*stepdown* dan kondisi ini membuat *buzzer* atau alarm tidak aktif. Selanjutnya apabila pintu/jendela terbuka maka sinar dari *laser diode* akan terpancar pada *module LDR* dan *module LDR* akan menerima cahayanya sehingga *buzzer* atau *alarm* jadi aktif yang ditandai dengan pengukuran nilai tegangannya menjadi rata-rata 1 volt.

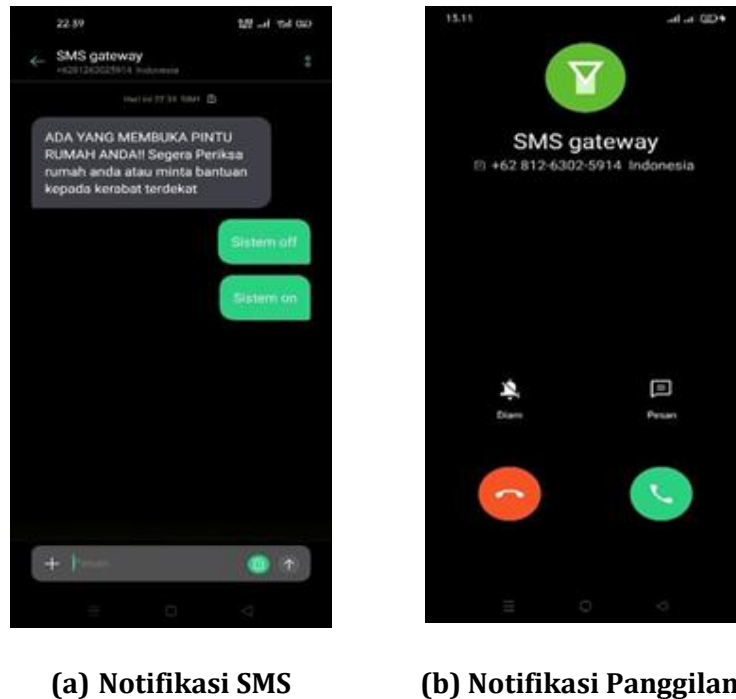
#### D. Pengujian keseluruhan sistem

Setelah melakukan perancangan dan pengujian dari beberapa sistem maka proses selanjutnya adalah pengujian kinerja sistem secara keseluruhan. Proses ini berorientasi untuk melihat dan mengevaluasi apakah seluruh sistem bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Berikut adalah Tabel 5 yang menampilkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan:

**Tabel 5: Pengujian keseluruhan sistem**

No	Kondisi Pintu/Jendela	Kondisi Smartphone	Kondisi		Aksi Pengguna Smartphone	Kondisi Akhir
			Alarm 1	Alarm 2		
1	Tertutup	SMS notifikasi keamanan tidak terkirim	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Tidak ada	<i>standby</i>
2	Dibuka	SMS notifikasi keamanan terkirim	Aktif	Aktif	Tidak membalas sms	Notifikasi panggilan pada <i>smartphone</i> muncul serta alarm 1 dan 2 tetap aktif
3	Dibuka	SMS notifikasi keamanan terkirim	Aktif	Aktif	Membalas sms	Notifikasi panggilan tidak muncul serta alarm 1 dan 2 tidak aktif
4	Tertutup	SMS notifikasi keamanan tidak terkirim	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Tidak ada	<i>standby</i>
5	Dibuka	SMS notifikasi keamanan terkirim	Aktif	Aktif	Membalas sms	Notifikasi panggilan tidak muncul serta alarm 1 dan 2 tidak aktif

Berikut adalah Gambar 4 yang menampilkan bentuk penjelasan notifikasi keamanan yang tampil pada *smartphone* untuk kedua kondisi yang disebutkan di atas pada Tabel 5.



**Gambar 4: Bentuk notifikasi keamanan yang tampil pada *smartphone***

Dari Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa ketika pintu atau jendela dibuka, sistem keamanan akan mengirimkan notifikasi SMS ke *smartphone* pengguna atau pemilik rumah. Selain itu, *alarm 1* (di dalam rumah) dan *alarm 2* (di pos keamanan) akan aktif. Jika pintu atau jendela tertutup, notifikasi SMS tidak akan terkirim dan kedua *alarm* akan tetap tidak aktif. Ketika pengguna tidak membalas SMS yang diterima, sistem akan terus mengirim notifikasi panggilan ke *smartphone* pengguna hingga mereka menanggapi. Namun, jika pengguna membalas SMS dengan perintah tertentu, seperti "Sistem off", notifikasi panggilan tidak akan muncul dan kedua *alarm* akan mati. Dengan demikian, sistem keamanan ini secara efektif mendeteksi kondisi pintu atau jendela, memberikan notifikasi yang tepat kepada pengguna, dan memungkinkan interaksi untuk menonaktifkan *alarm*, menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan untuk menjaga keamanan rumah. Selanjutnya untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem ini maka berikut adalah persentasenya.

Tingkat persentase :

$$\frac{\text{Jumlah percobaan yang berhasil}}{\text{Banyaknya percobaan}} \times 100 \%$$

$$\frac{16}{17} \times 100 \% = 94 \%$$



#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil pengujian di atas serta pembahasannya maka dapat diambil kesimpulan yaitu sistem keamanan rumah dengan tiga metode keamanan berbasis arduino nano ini berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik sesuai tujuan yang diharapkan. Sistem ini bekerja dengan hasil pergerakan atau celah pada pintu/jendela dengan jarak sensor *magnetic* terhadap *reed switch* sebesar lebih kurang 2,5 cm, dimana sistem akan mengaktifkan tiga metode sistem keamanan yakni berupa sms *gateway*, *calling* dan bunyi *alarm*. Berdasarkan hasil kinerja dan pengujian yang dilakukan sistem ini dapat berfungsi dengan baik dengan tingkat persentase keberhasilannya adalah 94%.

#### References

- [1] N. F. Lubis, M. Ablisar, E. Yunara, and Marlina, "Kebijakan Hukum Pidana, Pencurian dengan Pemberatan (CURAT) dan Pencurian dengan Kekerasan (CURAS)," *Jurnal SOSAINS*, vol. 3, no. 3, pp. 271–285, 2023.
- [2] P. A. Jayakusuma, L. Wulandari, and N. I. Natsir, "Efektifitas Penanggulangan Tindak Pidana Pencurian dengan Kekerasan di Wilayah Lombok Timur," *Jurnal Parhesia*, vol. 01, no. 2, pp. 148–154, 2023.
- [3] Rahmayanti Rahmayanti, "Kajian Kriminologi Terhadap Anak (Pelaku) Tindak Pidana Pencurian Sepeda Motor Dengan Kekerasan," *Jurnal Hukum, Politik dan Ilmu Sosial*, vol. 2, no. 3, pp. 290–299, Sep. 2023, doi: 10.55606/jhps.v2i4.2629.
- [4] R. W. Gerhana, Ismunarno, and D. E. Pratiwi, "Tinjauan Kriminologis Tindak Pidana Pengeroyokan di Jalan dan Upaya Penanggulangannya," *RECIDIVE*, vol. 12, no. 1, pp. 35–43, 2023.
- [5] R. Hernadi, Y. P. Istiyono, and M. R. Fahlufi, "Sistem Keamanan Rumah Dari Pencurian dan Kebakaran Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet of Things," *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, vol. 6, no. 2, pp. 186–193, Dec. 2023, doi: 10.32493/epic.v6i2.36544.
- [6] Iznih and K. Prawiroredjo, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Keamanan Rumah Dari Tindak Pencurian Berbasis Android Secara Waktu Nyata," *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 20, no. 2, pp. 83–100, 2021.
- [7] L. Chen and Y. Zhang, "Analyzing the Gaps in Security Practices in High-Risk Areas," *International Journal of Security and Safety*, vol. 12, no. 3, pp. 212–230, 2023.
- [8] V. Roviqoh, A. Damayanti, and I. P. Wardhani, "Sistem Human Computer Interaction (HCI) Keamanan Rumah Pintar Berbasis IoT," *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 65–72, Jul. 2023, doi: 10.54082/jiki.29.
- [9] A. Maulana Ibrahim, Humaira, and A. Alanda, "Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Cloud Computing," *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal-itsi.org>
- [10] H. Nurfaizal, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Terintegrasi Telegram Menggunakan Mikrokontroler ATmega328," *Faktor Exacta*, vol. 16, no. 1, pp. 42–49, Mar. 2023, doi: 10.30998/factorexacta.v16i1.15902.
- [11] T. Muhammad Johan, "Pengembangan Prototype Sistem Keamanan Rumah Berbasis Android dan Mikrokontroler," *Jurnal TIKFA Fakultas Ilmu Komputer Universitas Almuslim*, vol. 8, no. 1, pp. 27–32, 2023.
- [12] H. Fauziman and R. Mukhaiyar, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 529–537, Aug. 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.438.

- [13] P. Agus and O. Candra, "Sistem Keamanan Parkiran Menggunakan QR-Code dan Output Suara Berbasis IoT (Internet Of Things)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 1049–1056, Nov. 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.561.
- [14] A. W. Putra and H. Effendi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Ruang Menggunakan E-ktp Berbasis Mikrokontroler dan Internet Of Things (IoT)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 973–982, Nov. 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.553.
- [15] F. Panca Juniawan and D. Yuny Sylfania, "Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Kombinasi Sensor Dan Sms Gateway," *Jurnal TEKNOINFO*, vol. 13, no. 2, pp. 78–83, 2019.
- [16] M. S. Sungkar, "Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things," *Smart Comp*, vol. 9, no. 2, pp. 96–98, 2020, [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Keamanan>.
- [17] R. Kango, M. I. Abas, and H. Finanto, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 10, no. 2, pp. 136–142, 2022.
- [18] Y. R. Prasetyo and B. Satria, "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Receiver dan SMS Gateway Berbasis Arduino AMIK Mitra Gama," *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 11, no. 3, pp. 1028–1036, 2022.
- [19] W. Yulita and A. Afriansyah, "Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis ESP32-Cam," *JTST*, vol. 03, no. 02, pp. 23–31, 2022.
- [20] A. Aldi, E. Nasrullah, and Sumadi, "Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruang Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 178–185, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3642.
- [21] R. Solekha and U. Latifa, "Sistem Kendali Proportional Integral Derivative (PID) Menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Thinkercad," *Electron : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 89–96, 2024.
- [22] P. A. Nugroho and P. A. Nugroho, "Rancangan Sistem Keamanan Untuk Pintu Rumah Tinggal Berbasis Arduino dan Android," *Jurnal Elektro & Informatika Swadharma (JEIS)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [23] H. Satria, M. Mungkin, I. Dayana, D. Ramdan, D. Maizana, and Syafii, "Development of energy conversion and lightning strike protection simulation for photovoltaic-wind turbine on grid," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 14, no. 1, pp. 66–74, Feb. 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i1.pp66-74.
- [24] M. Mungkin, H. Satria, D. Maizana, M. Isa, Syafii, and M. Y. Puriza, "Analysis of the feasibility of adding a grid-connected hybrid photovoltaic system to reduce electrical load," *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 14, no. 2, pp. 1160–1171, 2023, doi: 10.11591/ijpeds.v14.i2.pp1160-1171.
- [25] H. Satria, Syafii, R. Salam, M. Mungkin, and W. Yandi, "Design visual studio based GUI applications on-grid connected rooftop photovoltaic measurement," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 20, no. 4, pp. 914–921, 2022, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v20i4.23302.