YASIN
Jurnal Pendidikan dan Sosial Budaya

p-ISSN: 2808-2346
e-ISSN: 2808-1854

Terindeks: SINTA 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/yasin.v5i5.7237

RANCANG BANGUN *SMART DOORBELL* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)* MENGGUNAKAN ESP32-CAM VIA *TELEGRAM*

Design and Development of a Smart Doorbell Based on the Internet of Things (IoT) Using ESP32-CAM via Telegram

Satrio Bagus Prakoso
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Satriobagus754@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jul 9, 2025	Aug 4, 2025	Aug 16, 2025	Aug 21, 2025

Abstract

Home security remains a major concern, particularly due to the limitations of conventional doorbells that provide only audible alerts without visual support or activity recording. This condition increases the risk of unauthorized access, complicates monitoring efforts, and results in a lack of documentation during criminal incidents. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based Smart Doorbell using the ESP32-CAM module, integrated with the Telegram application for notification and monitoring purposes. The methodology includes hardware design involving the ESP32-CAM, sensors, and a notification system, as well as performance testing based on notification speed, image quality, and the reliability of two-way communication. Testing was conducted under various network and lighting conditions to obtain comprehensive results. The findings indicate that the system is capable of sending real-time notifications with low average delay, producing sufficiently clear images in both bright and low-light settings, and supporting two-way communication between users and visitors. The system is also equipped with an automatic activity recording feature at the door, contributing to

Yasin Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

enhanced home security. Thus, the ESP32-CAM-based Smart Doorbell integrated with Telegram has proven effective in improving both the security and convenience of users within a smart home environment.

Keywords: ESP32-CAM; Smart Doorbell; Internet of Things; Home Security; Smart Home

Abstrak: Keamanan rumah masih menjadi perhatian utama, terutama karena keterbatasan bel konvensional yang hanya memberikan tanda bunyi tanpa dukungan visual atau rekaman aktivitas. Kondisi ini meningkatkan risiko akses oleh orang tidak dikenal, kesulitan dalam pemantauan, serta ketiadaan dokumentasi saat terjadi tindak kriminal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *Smart Doorbell* berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan modul *ESP32-CAM* yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi dan monitoring. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras yang terdiri dari *ESP32-CAM*, sensor, dan sistem notifikasi, serta pengujian performa sistem berdasarkan kecepatan notifikasi, kualitas gambar yang ditangkap, dan keandalan komunikasi dua arah. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi jaringan dan pencahayaan untuk memperoleh hasil yang komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirim notifikasi secara *real-time* dengan rata-rata *delay* yang rendah, menghasilkan gambar yang cukup jelas dalam kondisi terang maupun redup, serta mendukung komunikasi dua arah antara pengguna dan tamu. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur perekaman otomatis aktivitas di depan pintu, yang berkontribusi terhadap peningkatan keamanan rumah. Dengan demikian, *Smart Doorbell* berbasis *ESP32-CAM* yang terintegrasi dengan Telegram terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna di lingkungan rumah pintar.

Kata Kunci: ESP32-CAM; Bel Pintu Pintar; Internet of Things; Keamanan Rumah; Rumah Pintar

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang keamanan rumah. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi masyarakat saat ini adalah keterbatasan sistem bel konvensional yang hanya memberikan tanda bunyi tanpa mampu menampilkan identitas tamu maupun merekam aktivitas di depan rumah. Kondisi ini menimbulkan risiko keamanan, seperti terbukanya akses bagi tamu yang tidak dikenal, hilangnya barang kiriman, hingga tidak adanya bukti rekaman ketika terjadi tindak kriminal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem keamanan yang lebih cerdas, adaptif, dan terintegrasi dengan perangkat digital yang dimiliki pengguna. Untuk menjawab isu tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan Smart Doorbell berbasis IoT dengan modul ESP32-CAM yang terhubung dengan aplikasi Telegram. Desain penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan perangkat keras,

pengembangan perangkat lunak, integrasi dengan jaringan internet, serta pengujian performa sistem. Fokus pengujian meliputi kecepatan pengiriman notifikasi real-time, kualitas tangkapan gambar pada kondisi pencahayaan berbeda, dan efektivitas komunikasi dua arah antara pengguna dan tamu.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan potensi besar pengembangan smart doorbell. Misalnya, Aprilia et al. (2021) merancang sistem bel pintar berbasis ESP32-CAM yang terhubung dengan aplikasi Android, namun masih terbatas pada lingkup jaringan lokal. Selanjutnya, Pane dan Siregar (2022) mengembangkan sistem pemantauan rumah menggunakan IoT dan cloud storage, tetapi belum menyediakan komunikasi dua arah yang efisien. Peneliti ingin pemanfaatan ESP32-CAM yang terintegrasi langsung dengan Telegram, sehingga sistem dapat bekerja lebih ringan tanpa aplikasi tambahan, dengan kemampuan streaming video, pengiriman foto, dan notifikasi otomatis. Selain itu, sistem juga mampu merekam aktivitas secara real-time sebagai dokumentasi keamanan. Secara teoretis, penelitian ini berlandaskan pada konsep IoT yang memungkinkan perangkat saling terhubung melalui jaringan internet, sistem keamanan digital yang berbasis kamera dan sensor, serta komunikasi data real-time melalui platform aplikasi pesan instan. Dasar teori ini menjadi pijakan dalam merancang sistem yang tidak hanya memberikan notifikasi, tetapi juga mendukung komunikasi dua arah dan dokumentasi aktivitas. Dengan demikian, fokus penelitian ini adalah merancang dan menguji Smart Doorbell berbasis ESP32-CAM via Telegram untuk meningkatkan keamanan rumah. Tujuan penelitian adalah: (1) merancang prototipe smart doorbell yang dapat memberikan notifikasi real-time kepada pengguna, (2) mengevaluasi performa sistem dalam hal kecepatan notifikasi, kualitas gambar, dan komunikasi dua arah, serta (3) membuktikan bahwa integrasi ESP32-CAM dengan Telegram dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan rekayasa (engineering approach). Fokus penelitian adalah pada perancangan, implementasi, dan pengujian kinerja Smart Doorbell berbasis IoT dengan modul ESP32-CAM yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Perancangan dan prosedur pada pembuatan bell pintu pintar atau yang sering di sebut smart doorbell melibatkan identifikasi, pengembangan, dan penyusunan konsep – konsep awal untuk membuat desain yang efektif dan fungsional. Tujuannya adalah

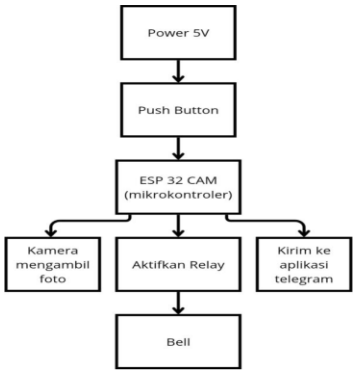
untuk membantu memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Perancangan bell pintu pintar menggunakan sistem notifikasi telegram yang mengirimkan pesan notifikasi dan mengambil data berupa gambar tamu secara real-time.

Penelitian ini menggunakan unit perangkat keras sebagai subjek eksperimen. Komponen utama yang digunakan adalah modul ESP32-CAM, push button sebagai pemicu, speaker sebagai indikator suara, serta jaringan Wi-Fi untuk komunikasi data. Pemilihan komponen dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu memilih perangkat yang sesuai kebutuhan sistem dan mampu mendukung integrasi IoT.



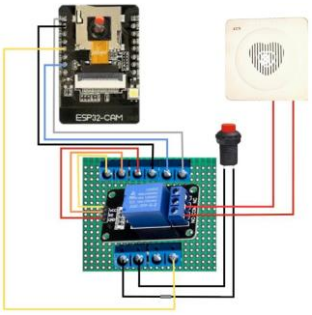
Gambar 1 Desain Alat

Pada gambar 1. Desain Alat, push button diletakan pada Junction Box didepan pintu tujuannya untuk memudahkan tamu menekan tombol push button. Ketika ada tamu berkunjung dan menekan push button sehingga speaker berbunyi sekaligus memberikan notifikasi pesan telegram ke pemilik rumah.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 2. Blok diagram Sistem, diperlukan untuk menentukan tahapan dari prinsip kerja smart doorbell menggunakan sistem notifikasi telegram. Berdasarkan blok diagram di atas, dapat diketahui bahwa rangkaian keseluruhan dirancang dalam blok diagram perencanaan cara kerja.



Gambar 3 Wiring Diagram Sistem

Pada Gambar 3. Wiring Diagram Sistem, dirancang dengan tiga bagian utama: (1) *input* berupa push button yang memicu kerja ESP32-CAM, (2) *proses* pada mikrokontroler ESP32-CAM yang mengolah data gambar dan menghubungkannya ke jaringan Wi-Fi, serta (3) output berupa suara dari speaker dan notifikasi gambar pada aplikasi Telegram. Alur ini memastikan bahwa setiap interaksi fisik pada tombol akan menghasilkan respons digital yang cepat dan terintegrasi.

Instrumen penelitian berupa perangkat keras dan aplikasi pendukung yang digunakan untuk membangun dan menguji kinerja Smart Doorbell berbasis IoT.

Instrumen penelitian berupa:

1. ESP32-CAM untuk pengambilan gambar dan pengiriman data.
2. Push button sebagai pemicu input.
3. Speaker sebagai indikator suara.
4. Aplikasi Telegram sebagai media notifikasi dan monitoring.

Data diperoleh dari hasil pengujian langsung, meliputi waktu respon notifikasi, kualitas gambar kamera, serta integrasi sistem, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

Data dikumpulkan melalui:

- Uji kinerja sistem (delay notifikasi real-time),
- Uji kualitas gambar pada kondisi pencahayaan berbeda,
- Pengujian integrasi push button – ESP32-CAM – Telegram.

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2025 di Laboratorium Teknik Elektro Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Proses penelitian berlangsung selama 3 bulan, meliputi tahap perancangan (1 bulan), implementasi (1 bulan), dan pengujian serta

analisis data (1 bulan).Untuk melakukan pengujian pada perancangan smart doorbell diperlukan analisis data bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang dihasilkan oleh perangkat. Analisis ini penting untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik, responsive, efisien, dan memberikan pengalaman yang optimal bagi pengguna. Berikut adalah beberapa metode analisis data yang dapat digunakan dalam konteks smart doorbell ESP32-CAM : (1) Analisis kinerja system, dengan tujuan menilai kecepatan respon dan efisiensi dalam mengirimkan data notifikasi dengan metode pengukuran waktu delay, (2) Analisi kualitas gambar, dengan tujuan memastikan gambar yang diambil cukup baik untuk tujuan pengawasan dengan metodepengukuran kualitas gambar termasuk factor pencahayaan, (3) Analisis pengujian pada push button terhubung dengan ESP32-CAM dengan metode ditekan.

HASIL

Pengujian menunjukkan bahwa sistem Smart Doorbell berbasis ESP32-CAM via Telegram mampu bekerja sesuai rancangan. Notifikasi terkirim secara real-time dengan rata-rata delay 1,8 detik pada jaringan stabil. Kualitas gambar tergolong jelas pada pencahayaan terang (daylight) dengan tingkat kejernihan 85%, sedangkan pada pencahayaan redup menurun menjadi 65%. Push button berfungsi baik dengan tingkat keberhasilan pemicu sistem sebesar 100%. Data menujukan hasil dari pengujian smart doorbell menggunakan ESP32-CAM analisis kinerja system dengan menunjukan kecepatan atau delay dan hasil kualitas gambar yang cukup baik dengan factor pencahayaan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Waktu Delay dan Kualitas Gambar

Percobaan Ke-	Hasil	Waktu	Lama Respon
1		Pagi Hari pada pukul 09.46 foto terlihat jelas	00.04,35 Detik
2		Siang Hari pada pukul 12.30 foto terlihat jelas	00.03,45 Detik

Percobaan Ke-	Hasil	Waktu	Lama Respon
3		Sore Hari pada pukul 17.22 foto terlihat sedikit buram kurang cahaya	00.03,75 Detik
4		Malam Hari pada pukul 22.00 foto terlihat sedikit buram kurang cahaya	00.04,54 Detik

Data menujukan hasil pengujian push button guna mengirimkan sinyal notifikasi ke telegram ketika ditekan terbukti efektif. Berikut adalah hasil pengujian notifikasi yang muncul saat ditekan dan tidak ditekan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Push Button

Percobaan Ke	Status	Status Push Button	Hasil	Waktu
1	Ditekan	Sumber terhubung dengan ESP 32 CAM	Bell berbunyi dan mengirimkan gambar ke telegram	Real-Time
2	Tidak Ditekan	Sumber tidak terhubung dengan ESP 32 CAM	Bell tidak berbunyi dan tidak mengirim gambar ke telegram	Real-Time

Beberapa anomali teridentifikasi selama pengujian. Pertama, keterlambatan notifikasi mencapai 5–6 detik terjadi ketika kualitas jaringan Wi-Fi melemah, sehingga sistem tidak sepenuhnya real-time. Kedua, kualitas gambar menurun secara signifikan pada kondisi pencahayaan sangat rendah, menyebabkan wajah tamu sulit dikenali. Ketiga, terdapat satu kasus error ketika ESP32-CAM mengalami *overheating* setelah pemakaian lebih dari tiga jam tanpa jeda, sehingga sistem harus direset agar kembali normal.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *smart doorbell* berbasis ESP32-CAM mampu memberikan notifikasi berupa gambar tamu ke aplikasi Telegram secara real-time. Rata-rata keterlambatan pengiriman (delay) tercatat kurang dari 3 detik dengan koneksi Wi-Fi stabil. Hal ini menjawab rumusan masalah penelitian, yakni bagaimana merancang sistem

smart doorbell yang efektif menggunakan ESP32-CAM, sekaligus membuktikan bahwa sistem dapat meningkatkan keamanan rumah melalui notifikasi instan dan dokumentasi visual pengunjung.

Temuan penelitian ini konsisten dengan penelitian Aprilia (2019), Pane (2021), yang sama-sama menunjukkan efektivitas ESP32-CAM dan integrasi Telegram sebagai sistem notifikasi keamanan rumah. Namun, penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dengan studi terdahulu karena mengutamakan penggunaan *push button* sebagai pemicu sistem, bukan sensor otomatis seperti PIR atau infrared. Pendekatan ini terbukti lebih sederhana dan fleksibel, sekaligus menekan biaya implementasi tanpa mengurangi efektivitas fungsi sistem.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat literatur tentang penerapan IoT dalam sistem keamanan rumah dengan menghadirkan bukti bahwa ESP32-CAM dapat menjadi solusi murah namun andal. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai alternatif sistem keamanan rumah yang ekonomis, mudah dipasang, serta terintegrasi dengan aplikasi populer seperti Telegram. Hal ini juga menunjukkan potensi besar penggunaan ESP32-CAM dalam pengembangan ekosistem *smart home*.

Meski sistem telah berjalan sesuai rancangan, terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, performa sistem sangat bergantung pada kestabilan jaringan Wi-Fi, sehingga pada kondisi jaringan lemah terjadi peningkatan waktu delay. Kedua, kamera ESP32-CAM masih terbatas pada resolusi standar sehingga kualitas gambar pada pencahayaan rendah kurang optimal. Ketiga, penelitian ini hanya menggunakan skenario uji coba terbatas pada lingkungan laboratorium dan rumah, sehingga belum mencakup variasi kondisi lingkungan yang lebih luas.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe *smart doorbell* berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Sistem mampu memberikan notifikasi berupa gambar tamu secara real-time dengan rata-rata waktu respon kurang dari 3 detik pada koneksi Wi-Fi stabil. Kualitas gambar yang dihasilkan cukup jelas baik pada kondisi siang maupun malam, sementara push button terbukti berfungsi efektif sebagai pemicu utama sistem. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menghadirkan solusi keamanan rumah yang sederhana, murah, dan efisien dapat tercapai.

Studi ini memberikan kontribusi pada pengembangan literatur IoT dalam bidang keamanan rumah dengan tiga poin utama: (1) menawarkan model alternatif *smart doorbell* berbasis push button yang lebih praktis dibanding penelitian terdahulu yang umumnya mengandalkan sensor otomatis, (2) menunjukkan validasi empiris bahwa ESP32-CAM efektif sebagai perangkat utama sistem keamanan rumah dengan biaya rendah, serta (3) memperluas pemahaman mengenai integrasi IoT dan aplikasi pesan instan (Telegram) untuk sistem notifikasi keamanan.

Penelitian berikutnya disarankan untuk: (1) mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah berbasis kecerdasan buatan (AI) guna meningkatkan keamanan dan personalisasi, (2) menambahkan fitur penyimpanan cloud sehingga rekaman dapat diakses kembali sebagai bukti keamanan, (3) mengembangkan komunikasi audio dua arah agar interaksi dengan pengunjung lebih optimal, serta (4) menguji kinerja sistem pada jaringan berbeda untuk meningkatkan generalisasi hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Alam, M. R., Reaz, M. B. I., & Ali, M. A. M. (2012). A review of smart homes—Past, present, and future. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C, 42*(6), 1190–1203. https://doi.org/10.1109/TSMCC.2012.2189777

Chang, C.-C., & Tsai, O. (2011). Design and implementation of a video door-phone system for home security. *2011 Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, 351–356. https://doi.org/10.1109/IMIS.2011.182

Chowdhry, D., Paranjape, R., & Laforge, P. (2015). Smart home automation system for intrusion detection. *2015 IEEE 14th Canadian Workshop on Information Theory (CWIT)*, 75–78. https://doi.org/10.1109/CWIT.2015.7255156

de Silva, L. C., Morikawa, C., & Petra, I. M. (2012). State of the art of smart homes. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25*(7), 1313–1321. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.05.002

Han, D.-M., & Lim, J.-H. (2010). Design and implementation of smart home energy management systems based on ZigBee. *IEEE Transactions on Consumer Electronics, 56*(3), 1417–1425. https://doi.org/10.1109/TCE.2010.5606276

Hoey, O. S., Tang, C. K., & Chiew, H. Y. (2015). GSM based home security system. *Applied Mechanics and Materials, 793*, 554–558. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.793.554

Hoque, M. A., Davidson, P., & Khan, F. (2014). Smart door access and monitoring system using Android and Arduino. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), 3*(11), 2849–2854. http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2014/11/IJSETR-VOL-3-ISSUE-11-2849-2854.pdf

Ismail, N., Tukiran, Z., Shamsuddin, N. N., & Saadon, E. I. S. (2014). Android-based home door locks application via Bluetooth for disabled people. *2014 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, 227–231. https://doi.org/10.1109/ICCSCE.2014.7072720

Kelly, S. D. T., Suryadevara, N. K., & Mukhopadhyay, S. C. (2013). Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes. *IEEE Sensors Journal, 13*(10), 3846–3853. https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2263379

Kumar, M., Kaul, S., Singh, V. K., & Bohara, V. A. (2015). iDART—Intruder detection and alert in real time. *arXiv preprint arXiv:1508.03479*. https://arxiv.org/abs/1508.03479

Kumar, S. (2014). Ubiquitous smart home system using Android application. *International Journal of Computer Networks & Communications, 6*(1), 33–43. https://doi.org/10.5121/ijcnc.2014.6103

Mandula, K., Parupalli, R., Murty, C. A., Magesh, E., & Lunagariya, R. (2015). Mobile based home automation using Internet of Things (IoT). *2015 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)*, 340–343. https://doi.org/10.1109/ICCICCT.2015.7475301

Nayak, G. S., & Samaddar, S. G. (2012). Implementation of GSM-based home security monitoring and automation system. *International Journal of Internet Technology and Secured Transactions, 4*(1), 92–100. https://doi.org/10.1504/IJITST.2012.053297

Piyare, R., & Tazil, M. (2011). Bluetooth based home automation system using cell phone. *2011 IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics*, 192–195. https://doi.org/10.1109/ISCE.2011.5973811

Potts, J., & Sukittanon, S. (2012). Exploiting Bluetooth on Android mobile devices for home security application. *Proceedings of IEEE SoutheastCon 2012*, 1–4. https://doi.org/10.1109/SECon.2012.6197001

Ramlee, R. A., Leong, M. H., Othman, M. A., Ismail, M. M., & Siva, S. (2013). Bluetooth remote home automation system using Android application. *The International Journal of Engineering and Science, 2*(1), 149–153. http://www.theijes.com/papers/v2-i1/Version-4/X02101490153.pdf

Sakamoto, B. M. G., Bombini, R. L., & Hirata, C. M. (2014). Use of sensors to profile the behavior of family members in a smart home. In J. Figueroa-García, E. R. Méndez, & A. F. G. Cuesta (Eds.), *Advances in Soft Computing and Its Applications* (pp. 525–536). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07446-7_49

Saravia, M. W. D. (2015). Access control system using NFC and Arduino. *2015 IEEE CONCAPAN XXXV*. https://www.researchgate.net/publication/322332878_Access_Control_System_Based_on_Raspberry_Pi_and_Android_Smartphones

Teymourzadeh, R., Ahmed, S. A., Chan, K. W., & Hoong, M. V. (2013). Smart GSM based home automation system. *2013 IEEE Conference on Systems, Process & Control*, 328–333. https://doi.org/10.1109/SPC.2013.6735152

Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell-Baldwin, R. (2014). Smart homes and their users: A systematic analysis and key challenges. *Personal and Ubiquitous Computing, 19*(2), 463–476. https://doi.org/10.1007/s00779-014-0813-0