

Rancang Bangun Prototipe Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Integrasi Sensor Pintar

[Design and Construction of an Internet of Things (IoT)-Based Home Security System Prototype with Smart Sensor Integration]

Zainal Abidin¹, Affan Bachri², Rizky Ananda Nugraha³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam
Lamongan, Jl. Veteran No. 53 A Lamongan – Jawa Timur

*Korespondensi penulis: zaenalabidin@unisla.ac.id

ABSTRACT

In this study, the author designed an internet-connected security system that allows homeowners to easily and efficiently control and monitor the system. The microcontroller used in this study, the ESP32-WROVER-CAM module, also requires several sensors: a PIR sensor, an RFID sensor, a touch sensor, a reed switch, a buzzer, a relay module, a camera sensor, and a door lock solenoid. This research resulted in a home security system that can be controlled in two ways: using RFID sensor readings and using the Telegram app. Using the Telegram app, the system responds and executes the command. Using an RFID card by attaching the card to the reader, if the card is detected correctly, all sensors will detect no suspicious activity. If someone opens the door by breaking in, the buzzer will sound, activating all sensors to notify the door has been forced open by an unknown person.

Keywords: ESP32-WROVER-CAM; Door Lock Solenoid; RFID; OV2640 Camera; Telegram

ABSTRAK

Pada penelitian ini penulis merancang sebuah sistem keamanan yang terkoneksi dengan internet sehingga pemilik rumah dengan mudah dapat mengontrol dan memonitoring dengan mudah dan efisien. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yakni Modul ESP32-WROVER CAM, juga memerlukan beberapa sensor yaitu sensor PIR, sensor RFID, sensor sentuh, *reed switch*, buzzer, modul relay, sensor kamera dan *solenoid door lock*. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem keamanan rumah yang dapat dikontrol menggunakan 2 cara yaitu menggunakan pembacaan dari sensor RFID dan juga bisa menggunakan aplikasi telegram, jika menggunakan aplikasi telegram dengan memberikan perintah ke sistem, sistem akan merespon dan langsung mengeksekusi perintah. Jika menggunakan kartu RFID dengan cara menempelkan kartu ke reader, apabila kartu yang terdeteksi benar maka seluruh sensor tidak akan mendeteksi hal-hal yang mencurigakan. Apabila seseorang membuka pintu dengan cara dibobol maka buzzer akan berbunyi, semua sensor aktif untuk memberikan notifikasi bahwa pintu telah dibuka secara paksa oleh orang yang tidak dikenali.

Kata Kunci: ESP32-Wrover-Cam; Selenoid Doorlock, RFID; Kamera OV2640; Telegram

PENDAHULUAN

Sebagian masyarakat pada kota-kota besar melakukan aktivitas sehari-hari di luar rumah. Dengan jam kerja yang panjang, banyak rumah yang ditinggalkan kosong oleh penghuninya yang menjadi sasaran empuk bagi pencuri, terutama jika tidak

dilengkapi dengan sistem keamanan yang memadai. Pencuri memiliki berbagai cara untuk melancarkan aksinya, misalnya, orang yang tidak dikenal mencuri barang-barang berharga dengan mendobrak pintu rumah dan merusak kunci.(Kurniawan et al., 2018).

Perkembangan teknologi semakin modern seiring berjalannya waktu, salah satunya adalah teknologi Internet of Things (IoT) yang merupakan teknologi digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia melalui penggunaan sensor pintar dan perangkat pintar yang berkomunikasi melalui jaringan internet. Untuk mengendalikan suatu objek, diperlukan sebuah mikrokontroler. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroller ESP32-WROVER, modul ini merupakan modul *Wireless Fidelity* yang didalamnya memiliki sebuah komponen chip berupa yang terintegrasi didesain untuk keperluan yang tersambung ke jaringan internet. Penelitian ini juga memerlukan beberapa komonen yaitu sensor PIR, sensor RFID, reed switch, buzzer, LCD 16x2 I2C, sensor kamera dan solenoid door lock.

Seiring kemajuan teknologi Internet of Things (IoT), dapat dibangun sistem keamanan yang terhubung secara pintar untuk memonitor dan mengendalikan keamanan rumah dengan lebih efektif. Sistem ini memudahkan pemilik rumah untuk mengontrol dan memonitor siapa yang masuk ke dalam rumah saat rumah sedang kosong. Dari latar belakang di atas, penulis berinovasi membuat sistem keamanan rumah yang mudah untuk dikendalikan dari jarak jauh untuk menjaga keamanan rumah pada saat rumah tidak berpenghuni.

Permasalahan penelitian ini adalah :

- (a) Bagaimana cara merancang prototipe sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan integrasi sensor pintar?
- (b) Bagaimana cara kerja prototipe sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan integrasi sensor pintar?

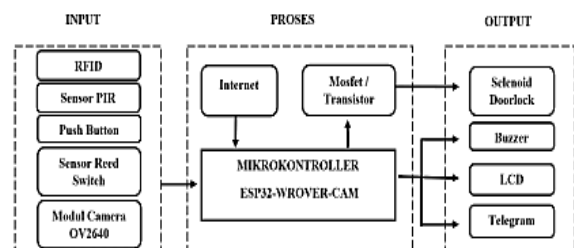
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Mikrokontroler Esp32-Wrover-cam, ESP32-Cam, RFID RC522, solenoid *doorlock*, sensor magnet MC-38, *buzzer*, sensor PIR, LCD 16x2 I2C dan Aplikasi telegram

Desain Sistem

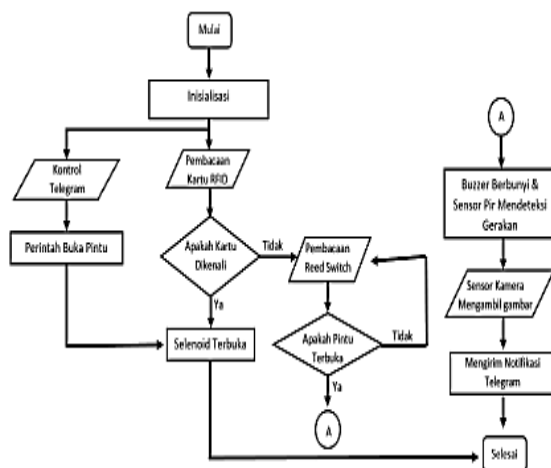
Sistem terdiri dari input, proses dan output, dimana input terdiri dari sensor RFID, sensor PIR, Push Button, Sensor Reed Switch, dan modul camera OV2460, bagian proses terdiri dari mikrokontroller ESP32-Wrover-Cam, dan sisi output terdiri dari solenoid doorlock, buzzer, LCD dan aplikasi telegram. Diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram blok sistem

Diagram Alir Sistem

Flowchart sistem alat dijelaskan langkah-langkah sistem penelitian yang akan dilakukan secara keseluruhan. *Flowchart* sistem keseluruhan alat akan ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

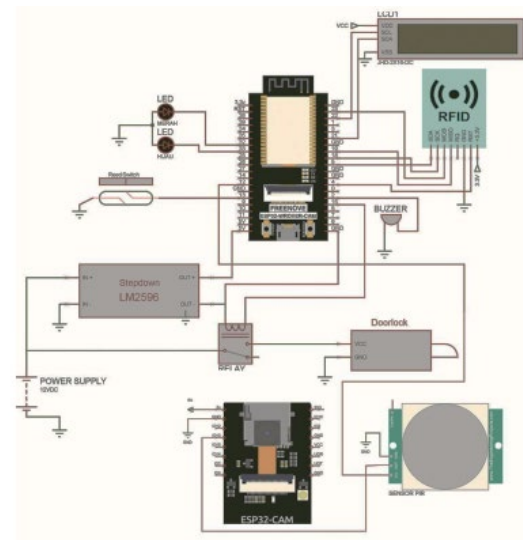


Gambar 2. Flowchart sistem

Dari gambar 2 menjelaskan sensor RFID, sensor pir, sensor reed switch dan sensor sentuh terhubung dengan mikrokontroller ESP32-WROVER-CAM, sensor RFID melakukan pembacaan pada kartu tag, apabila kartu dikenali maka solenoid akan terbuka, jika kartu tidak dikenali maka sensor sentuh akan melakukan pembacaan, jika terdeteksi sentuhan maka buzzer berbunyi, jika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan maka sistem akan memerintahkan buzzer sebagai alarm tanda bahaya dan sensor kamera akan menangkap objek atau gambar kemudian diproses oleh mikrokontroller untuk mengirimkan foto yang berhasil ditangkap dan memberikan notifikasi ke aplikasi telegram, sensor reed switch mengirimkan

sinyal pada mikrokontroller untuk mendeteksi pintu apakah pintu dalam keadaan terbuka atau tertutup, yang dapat dimonitor melalui aplikasi telegram, aplikasi telegram selain bisa digunakan untuk memonitor juga dapat memberikan perintah mikrokontroller kepada *solenoid doorlock* untuk mengunci atau membuka pengunci pintu tersebut.

Skema Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Power supply diperoleh dari jaringan PLN menggunakan *power jack* adaptor sebagai sumber tegangan solenoid dan dihubungkan dengan stepdown untuk memberikan tegangan pada mikrokontroller ESP32-WROVER-CAM, pada pin vcc dan gnd sensor PIR dihubungkan ke pin 5v dan pin gnd mikrokontroller kemudian *output* dari sensor PIR dihubungkan ke GPIO 13 ESP32 Cam, pin sensor *reed switch* dihubungkan ke GPIO 13 Mikrokontroller dan ground mikrokontroller, pin sda RFID

dihungkan ke GPIO 5 sck dihubungkan ke GPIO 18 mosi dihubungkan ke GPIO 23 miso duhabungkan ke GPIO 19 rst dihubungkan ke GPIO 4 dan vcc gnd RFID dihubungkan ke pin vcc gnd mikrokontroller, pin vcc buzzer dihubungkan ke GPIO 2 dan pin gnd dihubungkan ke gnd mikrokontroller, kemudian untuk selenoid karena membutuhkan tegangan 12volt mak dihubungkan ke relay yang telah diberi tegangan 12v dan gnd *power supply*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian RFID

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membaca id tag yang terdapat pada kartu RFID , kemudian mengukur jarak antara kartu tag dengan RFID *reader* serta mengukur kecepatan respon RFID reader untuk membaca id tag pada kartu.

Tabel 1. Hasil pengujian RFID

Uji	Jarak Baca RFID card	Respon Waktu	Ket
1	1 cm	0.39 ms	Kartu terdeteksi
2	2 cm	0.50 ms	Kartu terdeteksi
3	3 cm	0.68 ms	Kartu terdeteksi
4	4 cm	0.83 ms	Kartu terdeteksi
5	5 cm		Kartu tidak terdeteksi

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak 5 kali dalam beberapa jarak yang berbeda-beda, maka

dapat diketahui bahwa RFID dapat mendeteksi pada jarak 1 – 4 cm dengan respon waktu rata-rata 0,6 detik

Hasil Pengujian Sensor PIR

Tujuan dari pengujian sensor pir ini adalah untuk mendapatkan parameter tentang jarak jangkauan sensor saat mendeteksi gerakan manusia sehingga dapat disesuaikan dengan rancangan sistem keamanan rumah.

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data antara tiap jarak 1 meter untuk mendapatkan parameter jarak maksimal yang dapat dijangkau sensor saat ini. Parameter selanjutnya adalah untuk mendapatkan parameter berapa lama waktu sensor ini merespon gerakan. Tujuan dari pengujian ini agar dapat mengetahui jarak dan waktu respon yang paling ideal sehingga nantinya akan disesuaikan dengan rancangan sistem keamanan rumah yang akan dibuat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor PIR

Jarak	Tegang an	Waktu Respon	Banyak percobaan	Ket
1	5 volt	0,52 dtk	5 kali	Mendeteksi
2	5 volt	1,25 dtk	5 kali	Mendeteksi
3	5 volt	1,78 dtk	5 kali	Mendeteksi
4	5 volt	2,1 dtk	5 kali	Mendeteksi
5	5 volt	2,57 dtk	5 kali	Mendeteksi
6	5 volt	-	5 kali	Tidak mendeteksi

Berdasarkan tabel hasil pengukuran di atas dapat disimpulkan bahwa sensor pir

akan bekerja jika objek yang dideteksi memiliki jarak kurang 6 meter, dengan rata-rata waktu sensor PIR ini merespon gerakan adalah 1,6 detik. Sehingga dapat disesuaikan dengan rancangan jarak jangkauan sensor PIR pada sistem keamanan rumah yaitu 30 – 50 cm. dengan menggunakan detik, sehingga sensor PIR ini sangat cocok untuk digunakan pada sistem rangkaian ini.

Pengujian Reed Switch

Tujuan dari pengujian sensor *reed switch* ini adalah untuk membaca dan mendapatkan nilai toleransi jarak antara magnet dan switch yang nantinya akan dihubungkan pada mikrokontroller membantu untuk memudahkan pada saat membuat program. Cara kerja *magnetic switch* adalah, switch akan dalam kondisi tertutup / terhubung (logika '0') bila terdeteksi magnet, dan sebaliknya *switch* akan dalam kondisi terbuka / terputus (logika '1') bila tidak terdeteksi magnet.

Tabel 3. Pengujian Reed Switch

Uji	Tegangan	Jarak antar kutub	Nilai	Ket
1	5 volt	0 -1,1 cm	Low (0)	Switch terhubung
2	5 volt	1,2 -1,5 cm	High (1)	Switch tidak terhubung

Pengujian Kamera ESP32 Cam

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kamera dapat bekerja serta dapat mengambil gambar/video. Pengujian ini dilakukan dengan cara membuat program dengan mengkoneksikan modul kamera ke internet kemudian mendapatkan alamat IP yang dapat digunakan untuk melihat hasil gambar yang yang ditangkap oleh modul kamera. Adapun alat yang digunakan untuk melakukan pengujian pada modul kamera adalah sebagai berikut: ESP32Cam, PC/laptop, software arduino IDE dan kabel jumper.

Tabel 4. Hasil pengujian Kamera ESP32 Cam

Internet	Gerakan	Kamera ESP-32 Cam
Terkoneksi	Terdeteksi	Menampilkan gambar
Tidak Terkoneksi	Tidak Terdeteksi	Tidak menampilkan gambar

Pengujian Mikrokontroller

Tujuan dari pengujian mikrokontroller ini agar dapat mengetahui bahwa mikrokontroller berfungsi dengan baik, pengujian ini dilakukan dengan cara menguji tiap pin digital yang nantinya digunakan untuk menghubungkan dan integrasi seluruh sensor yang digunakan, mikrokontroller yang digunakan memiliki 16 pin digital dan 1 pin analog dalam pengujian kali ini menggunakan bantuan led sebagai indikator untuk menguji seluruh pin agar dapat digunakan dengan baik. Hal

ini dilakukan karena mikrokontroller adalah komponen inti dari seluruh rangkaian atau juga dapat disebut otak dari seluruh sistem yang akan dibuat, maka dari itu pengujian ini harus dilakukan dengan benar.

Tabel 5. Hasil pengujian mikrokontroller

Pin	V DC	Kondisi LED	Keterangan
Vin	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
Vin	0 volt	Mati	Pin berfungsi baik
GPIO 1	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 2	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 3	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 4	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 5	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 6	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 7	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 8	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 9	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 10	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 11	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 12	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 13	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 14	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 15	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
GPIO 16	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik
ADC 0	5 volt	Menyala	Pin berfungsi baik

Pengujian Pengiriman Pesan Bot Telegram

Tujuan pengujian ini adalah untuk menjalankan perintah dan memberikan respon sesuai dengan permintaan secara *real-time*. Pengujian ini dilakukan dengan cara pertama mengukur kecepatan internet karena dalam pengujian ini bot telegram memerlukan internet untuk berkomunikasi dua arah dengan mikrokontroller. Kedua mengukur *response time* bot saat

mendapatkan perintah melalui chat telegram, pada pengujian ini akan dilakukan sebanyak 5 kali untuk mengetahui nilai rata-rata kecepatan internet dan juga *response time* dari mikrokontroller.

Tabel 6. Pengujian Pengiriman pesan bot Telegram

Percobaan	Kecepatan Internet	Waktu Respon Bot Telegram
1	6,58 Mbps	1,34 detik
2	7,87 Mbps	0,91 detik
3	9,18 Mbps	0,69 detik
4	7,97 Mbps	0,87 detik
5	10,19 Mbps	0,52 detik

Berdasarkan tabel hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa kecepatan internet juga berpengaruh pada mikrokontroller untuk melakukan perintah dari pesan yang dikirimkan melalui bot telegram. Dari sebanyak 5 kali percobaan yang telah dilakukan, bot telegram memiliki total rata-rata *response time* adalah 0,86 detik dengan total rata-rata kecepatan internet sebesar 8,32 Mbps.

Hasil Pengujian Keseluruhan

Berdasarkan pengujian keseluruhan yang telah dilakukan, program yang telah dibuat tidak ditemukan kesalahan/eror pada pengujian software, kemudian program diupload pada mikrokontroller dan juga sensor kamera, hasil pengujian pada keseluruhan antara lain sebagai berikut:

- Sistem keamanan rumah ini dapat dikontrol menggunakan aplikasi telegram dengan respon waktu maksimal 1,34 detik dengan kecepatan internet 6,58 Mbps, setelah perintah dikirim dari telegram
- Membuka pintu menggunakan RFID dengan jarak kartu pada *reader* maksimal 4cm dengan respon waktu 0,83 detik. Apabila kartu yang ditempelkan benar maka selenoid akan terbuka selama 4 detik sesuai dengan program yang telah dimasukkan.
- Membuka pintu melalui aplikasi telegram sistem merespon perintah selama 1 detik kemudian menjalankan perintah menyalakan selenoid, dan sensor pir, kamera dan reed switch tidak mendeteksi adanya kecurigaan.
- Apabila kartu yang ditempelkan tidak sesuai maka selenoid tidak akan terbuka. Ketika pintu dibuka dengan cara dipaksa maka reed switch akan mendeteksi karena jarak maksimal antara magnet dan switch adalah 1,5 cm. buzzer berbunyi selama pintu masih terbuka atau selama *reedswitch* mendeteksi. kemudian sensor pir akan merespon gerakan dengan jarak kurang dari 1 meter adalah 0,52 detik. Dan sensor kamera merespon kurang dari 1 detik untuk mengambil gambar dan mengirimkan ke telegram selama 1,34

detik dengan kecepatan internet 6,58 Mbps.

KESIMPULAN

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun prototipe sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi berbagai sensor pintar menggunakan mikrokontroler ESP32-WROVER-CAM. Sistem ini mampu dioperasikan dengan dua metode kendali, yaitu melalui pembacaan kartu RFID dan aplikasi Telegram secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang stabil dengan rata-rata waktu respon 0,86 detik pada koneksi internet sebesar 8,32 Mbps, serta jangkauan pembacaan RFID efektif hingga 4 cm dengan waktu respon 0,6 detik.
2. Integrasi sensor PIR, reed switch, kamera, dan buzzer terbukti mampu mendeteksi aktivitas mencurigakan, seperti usaha pembobolan pintu, kemudian secara otomatis mengirimkan notifikasi dan foto ke aplikasi Telegram. Dengan demikian, sistem ini mampu memberikan keamanan yang adaptif, efisien, dan dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan internet.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsep smart home security berbasis IoT dengan kombinasi sensor cerdas dan komunikasi daring dapat menjadi solusi

efektif untuk meningkatkan keamanan rumah modern. Untuk pengembangan selanjutnya, perlu dilakukan optimasi pada kecepatan respon sistem dan kestabilan komunikasi jaringan agar kinerja sistem lebih andal di kondisi internet yang bervariasi.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, sistem keamanan rumah berbasis IoT ini dapat dikembangkan dengan penambahan fitur kecerdasan buatan (AI) seperti *face recognition* atau *machine learning* untuk meningkatkan akurasi identifikasi pengguna dan deteksi intrusi. Selain itu, perlu dilakukan optimasi komunikasi data agar respon antara mikrokontroler dan aplikasi Telegram lebih cepat dan stabil meskipun dalam kondisi jaringan internet yang tidak ideal. Integrasi penyimpanan berbasis cloud juga disarankan untuk pencatatan log aktivitas serta dokumentasi gambar dari kamera agar sistem lebih informatif dan mudah dipantau. Pengembangan desain perangkat keras menggunakan casing tahan cuaca dan desain modular akan meningkatkan keandalan sistem untuk penggunaan di lingkungan luar ruangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Program Studi Teknik

Elektro, dan Divisi Litbang Program Studi yang telah memberikan support dana dan fasilitas laboratorium untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afuw, R., Subyan, R., Hardi, N., & Arbasyah, A. (2023). *Alat Berbasis IOT Smarthome Monitoring dan Kontrol via Telegram Menggunakan Nodemcu*. 4(1), 7–11. <https://doi.org/10.31294/instk.v4i1.2018>
- Bachri, A. (2018). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Fingerprint Berbasis Telephone*. 3(2), 19.
- ELKOMIKA: *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i1.1>
- Emi, H. (2023). *TTP-223 module*. Espressif Systems. (2017). *ESP32-WROVER Datasheet*.
- Handayani, T., Basuki, A., & Dirgantara, I. (2023). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Pengenalan Wajah Berbasis Internet of Things*. 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.28989/avitec.v5i1.1393>
- JTEIN: *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 136–146. <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.217>
- Julianthi, P., Husen, A., Tjahjono, G., & Tamal, C. P. (n.d.). *Rancang Bangun Sistem Pengaman Sepeda Motor Dengan Menggunakan Sensor Sentuh TTP223*. 6(2), 56–63.
- Keamanan, S., & Berbasis, R. (2023). *Sistem keamanan rumah berbasis esp32-cam dan telegram sebagai notifikasi*. 8(1), 30–38. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2291>

- Kurniawan, A. D. (2021). *Design and Implementation of Home Security Using Telegram Botfather*. 2(1), 11–15.
<https://doi.org/10.52005/fidelity.v2i1.105>
- Kurniawan, M. H., Siswanto, S., & Sutarti, S. (2019). Design and Build a Motorcycle Security System with Fingerprints and Telephone Call Notifications Based on Atmega 328. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(2), 152–165.
- Kurniawan, M. I., Sunarya, U., & Tulloh, R. (2018). Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i1.1>
- Magara, T. (2024). *Internet of Things (IoT) of Smart Homes: Privacy and Security*. *Journal* [online].
<https://doi.org/10.1155/2024/7716956>
- Mandalawangi, A. R., & Habibullah, H. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengendali CCTV Berbasis Node MCU Menggunakan Smartphone Android.
<https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.217>
- Mansyah, S., & Myori, D. E. (2022). Rancang Bangun Alarm Pintu Rumah Otomatis Menggunakan Sensor Magnet Bebasis Arduino Uno. 3(2), 407–415.
<https://doi.org/10.24036/jtein.v3i2.267>
- Monita, M., & Hendri, H. (2021). Sistem Kontrol Rumah Pintar Menggunakan Kamera Berbasis IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 107–112.
<https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.141>
- Parti, I. K., Mudiana, I. N., Darminta, I. K., Rasmini, N. W. (2024). *Modellings Smart Home Security Based Internet of Things (IoT)*. *Proceedings*.
https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1_5
- Pi, R., Pemantauan, S., Kaca, R., Pi, R., & Node-red, M. (2022). *Greenhouse Monitoring System using ESP32* ., 11(3), 133–138.
- Prasad, A., Kapoor, P., Singh, T. P. (Eds.). (2022). *Communication Technologies and Security Challenges in IoT*. Springer.
- Sabit, H. (2025). *Artificial Intelligence-Based Smart Security System Using Internet of Things for Smart Home Applications*. *Electronics*, 14(3), 608.
- Sani, A., Julianto, R., Maulidiah, H. M., & Wimbang, J. (2023). *Sistem Keamanan Pintar Menggunakan Kamera Berbasis OpenCV*. 42–47.
<https://doi.org/10.30871/jaee.v7i1.5017>
- Sanjaya, D., & Jaya, P. (2023). *Rancang Bangun Smart Locker Berbasis Internet Of Things P - ISSN: 2302-3295*. 11(1).
<https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i1.121187>
- Sharma, S., Thirumalaisamy, M., Balusamy, B., Chilamkurti, N. (Eds.). (2024–2025). *Artificial Intelligence and IoT for Cyber Security Solutions in Smart Cities*. [Publisher].
<https://doi.org/10.1201/9781003459835>
- Shull, H. (1977). The overhead headache. *Science*, 195(4279), 639.
<https://doi.org/10.1126/science.195.4279.639>
- Tappari, S. (2023). *IoT Based Smart Home Automation and Security*. LAP Lambert Academic Publishing.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.54204>
- Vardakis, G. (2024). *Review of Smart-Home Security Using the Internet of Things*. *Electronics*, 13(16), 3343.
<https://doi.org/10.3390/electronics13163343>
- Watmah, S., Kautsar, H. A. Al, & Suryanto, S. (2021). Perancangan Sistem Keamanan Brankas Menggunakan Metode Finger Print Berbasis SMS Gateway. *INSANtek*, 2(2), 35–39.
<https://doi.org/10.31294/instk.v2i2.907>

You, L., Zhou, J., Li, Z., Chen, F. (2024).
AI Ethics in Smart Homes: Progress,
User Requirements and Challenges.
arXiv preprint.