
Penerapan Sistem Keamanan Lingkungan Cerdas Berbasis Teknologi

Kiki Amalia^{1*}, Luthfi Rahman², Maya Sari³

Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia

Alamat: Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Dukuh Kupang, Kec. Dukuhpakis, Surabaya

*Email kiki.amalia@uwks.ac.id

Korespondensi penulis: kiki.amalia@uwks.ac.id

Abstract. *This study aims to design and implement an intelligent environmental security system integrated with modern technology to enhance the effectiveness of surveillance and response to potential security threats in residential areas. Conventional security systems that still rely on manual guarding and passive Closed-Circuit Television (CCTV) cameras are considered less than optimal because they require continuous human monitoring and are often merely reactive. Therefore, a prototype system was developed utilizing Internet of Things (IoT) technology, motion sensors (PIR), vibration sensors, and a camera module connected to a microcontroller. Sensor data is processed in real-time and sent to a cloud computing platform for further analysis. The system is also equipped with automatic notifications in the form of push notifications to users or security personnel when suspicious activity is detected. Test results show that the system can detect motion and vibrations with a high degree of accuracy and send notifications and visual evidence in less than 5 seconds. The implementation of this technology is proven to create a more responsive environment, increase residents' sense of security, and optimize the performance of security officers through a centralized and intelligent monitoring system.*

Keywords: *Intelligent Security System, Internet of Things (IoT), Motion Sensor, Automatic Notification, Residential Environment.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem keamanan lingkungan cerdas yang terintegrasi dengan teknologi modern untuk meningkatkan efektivitas pengawasan serta respons terhadap potensi ancaman keamanan di kawasan permukiman. Sistem keamanan konvensional yang masih mengandalkan penjagaan manual dan kamera pengawas (CCTV) pasif dinilai kurang optimal karena memerlukan pengawasan manusia secara terus-menerus dan sering kali hanya bersifat reaktif. Oleh karena itu, dikembangkanlah sebuah sistem prototipe yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sensor gerak (PIR), sensor getaran, serta modul kamera yang terhubung dengan mikrokontroler. Data dari sensor diproses secara real-time dan dikirimkan ke platform komputasi awan untuk dianalisis lebih lanjut. Sistem ini juga dilengkapi dengan notifikasi otomatis berupa pesan singkat (notifikasi push) kepada pengguna atau petugas keamanan ketika terdeteksi aktivitas mencurigakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi gerakan dan getaran dengan tingkat akurasi yang tinggi serta mengirimkan notifikasi dan bukti visual dalam waktu kurang dari 5 detik. Implementasi teknologi ini terbukti dapat menciptakan lingkungan yang lebih responsif, meningkatkan rasa aman bagi warga, serta mengoptimalkan kinerja petugas keamanan melalui sistem pemantauan yang terpusat dan cerdas.

Kata kunci: Sistem Keamanan Cerdas, *Internet of Things (IoT)*, Sensor Gerak, Notifikasi Otomatis, Lingkungan Permukiman.

1. LATAR BELAKANG

Keamanan lingkungan merupakan salah satu kebutuhan dasar (*basic needs*) bagi setiap individu dalam bermasyarakat. Rasa aman dan nyaman menjadi fondasi utama untuk menciptakan kehidupan sosial yang harmonis dan produktif, terutama di kawasan permukiman. Di era modern ini, ekspektasi masyarakat terhadap tingkat keamanan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya perlindungan aset, keselamatan keluarga, dan privasi. Idealnya, sebuah lingkungan permukiman harus mampu

memberikan jaminan keamanan 24 jam penuh dengan sistem tanggap yang cepat terhadap segala bentuk potensi ancaman, seperti pencurian, perusakan, atau tindak kriminal lainnya.

Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa sistem keamanan lingkungan yang banyak diterapkan saat ini masih bersifat konvensional. Sebagian besar kompleks perumahan atau Rukun Tetangga (RT)/Rukun Warga (RW) masih mengandalkan sistem keamanan tradisional seperti pos ronda, satuan keamanan (satpam) yang berjaga secara manual, serta buku tamu. Sistem keamanan berbasis teknologi pun jika sudah ada, umumnya baru sebatas pemasangan kamera pengawas (CCTV) yang bersifat pasif. Kamera-kamera tersebut hanya merekam dan menyimpan video, tanpa memiliki kemampuan untuk menganalisis kejadian atau memberikan peringatan secara langsung (*real-time*) ketika terjadi pelanggaran. Akibatnya, proses deteksi dan respons terhadap insiden keamanan menjadi lambat dan tidak efektif.

Keterbatasan sistem konvensional ini menimbulkan beberapa permasalahan serius. Pertama, keamanan yang hanya mengandalkan manusia sangat rentan terhadap faktor kelelahan, kelalaian, dan keterbatasan jarak pandang. Kedua, sistem keamanan pasif seperti rekaman CCTV hanya berguna untuk investigasi pasca-kejadian, bukan untuk pencegahan atau penangkalan dini. Ketiga, di era digital yang serba cepat, warga menginginkan akses informasi keamanan yang mudah dan instan. Kekosongan inilah yang menciptakan celah bagi pelaku kejahatan dan menimbulkan keresahan di tengah masyarakat. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, khususnya di bidang *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan komputasi awan (*cloud computing*), terbuka peluang besar untuk merevolusi sistem keamanan lingkungan. Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor gerak, sensor getar, dan kamera untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini dapat dikirimkan ke server atau platform cloud untuk diolah dan dianalisis. Dengan integrasi teknologi cerdas, sistem tidak hanya mampu mendeteksi keberadaan objek asing, tetapi juga dapat membedakan antara ancaman nyata (seperti orang memanjat pagar) dan gangguan palsu (seperti ranting pohon atau hewan peliharaan). Lebih dari itu, sistem ini dapat mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pemilik rumah atau petugas keamanan melalui aplikasi pesan instan atau notifikasi push pada smartphone, sehingga tindakan antisipatif dapat segera dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sebuah sistem keamanan lingkungan yang cerdas dan terintegrasi. Sistem ini diharapkan mampu menjawab tantangan keamanan modern dengan menyediakan solusi yang lebih proaktif,

akurat, dan responsif. Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung melalui teknologi IoT serta sistem notifikasi otomatis, diharapkan tercipta suatu mekanisme pengawasan yang efektif dan efisien. Pada akhirnya, penerapan sistem keamanan cerdas ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas rasa aman bagi warga sekaligus mengoptimalkan kinerja petugas keamanan dalam menjaga ketertiban lingkungan.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Pengertian Sistem Keamanan Lingkungan

Sistem keamanan lingkungan adalah suatu rangkaian atau cara yang digunakan untuk melindungi suatu kawasan (seperti perumahan, kantor, atau kompleks) dari berbagai gangguan keamanan, seperti pencurian, perusakan, atau tindak kriminal lainnya

Menurut beberapa ahli, keamanan lingkungan tidak hanya tentang tidak adanya kejahatan, tetapi juga tentang adanya rasa aman yang dirasakan oleh masyarakat atau penghuni di lingkungan tersebut. Untuk mencapai hal ini, diperlukan sebuah sistem yang dapat memantau, mencegah, dan memberikan peringatan jika terjadi sesuatu yang mencurigakan.

2.2 Sistem Keamanan Konvensional

Sebelum mengenal teknologi canggih, masyarakat biasanya menggunakan sistem keamanan konvensional. Contohnya adalah:

- a. Pos ronda dan Siskamling (Sistem Keamanan Lingkungan) yang melibatkan warga berjaga secara bergilir.
- b. Satpam yang menjaga pintu masuk.
- c. CCTV biasa, yang hanya merekam kejadian dan videonya baru dilihat setelah kejadian berlalu.

Kelemahan sistem ini adalah sangat bergantung pada manusia. Manusia bisa lelah, lengah, atau tidak melihat semua sudut. CCTV biasa juga tidak bisa memberitahu kita secara langsung jika ada penyusup; kita harus memutar ulang rekamannya terlebih dahulu.

2.3 Konsep "Cerdas" dalam Sistem Keamanan

Apa artinya "cerdas" dalam judul ini? Dalam dunia teknologi, "cerdas" atau smart berarti sistem dapat melakukan tugas secara otomatis tanpa harus selalu diperintah oleh manusia.

Dalam konteks keamanan, sistem dikatakan cerdas jika memiliki kemampuan untuk:

- a. Mendeteksi secara otomatis (misalnya, tahu ada orang yang memanjat pagar).
- b. Menganalisis situasi (misalnya, membedakan antara gerakan manusia dan gerakan hewan).
- c. Bertindak (misalnya, menyalakan alarm atau mengirim pesan ke pemilik rumah).

Dengan kata lain, sistem ini mengambil alih tugas pengawasan dari manusia dan bekerja 24 jam non-stop tanpa kenal lelah.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) atau Penelitian dan Pengembangan. Artinya, penelitian ini tidak hanya mengamati sesuatu, tetapi juga bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji suatu produk berupa sistem keamanan cerdas. Produk yang dikembangkan adalah sebuah prototipe (contoh awal) sistem keamanan yang menggabungkan sensor, mikrokontroler, dan notifikasi otomatis.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat: Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Komputer Universitas Wijaya Kusuma

Waktu: Penelitian dilakukan selama 3 bulan, dari bulan Agustus hingga November 2025

3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan

Untuk membuat sistem ini, diperlukan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) sebagai berikut:

a. Perangkat Keras (*Hardware*):

- 1) Mikrokontroler ESP8266/ESP32: Berfungsi sebagai otak sistem yang mengolah data dan menghubungkan ke WiFi.
- 2) Sensor PIR (Passive Infrared Receiver): Untuk mendeteksi gerakan manusia.
- 3) Sensor Getaran (Vibration Sensor): Untuk mendeteksi getaran pada pintu atau jendela.
- 4) Modul Kamera (misal: ESP32-CAM): Untuk mengambil gambar saat terjadi kejadian.
- 5) Buzzer/ Alarm: Sebagai peringatan suara di tempat.
- 6) Kabel jumper dan Breadboard: Untuk merangkai komponen.
- 7) Smartphone: Untuk menerima notifikasi.

b. Perangkat Lunak (*Software*):

- 1) Arduino IDE: Aplikasi di komputer untuk menulis dan memasukkan program ke mikrokontroler.
- 2) Platform IoT (misal: Telegram Bot atau Blynk): Aplikasi di smartphone yang digunakan untuk mengirim notifikasi dan menerima foto dari sistem.

3.4 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis dengan cara deskriptif kuantitatif. Artinya, hasil pengujian dijelaskan dengan angka-angka sederhana untuk melihat seberapa baik kinerja sistem.

Contoh analisis:

- a. Tingkat Keberhasilan Sensor: Jika sensor diuji 10 kali dan berhasil 9 kali, maka tingkat keberhasilannya adalah 90%.

- b. Kecepatan Notifikasi: Mengukur waktu antara sensor mendeteksi gerakan hingga notifikasi masuk ke smartphone, misalnya rata-rata 3 detik.

Data ini kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat untuk menunjukkan apakah sistem yang dibuat sudah "cerdas" dan "handal" atau masih perlu perbaikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Sistem

Setelah melalui tahap perancangan dan perakitan, berhasil dibuat sebuah prototipe sistem keamanan lingkungan cerdas. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang dirangkai menjadi satu kesatuan. Adapun bentuk fisik sistem yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

- a. Unit Kontrol: Sebuah kotak kecil berisi mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali.
- b. Sensor PIR: Dipasang di sudut ruangan/area pantau, menghadap ke pintu atau halaman.
- c. Sensor Getaran: Dilekatkan pada permukaan pintu atau jendela.
- d. Modul Kamera: Diposisikan menghadap area yang sering dilalui orang.
- e. Buzzer: Dipasang di bagian luar kotak sebagai alarm suara.
- f. Antarmuka Notifikasi: Menggunakan aplikasi Telegram di smartphone yang telah terhubung dengan sistem.

4.2 Hasil Pengujian Alat

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

No	Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Jumlah Uji	Berhasil	Gagal	Tingkat Keberhasilan
1	Sensor PIR	Orang berjalan melewati sensor	10 kali	10	0	100%
2	Sensor PIR	Hewan (kucing) lewat	5 kali	2	3	40%
3	Sensor Getaran	Pintu diketuk pelan	10 kali	8	2	80%
4	Sensor Getaran	Pintu digoyang kuat	10 kali	10	0	100%

No	Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Jumlah Uji	Berhasil	Gagal	Tingkat Keberhasilan
5	Kamera	Mengambil foto saat sensor aktif	10 kali	9	1	90%
6	Notifikasi	Pesan terkirim ke smartphone	10 kali	10	0	100%
7	Waktu Respons	Waktu dari deteksi hingga notifikasi masuk	10 kali	Rata-rata 3,5 detik	-	-

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat dibahas beberapa hal penting sebagai berikut:

a. Kemampuan Sensor dalam Mendeteksi Ancaman

- 1) Sensor PIR terbukti sangat baik dalam mendeteksi manusia (100% berhasil). Ini karena sensor PIR peka terhadap panas tubuh. Namun, sensor ini terkadang salah mendeteksi hewan seperti kucing (hanya 40% akurat mendeteksi sebagai hewan, sisanya sering dianggap sebagai manusia). Hal ini menjadi catatan bahwa di lingkungan terbuka, sensor bisa memicu alarm palsu jika ada hewan liar.
- 2) Sensor Getaran bekerja dengan baik. Semakin kuat getaran (seperti saat pintu dipaksa dibuka), semakin sensitif sensor bereaksi. Getaran kecil seperti ketukan pintu kadang tidak terdeteksi (80% berhasil), tetapi untuk keamanan, getaran kuat yang menandakan pembobolan sudah pasti terdeteksi (100%).

b. Keandalan Kamera dan Notifikasi

Dari 10 kali percobaan, kamera berhasil mengambil gambar sebanyak 9 kali. Satu kali gagal disebabkan oleh koneksi internet yang sedikit terputus. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sangat bergantung pada kestabilan jaringan internet. Jika WiFi mati, kamera tidak bisa mengirim foto. Sementara itu, notifikasi melalui Telegram terbukti sangat handal. Selama koneksi internet stabil, semua pesan peringatan berhasil dikirim ke smartphone. Fitur ini menjadi nilai tambah karena pemilik rumah atau petugas keamanan bisa langsung tahu ada kejadian meskipun sedang tidak berada di lokasi.

c. Kecepatan Respons Sistem

Sistem membutuhkan waktu rata-rata 3,5 detik sejak sensor mendeteksi gerakan hingga notifikasi beserta foto masuk ke smartphone. Waktu ini terbilang sangat cepat dan responsif. Dalam dunia keamanan, selisih beberapa detik bisa sangat berarti untuk mencegah terjadinya tindak kejahatan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai "Penerapan Sistem Keamanan Lingkungan Cerdas Berbasis Teknologi", maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Berhasil Dirancang dan Dibuat:

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membuat sebuah prototipe sistem keamanan lingkungan cerdas yang mengintegrasikan sensor PIR (gerak), sensor getaran, mikrokontroler ESP32, modul kamera, dan notifikasi otomatis berbasis aplikasi Telegram. Sistem ini mampu bekerja secara otomatis tanpa perlu pengawasan manusia secara terus-menerus.

b. Sistem Bekerja dengan Baik:

Berdasarkan hasil pengujian, sistem terbukti mampu mendeteksi gerakan manusia dan getaran pada pintu dengan tingkat keberhasilan yang tinggi (mencapai 90%-100%). Sistem juga mampu mengirimkan notifikasi peringatan berupa teks dan foto ke smartphone pengguna dalam waktu cepat, yaitu rata-rata 3,5 detik setelah sensor mendeteksi adanya kejadian.

c. Lebih Unggul dari Sistem Konvensional:

Sistem keamanan cerdas ini terbukti lebih unggul dibandingkan sistem keamanan konvensional (seperti CCTV biasa atau jaga malam manual) karena bersifat proaktif dan real-time. Pemilik rumah atau petugas keamanan dapat langsung mengetahui potensi ancaman saat kejadian berlangsung, bukan setelah kejadian selesai. Hal ini memungkinkan respons yang lebih cepat untuk mencegah terjadinya tindak kejahatan.

d. Meningkatkan Rasa Aman:

Dengan adanya sistem ini, penghuni lingkungan atau rumah dapat merasakan peningkatan rasa aman karena pengawasan dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja melalui smartphone, serta adanya peringatan dini terhadap potensi gangguan keamanan.

5.2 Saran

Meskipun sistem ini telah berjalan dengan baik, terdapat beberapa kekurangan dan peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut adalah saran-saran yang dapat diberikan:

a. Untuk Pengembangan Sistem Selanjutnya:

- 1) Penambahan Kecerdasan Buatan (AI): Disarankan untuk menambahkan teknologi AI atau machine learning sederhana pada kamera agar sistem dapat membedakan antara objek manusia, hewan, atau benda bergerak lainnya. Ini berguna untuk mengurangi risiko alarm palsu yang disebabkan oleh hewan liar seperti kucing atau anjing.
- 2) Penggunaan Sumber Daya Cadangan: Sistem ini sangat bergantung pada aliran listrik dan koneksi internet. Disarankan untuk menambahkan baterai cadangan (power bank/UPS) dan kartu SIM cadangan (jika menggunakan IoT berbasis seluler) agar sistem tetap berfungsi saat listrik padam atau WiFi bermasalah.
- 3) Penambahan Sensor Lain: Untuk keamanan yang lebih komprehensif, dapat ditambahkan sensor asap atau sensor gas untuk mendeteksi potensi kebakaran, serta sensor magnet untuk pintu dan jendela.

b. Untuk Masyarakat/Pengguna:

- 1) Sebelum menerapkan sistem ini, pastikan jaringan internet di lingkungan Anda stabil agar notifikasi dapat berjalan dengan lancar.
- 2) Sistem ini berfungsi sebagai alat bantu, bukan pengganti kesadaran manusia sepenuhnya. Tetaplah menjalankan ronda malam atau kegiatan sosial lainnya sebagai bentuk kewaspadaan bersama.
- 3) Letakkan sensor pada posisi yang strategis dan jauh dari jangkauan hewan peliharaan untuk meminimalkan alarm palsu.

c. Untuk Peneliti Selanjutnya:

- 1) Diharapkan dapat menguji sistem ini dalam skala yang lebih luas, misalnya untuk satu kompleks perumahan dengan banyak rumah, sehingga diketahui bagaimana performa sistem jika menangani banyak sensor sekaligus.
- 2) Dapat juga dilakukan penelitian tentang efisiensi biaya dan daya tahan sistem jika digunakan dalam jangka waktu yang lama.

DAFTAR REFERENSI

- Arifin, Z., & Dewi, R. (2023). Penerapan Teknologi IoT dalam Sistem Keamanan Lingkungan. Jakarta: Pustaka Digital.
- Budiyanti, R. T. (2021). Buku Ajar Internet of Things. Semarang: CV. Asta Karya Kreatifa Media.
- Hidayat, M. (2019). Smart Security: Konsep dan Implementasi di Lingkungan Perkotaan. Bandung: Informatika.
- Pitropakis, N., & Katsikas, S. (Eds.). (2025). Security and Privacy in Smart Environments (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 14800). Cham: Springer.
- Soekanto, S. (2018). Masyarakat dan Keamanan: Kajian Sosiologi. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Amallia, N. (2019). Partisipasi Masyarakat Dalam Sistem Keamanan Lingkungan Untuk Meningkatkan Keamanan Dan Ketertiban Masyarakat. Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik, 1-9.
- Javed, A., Ehtsham, A., Jawad, M., Awais, M.N., Qureshi, A.-u.-H., & Larijani, H. (2024). Implementation of Lightweight Machine Learning-Based Intrusion Detection System on IoT Devices of Smart Homes. Future Internet, 16(6), 200.
- Nahdi, F., & Dhika, H. (2021). Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang. INTEGER: Journal of Information Technology, 33-42.
- Najib, W., Sulisty, S., & Widyawan, W. (2020). Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things. Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, 375-384.
- Putra, A., Santoso, T., & Wijaya, R. (2022). Analisis Efektivitas CCTV Berbasis AI dalam Keamanan Lingkungan. Jurnal Teknik Informatika, 18(1), 77-89.
- Rachman, F. Z. (2017). Smart Home Berbasis IoT. SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan, 369-374.
- Sari, D. R. (2024). Analisis Keamanan Sistem Informasi dalam Era Internet of Things (IoT). Technologia Journal: Jurnal Informatika, 1-10.
- Setiawan, B. (2023). Implementasi Sistem Keamanan Dan Kendali Gerbang Otomatis Dengan Menggunakan Sensor PIR Dan Sensor Getaran Berbasis Arduino Uno. Politeknik Negeri Jakarta.
- Suparman, S. (2018). Studi Literatur: Analisis Privasi Pada Internet of Things. Konferensi Nasional Sistem Informasi 2018 STMIK Atma Luhur Pangkalpinang, 645-651.
- Supriadi, S., Purnamawati, Rahmah, U., Supriadi, M. F., & Samad, P. (2025). Penerapan Sistem Keamanan Lingkungan Cerdas Berbasis Teknologi. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), 298-302.
- Widodo, A., & Rahman, F. (2021). Peran IoT dalam Meningkatkan Sistem Keamanan Lingkungan. Jurnal Teknologi dan Masyarakat, 9(3), 101-113
- Fransiskus Panca Juniawan, D. Y. S. (2019). Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Kombinasi Sensor dan SMS Gateway. TEKNOINFO, Vol. 13, No. 2.