Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari

OPEN ACCESS

https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

Sistem Bel Pintu Pintar Berbasis Iot dengan Notifikasi Foto Telegram Menggunakan Esp32-Cam

Aditya Dwi Fajri [1*], Kemas Muhammad Wahyu Hidayat [2] Dedi Haryanto [3]

[1*,2,3] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.

Corresponding Email: dpaditya19@gmail.com [1*], wahyu_hidayat@um-palembang.ac.id [2], dedi_haryanto@um-palembang.ac.id [3]

Histori Artikel:
Dikirim 04 Oktober 2026; *Diterima dalam bentuk revisi* 10 Oktober 2026; *Diterima* 10 November 2026; *Diterbitkan* 27 Januari 2027. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Bel pintu konvensional hanya memberikan notifikasi berupa bunyi, sehingga pemilik rumah tidak dapat mengetahui siapa yang datang ketika berada di luar rumah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi bel pintu pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang mengirimkan foto pengunjung ke aplikasi Telegram saat tombol bel ditekan. Sistem ini menggunakan modul ESP32-CAM sebagai mikrokontroler sekaligus kamera, tombol tekan sebagai pemicu, buzzer sebagai indikator lokal, serta Telegram Bot API yang dipanggil langsung dari perangkat. Penelitian dilakukan melalui analisis kebutuhan, perancangan, implementasi prototipe, dan pengujian eksperimen yang mencakup uji fungsional (130 percobaan), uji kinerja pada tiga kondisi jaringan Wi-Fi (90 percobaan), uji kualitas gambar pada empat kondisi pencahayaan dan tiga jarak (60 foto), serta uji keamanan dasar. Seluruh aspek fungsional berjalan sesuai dengan rancangan. Tingkat keberhasilan pengiriman foto mencapai 100% pada jaringan stabil (RSSI sekitar −52 dBm), 96,7% pada jaringan sedang (−68 dBm), dan 80,0% pada jaringan lemah (−79 dBm), dengan rata-rata waktu tanggap berturut-turut 2,84 s, 4,12 s, dan 7,95 s. Foto pengunjung masih dapat dikenali hingga jarak 3 m pada siang dan sore hari, namun kualitasnya menurun pada malam hari tanpa pencahayaan tambahan. Pengujian keamanan menunjukkan bahwa lalu lintas data terenkripsi, tetapi validasi sertifikat server belum diterapkan, dan token bot tersimpan di dalam firmware. Prototipe ini layak digunakan sebagai solusi pemantauan tamu berbiaya rendah untuk skala rumah tangga, dengan perbaikan keamanan dan pencahayaan sebagai pengembangan lanjutan.

Kata Kunci: Internet of Things; Bel pintu pintar; ESP32-CAM; Telegram Bot; Monitoring tamu.

Abstract

Conventional doorbells only provide notifications in the form of sound, preventing homeowners from knowing who is at the door when they are outside. This research aims to design, build, and evaluate a smart doorbell based on the Internet of Things (IoT) that sends photos of visitors to a Telegram application when the doorbell button is pressed. The system utilizes the ESP32-CAM module as both a microcontroller and a camera, a push button as a trigger, a buzzer as a local indicator, and the Telegram Bot API, which is called directly from the device. The research was conducted through needs analysis, design, prototype implementation, and experimental testing, which included functional testing (130 trials), performance testing under three Wi-Fi network conditions (90 trials), image quality testing under four lighting conditions and three distances (60 photos), as well as basic security testing. All functional aspects operated according to the design. The success rate of photo transmission reached 100% on a stable network (RSSI around −52 dBm), 96.7% on a moderate network (−68 dBm), and 80.0% on a weak network (−79 dBm), with average response times of 2.84 s, 4.12 s, and 7.95 s, respectively. Visitor photos could still be recognized up to a distance of 3 m during the day and afternoon, but the quality decreased at night without additional lighting. Security testing indicated that data traffic was encrypted; however, server certificate validation had not been implemented, and the bot token was stored within the firmware. This prototype is deemed suitable as a low-cost guest monitoring solution for household scale, with improvements in security and lighting as future developments.

Keyword: Internet of Things; Smart doorbell; ESP32-CAM; Telegram Bot; Visitor monitoring.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga data dapat dipantau dari jarak jauh (Gubbi et al., 2013). Salah satu penerapannya adalah sistem keamanan dan pemantauan rumah yang memberikan pemilik akses informasi secara waktu nyata melalui perangkat bergerak (Alaa et al., 2017; Al-Fuqaha et al., 2015). Di sisi lain, bel pintu konvensional masih banyak digunakan dan hanya menghasilkan bunyi, sehingga pemilik rumah tidak memperoleh informasi visual tentang pengunjung, terutama ketika penghuni sedang tidak berada di rumah. Sejumlah penelitian telah mengembangkan bel pintu pintar (smart doorbell) atau sistem keamanan pintu dengan modul ESP32-CAM yang mengirim notifikasi melalui Telegram (Kusuma et al., 2023; Merilsafani et al., 2024; Prakoso, 2025; Pratama et al., 2025; Saputra & Sulistyo, 2024; Syavira, 2025). Modul ESP32-CAM dipilih karena ukurannya yang ringkas, harganya yang relatif murah, serta telah menyertakan kamera OV2640, slot microSD, serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth dalam satu modul (Espressif Systems, 2020). Telegram dipilih sebagai media notifikasi karena Telegram Bot API memungkinkan perangkat IoT untuk mengirim pesan teks maupun gambar melalui permintaan HTTPS tanpa perlu membangun aplikasi seluler sendiri dan tanpa server perantara tambahan (Kurniawan et al., 2021; Pasha & Rahman, 2020; Satria et al., 2022). Tabel 1 merangkum perbandingan penelitian ini dengan beberapa studi sebelumnya.

Tabel 1. Perbandingan dengan penelitian terkait

Penelitian	Perangkat Utama	Notifikasi	Fokus Utama
Saputra & Sulistyo (2024)	ESP32-CAM	Telegram	Alat keamanan depan rumah berbasis IoT
Prakoso (2025)	ESP32-CAM	Telegram	Smart doorbell berbasis IoT
Pasha & Rahman (2020)	IoT umum	Telegram Bot	Pengiriman data dan gambar real-time
Satria dkk. (2022)	ESP32	Telegram Bot	Smart home secara umum
Penelitian ini	ESP32-CAM	Telegram Bot API langsung	Monitoring tamu ekonomis, indikator gangguan Wi-Fi, dan evaluasi fungsional

Berdasarkan Tabel 1, penelitian terdahulu pada umumnya menitikberatkan pada rancang bangun alat dan demonstrasi fungsi pengiriman notifikasi, atau pada pengiriman data melalui Telegram secara umum. Penelitian ini berbeda dalam tiga hal. Pertama, kinerja sistem dievaluasi secara kuantitatif dengan jumlah percobaan yang jelas pada tiga kondisi jaringan, empat kondisi pencahayaan, dan tiga jarak pengambilan foto, tidak hanya dinyatakan berhasil atau gagal. Kedua, *buzzer* digunakan sebagai indikator lokal sekaligus penanda gangguan koneksi Wi-Fi sehingga tamu dan pemilik rumah mengetahui bahwa foto tidak dapat dikirim. Ketiga, penelitian ini menganalisis aspek keamanan data foto pengunjung pada arsitektur tanpa server perantara, yang sepanjang penelusuran penulis belum dibahas secara eksplisit pada penelitian pada Tabel 1. Foto pengunjung merupakan data pribadi yang dapat mengungkap identitas dan kebiasaan penghuni maupun tamu sehingga perlu dilindungi. Perangkat IoT berbiaya rendah rentan terhadap kelemahan seperti kredensial yang tertanam di dalam program, komunikasi tanpa verifikasi identitas server, dan mekanisme pembaruan yang tidak aman (OWASP, 2018; Roman dkk., 2013; Sicari dkk., 2015; Lin dkk., 2017). Di Indonesia, pelindungan data pribadi diatur dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 (Republik Indonesia, 2022). Pada sistem ini, foto dikirim melalui HTTPS ke Telegram Bot API (Telegram, t.t.) dan disimpan pada layanan Telegram, bukan pada server milik penulis. Namun, cara perangkat memverifikasi server, menyimpan token bot, dan membatasi penerima foto menentukan tingkat keamanannya. Oleh karena itu, penelitian ini memasukkan analisis keamanan dasar dan perlindungan data pengguna sebagai bagian dari evaluasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada kesederhanaan arsitektur perangkat keras tunggal (ESP32-CAM) tanpa server tambahan, integrasi indikator *buzzer* untuk status koneksi, evaluasi kuantitatif pada berbagai kondisi jaringan,

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

pencahayaan, dan jarak, serta analisis keamanan data foto tamu pada skala rumah tangga. Penelitian ini memberikan kontribusi berikut:

1) Rancang bangun prototipe monitoring tamu berbiaya rendah berbasis satu modul ESP32-CAM yang memanggil Telegram Bot API langsung dari perangkat, tanpa server perantara milik sendiri.
2) Penambahan indikator lokal berupa buzzer, termasuk untuk memberi tahu adanya gangguan koneksi Wi-Fi atau pemutusan jaringan.
3) Evaluasi kuantitatif tingkat keberhasilan dan waktu tanggap pengiriman foto pada tiga kondisi jaringan, kualitas gambar pada berbagai pencahayaan dan jarak, serta dokumentasi teknis (arsitektur, skema, dan algoritma) agar rancangan dapat direplikasi dengan mudah.
4) Analisis keamanan dasar sistem beserta rekomendasi perlindungan data pengguna.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah (1) merancang dan membangun bel pintu pintar berbasis ESP32-CAM yang mengambil foto pengunjung saat tombol ditekan, (2) mengintegrasikan perangkat tersebut dengan Telegram untuk mengirim notifikasi foto, (3) mengevaluasi kinerja sistem dalam hal keberhasilan dan waktu pengiriman pada berbagai kondisi jaringan serta kualitas gambar pada berbagai kondisi pencahayaan dan jarak, dan (4) menganalisis aspek keamanan sistem terhadap data foto pengunjung.

2. Metode Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (system development life cycle) yang dilanjutkan dengan metode eksperimen. Tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi dan perumusan masalah: menganalisis keterbatasan bel konvensional.
2. Studi literatur: mengkaji referensi terkait IoT, ESP32-CAM, dan Telegram Bot.
3. Perancangan sistem hardware dan software: menyusun skema rangkaian dan alur logika program.
4. Implementasi dan perakitan prototipe: merakit komponen ke dalam box pelindung dan mengunggah program melalui Arduino IDE.
5. Pengujian dan analisis: menguji fungsionalitas, kinerja pengiriman, kualitas gambar, dan mengunggah program melalui Arduino IDE.

2.2 Perangkat Keras dan Lunak

Sistem dibangun menggunakan komponen perangkat keras (Horowitz & Hill, 2015) yang dirinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar komponen perangkat keras

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32-CAM (OV2640)	Mikrokontroler, pengolah citra, dan modul Wi-Fi
2	ESP32-CAM Shield (MB)	Mempermudah pemrograman USB dan catu daya
3	Tombol tekan (push button)	Pemicu utama sistem bel pintu
4	Buzzer	Indikator suara lokal dan status koneksi Wi-Fi
5	PCB double side matrix	Media perakitan rangkaian elektronika
6	Kabel AWG 24	Penghubung antarkomponen
7	Box (3 buah)	Wadah modul utama, catu daya, dan tombol bel
8	Adaptor / catu daya	Sumber energi sistem

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

Perangkat lunak utama yang digunakan adalah Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Pustaka (*library*) yang diandalkan meliputi pustaka kamera ESP32, WiFiClientSecure, dan pustaka pengendali Telegram Bot (Kondaveeti dkk., 2021). ESP32-CAM berbasis mikrokontroler ESP32 yang telah mengintegrasikan konektivitas Wi-Fi 2,4 GHz (Babiuch dkk., 2019). Kamera dikonfigurasi pada resolusi VGA (640 × 480 piksel) dengan format JPEG dan kualitas kompresi 12. Foto dikirim dengan metode sendPhoto pada Telegram Bot API dalam format multipart/form-data melalui koneksi HTTPS (port 443).

2.3 Alur Kerja Sistem (Algoritma)

Alur kerja sistem dilaksanakan dengan langkah-langkah berikut:

1) Inisialisasi pin kamera, tombol, dan *buzzer*.
2) Menghubungkan ESP32-CAM ke jaringan Wi-Fi (maksimal 10 detik); buzzer berbunyi dua kali pendek jika tersambung dan satu kali panjang jika gagal.
3) Membaca status tombol tekan secara terus-menerus (loop).
4) Jika tombol ditekan dan masih tertekan setelah jeda debounce 50 ms, sistem memeriksa status Wi-Fi.
5) Jika Wi-Fi tersambung, kamera membuang satu bingkai lama, mengambil satu bingkai foto (snapshot) terbaru, lalu mengirimkannya ke Telegram melalui metode sendPhoto pada Bot API; buzzer berbunyi satu kali pendek (100 ms) setelah proses pengiriman selesai.
6) Jika Wi-Fi terputus atau server Telegram tidak dapat dihubungi, foto tidak terkirim dan *buzzer* membunyikan peringatan gangguan koneksi sebanyak tiga kali (400 ms menyala, 200 ms jeda).

2.4 Skenario dan Parameter Pengujian

Pengujian dilakukan pada prototipe yang dipasang di teras rumah dengan router Wi-Fi 2,4 GHz dan ponsel Android sebagai penerima Telegram. Kekuatan sinyal (RSSI) dibaca dari ESP32-CAM, intensitas cahaya diukur dengan aplikasi *lux meter* pada ponsel, dan jarak diukur dengan meteran. Pengujian dibagi menjadi empat kelompok yang dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Skenario, jumlah percobaan, dan indikator keberhasilan pengujian

Kelompok	Variabel Pengujian	Jumlah Percobaan	Indikator Keberhasilan
Fungsional	Tombol, *buzzer*, kamera, pengiriman Telegram, dan konsistensi sistem	20 per aspek; 50 penekanan berturut-turut untuk konsistensi (total 130)	Tombol terdeteksi; *buzzer* sesuai pola; bingkai JPEG valid; foto muncul di Telegram; tanpa *restart*
Kinerja pengiriman	Jaringan stabil (RSSI ≈ −52 dBm, 3 m dari router), sedang (≈ −68 dBm, 10 m, satu dinding), dan lemah (≈ −79 dBm, 18 m, dua dinding)	30 per kondisi (total 90)	Tingkat keberhasilan = foto diterima / jumlah penekanan × 100% (target ≥ 95%); waktu tanggap = selang tombol ditekan hingga foto tampil (target rata-rata ≤ 5 s)
Kualitas gambar	Siang (±500 lux), sore (±100 lux), malam dengan lampu teras (±20 lux), malam tanpa lampu (< 5 lux); jarak 1 m, 2 m, 3 m	5 foto per kombinasi (total 60 foto)	Skor 1–5 oleh tiga penilai (dirata-rata); wajah dianggap dapat dikenali jika skor ≥ 3
Keamanan dasar	Enkripsi transport, validasi sertifikat server, pembatasan penerima, dan penyimpanan kredensial	1 skenario per aspek (total 4)	Hasil diklasifikasikan aman atau rentan

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

Waktu tanggap diukur dengan *stopwatch* pada rekaman layar ponsel dan hanya dihitung dari percobaan yang berhasil. Percobaan dinyatakan gagal apabila foto tidak diterima dalam 15 detik setelah tombol ditekan, sesuai batas waktu koneksi pada program. Setiap percobaan diberi jeda minimal 10 detik agar tiap percobaan bersifat independen.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil Implementasi Prototipe

Penelitian menghasilkan sebuah prototipe bel pintu pintar yang dikemas dalam tiga box terpisah guna memisahkan modul utama, catu daya, dan tombol fisik, sehingga memudahkan proses instalasi di luar ruangan. Ketika tombol ditekan, sistem secara otomatis mengeksekusi pengambilan foto dan mengirimkannya ke akun Telegram pengguna.

3.1.2 Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan setiap bagian bekerja sesuai perancangan pada kondisi jaringan stabil dan pencahayaan siang hari. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian fungsional sistem

No	Aspek yang Diuji	Skenario Pengujian	Jumlah Uji	Berhasil	Keterangan
1	Tombol bel	Tombol ditekan satu kali	20	20 (100%)	Penekanan terdeteksi setelah jeda debounce 50 ms
2	Buzzer	Router dimatikan, lalu tombol ditekan	20	20 (100%)	Berbunyi tiga kali sebagai indikator gangguan koneksi
3	Kamera ESP32-CAM	Pengambilan foto saat bel ditekan	20	20 (100%)	Bingkai JPEG VGA valid; ukuran berkas rata-rata ± 28 KB
4	Pengiriman Telegram	Mengirim foto melalui Bot Telegram pada jaringan stabil	20	20 (100%)	Foto diterima dengan keterangan "Ada Tamu!"
5	Konsistensi sistem	Penekanan tombol berulang	50	50 (100%)	Tidak terjadi restart atau kegagalan fungsi

3.1.3 Hasil Pengujian Kinerja Pengiriman Foto

Pengujian kinerja dilakukan pada tiga kondisi jaringan dengan 30 percobaan pada setiap kondisi. Hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat keberhasilan dan waktu tanggap pengiriman foto

Kondisi Jaringan	RSSI (dBm)	Percobaan	Berhasil	Tingkat Keberhasilan	Waktu Tanggap Rerata ± SD (s)	Min–Maks (s)
Stabil	−52	30	30	100%	2,84 ± 0,34	2,31–3,62
Sedang	−68	30	29	96,7%	4,12 ± 0,77	3,05–6,48
Lemah	−79	30	24	80,0%	7,95 ± 2,41	5,20–13,40
Total	–	90	83	92,2%	4,77	2,31–13,40

Tingkat keberhasilan keseluruhan adalah 92,2% (83 dari 90 percobaan). Target keberhasilan ≥ 95% dan waktu tanggap rata-rata ≤ 5 s terpenuhi pada jaringan stabil dan sedang, tetapi tidak pada jaringan lemah. Tujuh kegagalan seluruhnya berupa foto yang tidak diterima dalam 15 detik, yaitu

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

satu pada jaringan sedang dan enam pada jaringan lemah. Waktu tanggap rata-rata pada jaringan lemah sekitar 2,8 kali lebih lama dibandingkan jaringan stabil.

3.1.4 Hasil Pengujian Kualitas Gambar

Kualitas gambar dinilai oleh tiga penilai pada skala 1 (wajah tidak dikenali) sampai 5 (sangat jelas). Skor pada Tabel 6 merupakan rata-rata dari lima foto pada setiap kombinasi kondisi cahaya dan jarak.

Tabel 6. Skor kualitas gambar pada berbagai pencahayaan dan jarak

Kondisi Pencahayaan	Intensitas (lux)	1 m	2 m	3 m	Keterangan
Siang	± 500	4,7	4,5	4,2	Wajah jelas pada semua jarak
Sore	± 100	4,3	4,0	3,6	Wajah jelas; sedikit noise
Malam, lampu teras	± 20	3,2	2,8	2,3	Wajah dikenali hingga 1 m; mulai buram pada 2–3 m
Malam, tanpa lampu	< 5	1,7	1,4	1,2	Wajah tidak dikenali; gambar gelap dan berbintik

Kualitas gambar menurun seiring berkurangnya cahaya dan bertambahnya jarak. Pada malam hari tanpa lampu, foto tidak dapat digunakan untuk mengenali pengunjung. LED *flash* bawaan ESP32-CAM tidak diaktifkan pada program prototipe ini.

3.1.5 Hasil Pengujian Keamanan Dasar

Pengujian keamanan dasar dilakukan pada empat aspek dan hasilnya dirangkum pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian keamanan dasar

No	Aspek	Skenario Pengujian	Hasil Pengamatan	Status
1	Enkripsi transport	Lalu lintas ESP32-CAM ke api.telegram.org ditangkap dengan Wireshark	Hanya terlihat sesi TLS pada port 443; token dan foto tidak terbaca	Aman
2	Validasi sertifikat server	Perangkat diarahkan ke proxy dengan sertifikat tidak tepercaya	Koneksi tetap diterima karena program memakai setInsecure(); isi permintaan dapat dibaca proxy	Rentan
3	Pembatasan penerima	Pengguna lain memulai percakapan dengan bot, lalu tombol ditekan	Foto hanya dikirim ke chat_id yang telah ditetapkan	Aman
4	Penyimpanan kredensial	Pembacaan isi memori flash perangkat	Token bot dan kata sandi Wi-Fi tersimpan sebagai teks biasa	Rentan

Dua dari empat aspek berstatus aman dan dua aspek rentan. Data foto terlindungi selama transmisi karena memakai TLS dan hanya diterima oleh satu *chat* yang ditetapkan. Namun, TLS bergantung pada validasi sertifikat untuk memastikan identitas server (Rescorla, 2018). Karena validasi tersebut dinonaktifkan, penyerang pada jaringan yang sama berpotensi menyadap token dan foto. Selain itu, siapa pun yang memperoleh akses fisik ke perangkat dapat membaca token dan kata sandi Wi-Fi dari *firmware*. Di sisi lain, bot Telegram tidak mendukung *secret chat* sehingga foto tersimpan pada server Telegram dan tidak terenkripsi ujung ke ujung.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, integrasi antara ESP32-CAM, tombol, buzzer, dan Telegram Bot API berfungsi dengan baik tanpa memerlukan server perantara tambahan. Seluruh 130 percobaan

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

fungsional berhasil, dan indikator buzzer memberikan umpan balik langsung kepada tamu maupun pemilik rumah apabila terjadi gangguan jaringan. Kinerja pengiriman sangat dipengaruhi oleh kualitas jaringan. Ketika RSSI turun dari −52 dBm menjadi −79 dBm, tingkat keberhasilan pengiriman foto menurun dari 100% menjadi 80,0%, dan rata-rata waktu tanggap meningkat dari 2,84 s menjadi 7,95 s. Hal ini dapat dimaklumi, mengingat pengiriman foto memerlukan jabat tangan TLS dan pengunggahan berkas sekitar 28 KB melalui Wi-Fi 2,4 GHz, sehingga kehilangan paket dan pengiriman ulang pada tingkat transport memperpanjang waktu. Dengan waktu tanggap 2,84–4,12 s pada jaringan stabil dan sedang, sistem ini masih memadai untuk memberikan notifikasi kedatangan tamu. Hasil ini sejalan dengan temuan Pasha dan Rahman (2020) bahwa Telegram dapat digunakan untuk pengiriman gambar secara waktu nyata. Dalam hal kualitas gambar, penurunan skor pada malam hari menunjukkan bahwa sensor kamera OV2640 memerlukan pencahayaan tambahan. Dibandingkan dengan penelitian lain mengenai ESP32-CAM dan Telegram yang terdapat dalam Tabel 1, seperti yang dilakukan oleh Saputra dan Sulistyo (2024) serta Prakoso (2025), penelitian ini menambahkan data kuantitatif dalam berbagai kondisi pengujian, indikator buzzer untuk gangguan koneksi, serta analisis keamanan. Ketika dibandingkan dengan bel pintu pintar komersial, sistem ini unggul dalam hal biaya, kemudahan kustomisasi, dan tidak adanya biaya langganan. Namun, sistem ini masih memiliki kekurangan dalam fitur, pengiriman ulang saat jaringan lemah, penglihatan malam, dan aspek keamanan. Perbandingan ringkas disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan sistem dengan bel pintu pintar komersial

Aspek	Sistem yang Dibangun	Bel Pintu Pintar Komersial (umumnya)
Biaya	Rendah; komponen pada Tabel 2 dan Telegram tidak berbayar	Lebih tinggi; sebagian layanan penyimpanan awan berlangganan
Keluaran	Satu foto setiap penekanan tombol	Video, audio dua arah, dan deteksi gerak
Infrastruktur	Tanpa server sendiri; bergantung pada Wi-Fi dan layanan Telegram	Bergantung pada server dan aplikasi vendor
Jaringan lemah	Keberhasilan turun menjadi 80,0%; belum ada pengiriman ulang	Umumnya memiliki penyangga data dan pengiriman ulang
Malam hari	Belum ada pencahayaan tambahan; kualitas menurun	Umumnya memiliki *night vision* inframerah
Keamanan	TLS aktif, tetapi validasi sertifikat dan penyimpanan kredensial belum aman	Enkripsi dan pembaruan *firmware* umumnya dikelola vendor
Kustomisasi	Tinggi; kode dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan	Terbatas pada fitur yang disediakan vendor

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pengujian dilakukan pada tahap prototipe di satu lokasi dengan satu jenis router dan belum mencakup pengujian jangka panjang. Kedua, program belum memeriksa kode respons HTTP dari Telegram dan belum melakukan pengiriman ulang, sehingga bunyi indikator sukses tidak menjamin foto telah diterima. Ketiga, validasi sertifikat server dinonaktifkan, token bot dan kata sandi Wi-Fi tertanam di dalam program, dan LED *flash* belum dimanfaatkan untuk pencahayaan malam. Keempat, sistem belum menyimpan riwayat pengunjung dan hanya bekerja satu arah, yaitu dari bel ke pemilik rumah. Keterbatasan ini menjadi dasar pengembangan lanjutan yang diuraikan pada bagian kesimpulan.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan perancangan, perakitan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring tamu pada bel pintu berbasis IoT berhasil dibangun menggunakan modul

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

ESP32-CAM, tombol tekan, buzzer, dan Telegram Bot API. Pengujian fungsional pada lima aspek, yaitu tombol, kamera, buzzer, pengiriman pesan, dan konsistensi, menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi sesuai dengan perancangan, dengan 130 dari 130 percobaan berhasil. Sistem ini mampu mengirimkan foto pengunjung ke Telegram dengan tingkat keberhasilan 100%, 96,7%, dan 80,0%, serta rata-rata waktu tanggap 2,84 s, 4,12 s, dan 7,95 s pada jaringan stabil, sedang, dan lemah, dengan tingkat keberhasilan keseluruhan sebesar 92,2% dari 90 percobaan. Selain itu, foto pengunjung dapat dikenali hingga jarak 3 m pada siang dan sore hari, tetapi pada malam hari memerlukan pencahayaan tambahan, karena foto tidak dapat dikenali pada intensitas cahaya di bawah 5 lux. Analisis keamanan menunjukkan bahwa data terenkripsi selama transmisi dan hanya dikirim ke satu chat yang ditetapkan; namun, validasi sertifikat server belum diterapkan dan kredensial tersimpan sebagai teks biasa di dalam firmware. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat mengaktifkan validasi sertifikat server dengan sertifikat CA Telegram dan menyimpan kredensial secara terenkripsi, memeriksa respons HTTP dan menambahkan pengiriman ulang otomatis, menambahkan sensor gerak PIR untuk otomatisasi, memanfaatkan LED atau modul pencahayaan inframerah untuk penggunaan malam hari, menyimpan riwayat pengunjung beserta waktu kedatangan pada kartu microSD atau penyimpanan lain, serta menggunakan casing tahan cuaca (*weatherproof*) untuk penggunaan di luar ruangan.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemas Muhammad Wahyu Hidayat (Pembimbing), Dedi Haryanto (Penguji) dan Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang atas dukungan fasilitas dan akademik selama penelitian ini berlangsung.

6. Daftar Pustaka

Alaa, M., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Talal, M., & Kiah, M. L. M. (2017). A review of smart home applications based on Internet of Things. *Journal of network and computer applications*, *97*, 48-65.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, *17*(4), 2347-2376.

Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019, Mei). Menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk pengolahan data. Dalam *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)* (hlm. 1-6). IEEE. https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): Sebuah visi, elemen arsitektur, dan arah masa depan. *Sistem komputer generasi mendatang* , *29* (7), 1645-1660. https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010.

Hakim, AR, Permana, RS, Adidrana, D., Suryoprayogo, H., & Haryadi, D. (2026). Penerapan Metode OWASP IoT Top 10 dalam Analisis Kerentanan Keamanan Perangkat Internet of Things: Studi Kasus Smart Waste. *Jurnal Komputer* , *4* (2), 195-204. https://doi.org/10.58477/cj.v4i2.471.

Hill, W., & Horowitz, P. (2015). *[PL] The art of electronics* (No. GSI-2015-01755). Cambridge Univ. Press.

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

Kondaveeti, H. K., Kumaravelu, N. K., Vanambathina, S. D., Mathe, S. E., & Vappangi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review*, *40*, 100364.

Kusuma, A. D. (2018). *Penggunaan Telegram Bot Pada Telegram Messenger Dengan Metode Webhooks Untuk Sistem Peminjaman Infrastruktur Di Uin Maulana Malik Ibrahim Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

Kusuma, H. A., Wijaya, S. B., & Nusyirwan, D. (2023). Sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM dan Telegram sebagai notifikasi. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, *8*(1), 30-38. https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.

Lin, J., Yu, W., Zhang, N., Yang, X., Zhang, H., & Zhao, W. (2017). A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. *IEEE internet of things journal*, *4*(5), 1125-1142. https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2683200.

Nomor, U. U. (27). *Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi*.

PRAKOSO, S. B. (2025). *RANCANG BANGUN SMART DOORBELL BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ESP 32 CAM* (Doctoral dissertation, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya).

Pratama, M. T. A., Yuliani, O., & Handayani, T. (2025). Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT Dengan Integrasi Smart Doorbell dan Pengenalan Wajah. *JMTE (Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro)*, *6*(2).

Rescorla, E. (2018). *Protokol keamanan lapisan transport (TLS) versi 1.3* (No. rfc8446).

Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things. *Computer networks*, *57*(10), 2266-2279.

Saputra, C. F. M., & Sulistyo, W. (2024). Alat Keamanan Depan Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32-CAM yang Terintegrasi dengan Face Detection dan Telegram. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, *8*(1), 179-187.

Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Computer networks*, *76*, 146-164.

Syavira, R. (2025). Implementation of a smart home doorbell system for guest identification using esp32-cam and iot-based telegram chatbot integration. *Journal of Technology and Computer*, *2*(3), 171-175.

Tulummah, W. (2024). Pengembangan Sistem Kunci dan Bell Pintu Berbasis WiFi Menggunakan ESP32-CAM Terintegrasi Telegram. *Jurnal Medan Listrik* , https://doi.org/10.63440/jef.v1i2.43.

Udeze, JC (2025, September). SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN CERDAS YANG DIDUKUNG OLEH INTERNET OF THINGS BERBASIS MIKROKONTROLER ESPRESSIF SYSTEM 32. Dalam *PROSIDING KONFERENSI ASOSIASI PENDIDIK SAINS ANAMBRA* (hlm. 95-106).

E - ISSN: 3047-6674 | P - ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2164

Yamamoto, Y. Maolani, DY (2023). Penerapan Sistem Akuntabilitas Publik Dalam Mewujudkan Good Governance Di Indonesia. Jurnal Ilmu Sosial, 21 (2), 3. http://jurnaldialektika.com/Ningsih, Y.(2024). Tata kelola Administrasi Pemerintahan Nagari Lasi dalam Mewujudkan Good Governance. *SINERGI VISUAL*, 57.