

# Optimalisasi Sistem Keamanan Lingkungan Kencana Residence Menggunakan Aplikasi Monitoring Berbasis IoT Terintegrasi

**Vivin Ayu Lestari<sup>1,\*</sup>, Candra Bella Vista<sup>2</sup>, Vivi Nur Wijayaningrum<sup>3</sup>, Triana Fatmawati<sup>4</sup>, Wilda Imama Sabilla<sup>5</sup>, Moch Zawaruddin Abdulllah<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Politeknik Negeri Malang: Jl Soekarno Hatta No 9 Malang

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

e-mail: <sup>1\*</sup>vivin@polinema.ac.id, <sup>2</sup>bellavista@polinema.ac.id, <sup>3</sup>vivinurw@polinema.ac.id, <sup>4</sup>triana@polinema.ac.id, <sup>5</sup>wildaimama@polinema.ac.id, <sup>6</sup>zawaruddin@polinema.ac.id

## Abstrak

*Kencana Residence di Desa Ngijo, Kabupaten Malang, menghadapi permasalahan meningkatnya tindak kriminalitas, minimnya sistem pemantauan di akses utama, serta kurangnya pengawasan area publik. Kondisi ini menimbulkan rasa tidak aman bagi warga. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengoptimalkan sistem keamanan lingkungan dengan penerapan teknologi Internet of Things (IoT). Metode pelaksanaan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengadaan perangkat, instalasi, serta pelatihan penggunaan aplikasi monitoring bagi warga. Hasil kegiatan berupa pemasangan empat unit CCTV IP berbasis IoT di titik strategis, aplikasi pemantauan real-time, dan peningkatan partisipasi warga dalam menjaga keamanan. Dampak yang dicapai meliputi meningkatnya rasa aman warga, efektivitas kerja petugas keamanan, serta terbentuknya budaya kolektif menjaga lingkungan. Program ini terbukti meningkatkan kualitas keamanan dan dapat direplikasi pada kawasan hunian lain.*

**Kata kunci**—Internet of Things (IoT), Kencana Residence, Sistem keamanan

## 1. PENDAHULUAN

Keamanan lingkungan merupakan salah satu kebutuhan dasar yang mendukung terciptanya kualitas hidup yang baik bagi Masyarakat [1]. Lingkungan yang aman tidak hanya menciptakan kenyamanan dalam beraktivitas, tetapi juga memengaruhi stabilitas sosial, psikologis, dan bahkan nilai ekonomi suatu kawasan hunian. Kencana Residence, yang terletak di Desa Ngijo, Kabupaten Malang, merupakan kawasan perumahan yang terus berkembang dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Seiring dengan perkembangan tersebut, tantangan terkait keamanan lingkungan juga semakin kompleks. Ancaman seperti tindak kriminalitas, akses yang tidak terpantau, dan minimnya pengawasan terhadap fasilitas umum menjadi perhatian utama warga. Kondisi lingkungan perumahan dengan penduduk yang memiliki mobilitas tinggi serta jam kerja yang panjang menyebabkan suasana lingkungan menjadi lengang, dengan hanya sebagian kecil anggota keluarga yang berada di rumah [2].

Saat ini, sistem keamanan tradisional yang digunakan di Kencana Residence dirasa kurang memadai untuk menjawab kebutuhan masyarakat. Sistem yang ada saat ini bergantung pada petugas

keamanan dan pos pengjagaan di pintu masuk utama. Penggunaan tenaga manusia sebagai satu-satunya elemen pengawasan memiliki keterbatasan, seperti rentan terhadap kelalaian dan kurang efisien dalam merespons situasi darurat [3]. Keterbatasan jumlah petugas serta absennya dukungan teknologi modern membuat pengawasan menjadi kurang optimal. Selain itu, area publik seperti taman bermain, jalan lingkungan, dan tempat parkir bersama sering kali luput dari pengawasan sehingga rawan terhadap tindakan vandalisme maupun aktivitas mencurigakan. Respon terhadap kejadian darurat pun masih lambat karena tidak ada sistem notifikasi otomatis yang dapat mempercepat koordinasi antara warga dengan petugas keamanan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem keamanan di lingkungan perumahan tersebut.

Penggunaan CCTV (*Closed Circuit Television*) merupakan salah satu opsi yang dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan. CCTV dapat digunakan untuk memantau dan melindungi sebuah area dari potensi pencurian, perusakan, dan aktivitas criminal lainnya [4]. CCTV juga dapat sebagai salah satu media untuk mengidentifikasi pelaku kejahatan dan bukti yang dapat dibawa ke ranah hukum [5]. Penggunaan CCTV secara tunggal

dinilai belum cukup efektif dalam menjamin keamanan lingkungan, sebab keberadaannya hanya berfungsi sebagai perekam tanpa memberikan sistem respons cepat terhadap ancaman yang muncul. Perkembangan teknologi digital memberikan peluang besar untuk mengatasi masalah keamanan tersebut. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan potensi besar dalam menciptakan sistem keamanan yang terintegrasi dan modern [6]. Dengan IoT, berbagai perangkat seperti kamera pengawas, sensor gerak, alarm, dan sistem kontrol akses dapat dihubungkan dalam satu platform yang dapat diakses secara real-time melalui aplikasi [7] [8]. Hal ini memungkinkan pengawasan yang lebih menyeluruh, respons yang lebih cepat, serta partisipasi aktif dari warga dalam menjaga keamanan lingkungan mereka.

*Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah konsep di mana suatu objek memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia maupun manusia dengan perangkat komputer [2]. Konsep ini memungkinkan seluruh perangkat terhubung ke internet, sehingga perangkat IoT dapat berkomunikasi satu sama lain secara otomatis. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, pemanfaatan IoT untuk meningkatkan keamanan perumahan memiliki urgensi tinggi. Pertama, karena permasalahan keamanan merupakan kebutuhan dasar yang dirasakan langsung oleh warga. Kedua, karena teknologi IoT relatif terjangkau dan dapat diadaptasi sesuai dengan kondisi lokal. Ketiga, karena program ini memiliki potensi replikasi yang luas, sehingga dapat menjadi model penerapan teknologi tepat guna di kawasan perumahan lain yang menghadapi permasalahan serupa.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan tujuan untuk mengoptimalkan keamanan lingkungan di Kencana *Residence* melalui penerapan sistem keamanan berbasis IoT yang terintegrasi. Program ini tidak hanya berfokus pada instalasi perangkat, tetapi juga mencakup pemberdayaan warga melalui pelatihan penggunaan aplikasi monitoring, pendampingan teknis, serta evaluasi bersama untuk memastikan keberlanjutan sistem. Dengan adanya program ini, diharapkan tercipta lingkungan yang lebih aman, nyaman, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Selain itu, kegiatan ini juga mendukung visi pemerintah dalam mendorong transformasi digital di berbagai sektor kehidupan, termasuk pada aspek keamanan lingkungan.

## 2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif-kolaboratif, di mana tim dosen bersama warga Kencana *Residence* secara aktif terlibat dalam setiap tahap program. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan dan dapat dikelola secara berkelanjutan oleh masyarakat. Secara garis besar, metode pelaksanaan terdiri atas enam tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengadaan dan persiapan infrastruktur, instalasi dan implementasi, monitoring dan evaluasi, serta pelatihan dan pendampingan warga.

### 2.1 Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara, serta diskusi bersama pengurus lingkungan, petugas keamanan, dan perwakilan warga. Tujuannya adalah mengidentifikasi permasalahan keamanan yang paling mendesak serta area rawan yang perlu diprioritaskan. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa titik rawan berada di akses utama keluar-masuk perumahan serta perempatan blok yang sering dilalui warga. Selain itu, ditemukan kebutuhan sistem notifikasi yang lebih cepat agar warga dapat segera mengetahui jika terjadi aktivitas mencurigakan. Tabel 1 menunjukkan hasil analisis kebutuhan.

Tabel 1. Hasil analisis kebutuhan

Masalah	Usulan Solusi	Indikator Keberhasilan	Target
Minimnya sistem pengawasan di akses utama	Pemasangan 4 CCTV IP berbasis IoT di titik strategis	Jumlah titik pemantauan aktif	4 titik aktif dan dapat diakses real-time
Respon lambat terhadap aktivitas mencurigakan	Integrasi sensor PIR dan sistem notifikasi otomatis	Waktu respon notifikasi	Notifikasi diterima < 5 detik
Rasa aman warga setelah implementasi sistem	Pelatihan penggunaan aplikasi monitoring	Tingkat kepuasan warga	80% warga RT merasa aman setelah penerapan sistem

## 2.2 Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem merupakan inti dari kegiatan pengabdian ini, karena di dalamnya dirancang solusi teknis berupa sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan perangkat keras (CCTV, sensor, NVR) dengan perangkat lunak berbasis aplikasi mobile. Tujuan utama dari perancangan adalah menciptakan sebuah sistem yang tidak hanya mampu merekam aktivitas lingkungan, tetapi juga memberikan akses pemantauan real-time, notifikasi otomatis, serta kemudahan penggunaan oleh warga Kencana Residence.

### 2.2.1 Identifikasi Kebutuhan Sistem

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa permasalahan utama warga adalah minimnya pengawasan akses utama keluar-masuk perumahan. Kurangnya pemantauan area publik seperti jalan blok, taman, dan parkiran. Respon lambat terhadap kejadian darurat karena belum ada sistem notifikasi cepat. Keterbatasan koordinasi antarwarga dan petugas keamanan.

Dari hasil tersebut, ditetapkan kebutuhan sistem sebagai berikut:

- Sistem harus mendukung pemantauan real-time berbasis CCTV IP.
- Rekaman harus tersimpan otomatis melalui NVR (Network Video Recorder).
- Aplikasi mobile harus menyediakan fitur akses terbatas hanya untuk warga terdaftar.
- Sistem harus mengirimkan notifikasi otomatis jika sensor mendeteksi aktivitas mencurigakan.

### 2.2.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan dalam kegiatan pengabdian ini dirancang dengan tiga lapisan utama, yaitu lapisan perangkat keras, lapisan middleware, dan lapisan aplikasi. Pada lapisan perangkat keras, sistem memanfaatkan kamera CCTV IP yang dilengkapi fitur *night vision* dan resolusi tinggi untuk merekam aktivitas di titik strategis perumahan, seperti perempatan Blok B, C, D, dan E. Kamera ini dipasang dengan dukungan perangkat tambahan berupa *router* dan *repeater* Wi-Fi untuk memastikan koneksi jaringan yang stabil, serta terhubung ke *Network Video Recorder* (NVR) sebagai penyimpanan rekaman. Selain itu, sensor gerak berbasis PIR yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 juga digunakan untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan secara otomatis.

Lapisan middleware berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan aplikasi. Dalam hal ini, mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pengirim data sensor ke server melalui protokol MQTT yang ringan dan sesuai untuk komunikasi perangkat IoT. Data dari kamera CCTV diproses melalui server streaming berbasis RTSP (*Real-Time Streaming Protocol*), yang kemudian diintegrasikan dengan aplikasi monitoring. Arsitektur ini dirancang agar setiap aktivitas yang terekam dapat langsung dikirimkan ke server dan diteruskan ke pengguna dalam bentuk tayangan langsung maupun notifikasi otomatis.

Lapisan terakhir adalah lapisan aplikasi yang menjadi antarmuka utama bagi warga dan petugas keamanan. Aplikasi mobile yang dikembangkan berbasis Android dirancang dengan tampilan sederhana sehingga mudah digunakan oleh semua kalangan. Melalui aplikasi ini, warga dapat melakukan pemantauan real-time terhadap CCTV, mengakses riwayat rekaman yang tersimpan di NVR, serta menerima notifikasi ketika sensor mendeteksi adanya aktivitas yang tidak biasa. Sistem autentikasi pengguna diterapkan untuk membatasi akses hanya kepada warga terdaftar, dengan pengaturan hak akses berbeda untuk pengurus, petugas keamanan, dan warga biasa. Selain aplikasi mobile, juga tersedia *dashboard* berbasis web yang memungkinkan pengurus lingkungan memantau seluruh kamera dalam satu tampilan terintegrasi. Gambar 1 menunjukkan gambaran desain arsitektur sistem.

<b>Lapisan Perangkat Keras</b> CCTV IP (Night Vision), Sensor PIR, ESP32, Router/Repeater, NVR
<b>Lapisan Middleware</b> MQTT Broker, RTSP, Server, Integrasi IoT
<b>Lapisan Aplikasi</b> Aplikasi Mobile Android, Dashboard Web

Gambar 1. Arsitektur sistem

Dengan arsitektur ini, seluruh perangkat keamanan berbasis IoT dapat saling terhubung dalam satu ekosistem yang terintegrasi. CCTV, sensor, server, dan aplikasi bekerja secara simultan untuk memberikan layanan keamanan yang modern, responsif, dan partisipatif. Arsitektur ini juga dirancang dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan, di mana warga tidak hanya berperan sebagai pengguna pasif, melainkan juga sebagai pengelola aktif yang dapat menjaga, mengawasi, dan memanfaatkan sistem secara kolektif untuk meningkatkan kualitas keamanan lingkungan.

### 2.3 Pengadaan dan Persiapan Infrastruktur

Tahap berikutnya adalah pengadaan perangkat sesuai spesifikasi yang dirancang. Persiapan meliputi pengecekan daya listrik di lokasi pemasangan, ketersediaan jaringan internet, serta konfigurasi perangkat sebelum dipasang. Perangkat diuji secara internal untuk memastikan konektivitas stabil dan kompatibilitas dengan aplikasi mobile. Selain itu, tim menyiapkan perangkat pendukung seperti bracket, kabel UTP, konektor RJ-45, serta UPS untuk menjaga kinerja sistem ketika terjadi gangguan listrik. Tabel 2. Merangkum kebutuhan infrastruktur.

Tabel 2. Kebutuhan infrastruktur

Komponen/Perangkat	Spesifikasi Utama	Jumlah
Kamera CCTV IP Outdoor	Resolusi 1080p, Night Vision, koneksi Wi-Fi	4 unit
Sensor PIR (Passive Infrared)	Jarak deteksi 5–7 meter, terhubung ke ESP32	4 unit
Mikrokontroler ESP32	Dual-core, Wi-Fi support, MQTT protocol	2 unit
Network Video Recorder (NVR)	4-channel, kapasitas HDD 1 TB	1 unit
Router dan Repeater Wi-Fi	Dual-band 2.4/5 GHz, 1200 Mbps	2 unit
Kabel UTP Cat-6 dan Konektor RJ-45	Panjang total ±150 meter	1 set
Bracket dan Tiang Penopang	Stainless, tahan cuaca	4 set
Unit Power Supply (UPS)	Daya 600 VA	1 unit
Aplikasi Monitoring Android	Terhubung ke server dan MQTT	-

### 2.4 Instalasi dan Implementasi

Pada tahap ini, tujuan utamanya adalah memasang dan mengkonfigurasi semua perangkat agar sistem dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan yang dilakukan mencakup pemasangan perangkat keras di lokasi yang telah ditentukan, seperti pemasangan CCTV dan sensor, serta pengaturan aplikasi IoT di perangkat pengguna. Setelah semua terpasang, sistem diuji untuk memastikan semua perangkat saling terhubung dan berfungsi sebagaimana mestinya. Hasil dari tahap ini adalah sistem keamanan berbasis

IoT yang siap digunakan oleh penghuni dan pihak keamanan.

### 2.5. Monitoring dan Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk memastikan sistem keamanan berbasis IoT yang telah diimplementasikan berjalan sesuai rencana, memberikan dampak nyata terhadap peningkatan keamanan lingkungan, serta diterima dengan baik oleh masyarakat. Kegiatan monitoring dilakukan secara teknis dan sosial.

Secara teknis, pemantauan dilakukan melalui pengujian fungsional perangkat seperti kamera CCTV IP, sensor PIR, konektivitas jaringan, serta performa aplikasi mobile dan dashboard web. Selama masa uji coba, tim mencatat stabilitas koneksi, waktu respon notifikasi, serta keandalan sistem penyimpanan data pada NVR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan notifikasi otomatis kurang dari lima detik setelah aktivitas terdeteksi.

Evaluasi sosial juga dilakukan melalui survei kepuasan warga terhadap implementasi sistem. Survei ini menggunakan metode kuesioner tertutup dengan skala Likert (1–5), yang disebarluaskan secara langsung kepada warga Kencana Residence. Survei ini dirancang untuk menilai lima aspek utama, yaitu:

- Kemudahan penggunaan aplikasi monitoring,
- Kecepatan notifikasi dari sistem,
- Kualitas tampilan video CCTV,
- Rasa aman warga setelah implementasi sistem, dan
- Kepuasan terhadap kegiatan pelatihan serta pendampingan.

Data hasil survei kemudian diolah secara deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata kepuasan tiap indikator, yang selanjutnya dikonversi ke bentuk persentase. Hasil evaluasi ini menjadi dasar dalam menilai tingkat keberhasilan program serta menentukan arah pengembangan sistem pada tahap berikutnya.

### 2.6. Pelatihan dan Pendampingan Warga

Tahap terakhir adalah kegiatan pelatihan bagi warga dan petugas keamanan mengenai penggunaan aplikasi pemantauan berbasis IoT. Pelatihan ini mencakup cara login ke aplikasi, memantau CCTV secara real-time, menerima notifikasi pergerakan, serta prosedur pelaporan apabila ditemukan aktivitas mencurigakan. Selain itu, tim pengabdian juga melakukan sesi sosialisasi mengenai pentingnya pemeliharaan sistem dan keamanan data pengguna.

Tim pengabdian masyarakat juga melakukan sosialisasi terkait pemeliharaan infrastruktur agar tetap berfungsi dengan optimal dalam jangka

panjang. Kegiatan pada tahap ini termasuk melakukan pemeliharaan rutin untuk memperbarui perangkat CCTV, mekanisme pengecekan kabel, koneksi dengan jaringan internet, dan perangkat lunak. Dengan mengikuti tahapan ini, masalah keamanan di Kencana *Residence* diharapkan dapat diselesaikan secara bertahap dan berkelanjutan, memberikan rasa aman bagi penghuni serta meningkatkan kualitas lingkungan secara keseluruhan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Implementasi Teknis Sistem

Hasil utama dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah berhasilnya implementasi sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) di lingkungan Kencana *Residence*. Empat unit kamera CCTV IP dengan fitur *night vision* telah terpasang di titik strategis, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Capaian Implementasi Sistem CCTV di Kencana *Residence*

No	Lokasi Pemasangan	Jenis Kamera	Status Implementasi
1	Perempatan Blok B, Jalan Utama Perumahan	CCTV IP Outdoor	Terpasang dan Aktif
2	Perempatan Blok C, Jalan Utama Perumahan	CCTV IP Outdoor	Terpasang dan Aktif
3	Perempatan Blok D, Jalan Utama Perumahan	CCTV IP Outdoor	Terpasang dan Aktif
4	Perempatan Blok E, Jalan Utama Perumahan	CCTV IP Outdoor	Terpasang dan Aktif

Lokasi pada Tabel 1 dipilih karena merupakan jalur utama pergerakan warga sekaligus area yang selama ini dinilai rawan tindak kriminal, terutama pada malam hari. Kamera-kamera tersebut terhubung ke *Network Video Recorder* (*NVR*) untuk penyimpanan rekaman, sekaligus dikonfigurasi agar dapat diakses secara real-time melalui aplikasi mobile yang dikembangkan khusus untuk warga Kencana *Residence*. Gambar 2 menunjukkan unit kamera CCTV yang digunakan.

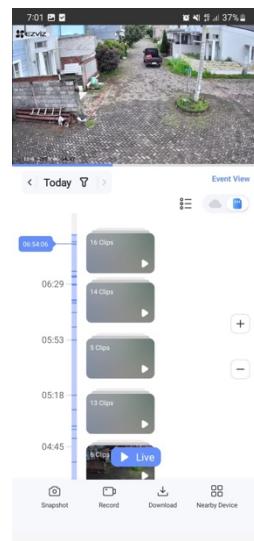


Gambar 2. Unit kamera CCTV

#### 3.2 Implementasi Aplikasi Mobile

Pada sistem keamanan berbasis IoT terintegrasi, CCTV didukung oleh sensor gerak berbasis PIR (Passive Infrared) yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Sensor ini berfungsi sebagai *trigger* notifikasi dini apabila terdeteksi adanya pergerakan mencurigakan pada area yang terpantau. Notifikasi kemudian dikirimkan secara otomatis melalui aplikasi mobile sehingga warga dan petugas keamanan dapat merespon dengan cepat.

Aplikasi mobile yang menjadi antarmuka sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung, memutar ulang rekaman CCTV, serta menerima notifikasi darurat. Sistem autentikasi berbasis akun warga diterapkan untuk menjaga keamanan data, di mana hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses aplikasi. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan kurang dari 5 detik setelah aktivitas terdeteksi, sehingga efektivitas respon meningkat signifikan dibandingkan sistem manual yang hanya mengandalkan laporan warga atau patroli keamanan. Gambar 3 menunjukkan tampilan aplikasi pemantauan CCTV.



Gambar 3. Aplikasi pemantauan CCTV

### 3.3 Evaluasi Teknis

Evaluasi teknis dilakukan untuk mengukur performa sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) yang telah diimplementasikan, serta memastikan seluruh komponen bekerja sesuai rancangan. Evaluasi ini meliputi pengujian koneksi perangkat, waktu respon notifikasi, kualitas streaming video, serta reliabilitas sistem selama periode uji coba.

#### a. Pengujian Konektivitas Perangkat

Pengujian dilakukan untuk memastikan semua perangkat — CCTV IP, sensor PIR, mikrokontroler ESP32, dan Network Video Recorder (NVR) — dapat saling terhubung melalui jaringan lokal dan server IoT. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh perangkat berhasil terhubung stabil dengan tingkat keberhasilan koneksi 100% selama pengujian selama tujuh hari berturut-turut.

#### b. Pengujian Waktu Respon Notifikasi

Uji waktu respon dilakukan dengan mengaktifkan sensor PIR secara manual di berbagai kondisi jaringan. Pengujian menunjukkan rata-rata waktu respon pengiriman notifikasi dari sensor ke aplikasi pengguna sebesar 4,2 detik, dengan deviasi maksimum  $\pm 0,8$  detik tergantung kestabilan jaringan internet. Nilai ini telah memenuhi target waktu respon di bawah 5 detik sebagaimana direncanakan pada tahap perancangan.

#### c. Pengujian Kualitas Streaming Video

Kualitas video diuji dengan memantau tingkat *frame rate*, resolusi tayangan, serta keterlambatan (*latency*) saat mengakses CCTV melalui aplikasi mobile. Hasil uji menunjukkan rata-rata frame rate sebesar 25 fps, dengan latensi rata-rata 1,8 detik, yang masih dalam kategori sangat baik untuk sistem berbasis jaringan nirkabel. Selain itu, fitur night vision pada CCTV mampu menampilkan gambar yang jelas hingga jarak 8 meter pada kondisi cahaya minim.

#### d. Uji Keandalan Sistem (Reliabilitas)

Reliabilitas sistem diuji dengan melakukan operasi berkelanjutan selama 14 hari tanpa restart. Hasilnya menunjukkan tidak ada crash maupun kehilangan koneksi antarperangkat. Namun, ditemukan kebutuhan untuk melakukan reset pada salah satu repeater Wi-Fi setiap 5 hari sekali untuk menjaga kestabilan bandwidth, sehingga direkomendasikan penambahan router dengan kapasitas lebih tinggi untuk penggunaan jangka panjang.

### 3.4 Evaluasi Sosial

Evaluasi sosial dilakukan untuk menilai dampak non-teknis dari penerapan sistem keamanan

berbasis Internet of Things (IoT) terhadap masyarakat Kencana Residence. Tujuan utamanya adalah untuk mengukur tingkat penerimaan warga terhadap teknologi baru, perubahan perilaku sosial dalam menjaga keamanan lingkungan, serta tingkat kepuasan dan partisipasi setelah program dilaksanakan.

Survei dilakukan dua minggu setelah implementasi sistem, dengan 35 responden, yang terdiri atas 25 warga penghuni aktif, 5 petugas keamanan, dan 5 pengurus lingkungan. Wawancara terbuka dilakukan untuk menggali persepsi warga terhadap perubahan sosial dan tingkat kolaborasi setelah program berjalan. Tabel 4 menunjukkan hasil survei kepuasan warga.

Tabel 4 Hasil survei kepuasan warga

Indikator Penilaian	Skor	Kategori
Kemudahan penggunaan aplikasi	4.6	Sangat Puas
Kecepatan notifikasi dari sensor	4.4	Puas
Kualitas tampilan video CCTV	4.3	Puas
Rasa aman setelah pemasangan sistem	4.8	Sangat Puas
Kegiatan pelatihan dan pendampingan	4.7	Sangat Puas
	<b>4.56</b>	<b>Sangat Puas</b>

Berdasarkan Tabel 4, skor rata-rata dapat dikonversi ke dalam persentase kepuasan dengan rumus:

$$\text{Persentase Kepuasan} = \frac{\text{Rata-rata Skor}}{5} \times 100\% \\ (92 + 88 + 86 + 96 + 94)/5 = 91.2\%$$

Hasil survei menunjukkan tingkat kepuasan keseluruhan sebesar 91,2%, yang tergolong dalam kategori sangat puas. Sebagian besar warga menilai bahwa penerapan sistem ini meningkatkan rasa aman, memperkuat interaksi antarwarga, dan memudahkan koordinasi dengan petugas keamanan.

Secara kualitatif, wawancara menunjukkan bahwa sebelum program dilaksanakan, warga cenderung pasif dalam menjaga keamanan lingkungan dan bergantung sepenuhnya pada petugas keamanan. Setelah sistem berjalan, muncul perubahan perilaku sosial berupa peningkatan partisipasi warga dalam memantau lingkungan melalui aplikasi dan melaporkan aktivitas mencurigakan secara cepat.

Selain itu, warga juga menilai bahwa kegiatan pelatihan memberikan manfaat besar karena meningkatkan literasi digital dan kesadaran terhadap

pentingnya keamanan berbasis teknologi. Program ini secara tidak langsung juga membangun budaya gotong royong digital, di mana partisipasi masyarakat dalam menjaga keamanan terwujud melalui penggunaan aplikasi dan kolaborasi daring. Tabel 5 merangkum hasil evaluasi sosial.

Tabel 5 Hasil evaluasi sosial

Aspek Sosial yang Dinilai	Sebelum Pro-gram	Sesudah Program	Perubahan
Tingkat partisipasi warga dalam pemantauan	Rendah (pasif)	Tinggi (aktif melalui aplikasi)	Meningkat signifikan
Koordinasi antara warga dan petugas keamanan	Manual, tidak terpusat	Terintegrasi melalui sistem notifikasi	Lebih cepat & efektif
Rasa aman warga terhadap lingkungan	14% merasa aman	86% (4,6) merasa aman	+72%
Kepedulian warga terhadap pemeliharaan sistem	Minim	Aktif dan sukarela	Meningkat
Literasi digital warga	Terbatas	Baik (setelah pelatihan)	Meningkat

### 3.5 Analisi Dampak Sosial dan Psikologi

Penerapan sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) di Kencana Residence tidak hanya memberikan hasil teknis yang signifikan, tetapi juga menimbulkan perubahan sosial dan psikologis yang positif di kalangan warga. Analisis ini dilakukan berdasarkan observasi lapangan, wawancara, dan survei persepsi warga selama dua bulan setelah implementasi sistem.

Dari sisi sosial, program ini berhasil meningkatkan kesadaran dan partisipasi warga terhadap keamanan lingkungan. Sebelum penerapan sistem, mayoritas warga menyerahkan sepenuhnya tanggung jawab keamanan kepada petugas pengjaga lingkungan. Setelah adanya sistem pemantauan berbasis IoT dan aplikasi monitoring, warga menjadi lebih aktif dalam menjaga keamanan melalui pemantauan mandiri serta komunikasi langsung di grup aplikasi.

Fenomena ini menandai terjadinya pergeseran paradigma sosial dari sistem keamanan yang bersifat individual dan pasif menjadi sistem

gotong royong digital, di mana kolaborasi warga menjadi inti dari keamanan lingkungan. Selain itu, partisipasi warga juga meningkat dalam kegiatan perawatan perangkat, penyediaan jaringan Wi-Fi bersama, serta koordinasi jika terjadi gangguan teknis. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi mampu memperkuat solidaritas sosial berbasis kesadaran kolektif.

Dari sisi hubungan sosial, program ini juga mempererat interaksi antarwarga. Adanya forum pelatihan dan evaluasi sistem menciptakan ruang diskusi yang melibatkan warga, pengurus RT/RW, dan tim pengabdian. Kegiatan ini memperkuat rasa kebersamaan, komunikasi, serta koordinasi lintas kelompok di lingkungan perumahan.

Secara psikologis, warga melaporkan peningkatan signifikan dalam hal rasa aman dan nyaman beraktivitas di lingkungan tempat tinggal. Berdasarkan hasil survei persepsi, 86% warga menyatakan merasa lebih aman setelah sistem IoT beroperasi. Keberadaan kamera CCTV yang dapat diakses secara real-time melalui aplikasi menimbulkan efek psikologis positif berupa rasa terlindungi dan penurunan kecemasan, terutama bagi keluarga yang sering meninggalkan rumah dalam waktu lama.

Selain itu, sistem keamanan berbasis teknologi juga menimbulkan efek pencegahan (*deterrrent effect*) terhadap potensi tindakan kriminal. Warga mengamati bahwa aktivitas mencurigakan berkurang secara signifikan di area yang telah dilengkapi kamera pengawas. Dampak ini sejalan dengan peningkatan kepercayaan diri dan ketenangan emosional warga, khususnya pada malam hari.

Penerapan sistem IoT juga berkontribusi terhadap peningkatan literasi digital masyarakat. Warga yang sebelumnya belum terbiasa menggunakan aplikasi kini mampu memanfaatkan teknologi untuk tujuan sosial dan keamanan. Aspek ini penting karena menunjukkan adanya transformasi psikososial dari ketergantungan terhadap sistem konvensional menuju partisipasi aktif dalam sistem keamanan cerdas berbasis teknologi.

Secara jangka panjang, keberhasilan program ini diprediksi akan menumbuhkan pola perilaku baru berupa kesadaran kolektif digital (*digital collective awareness*). Masyarakat tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga penjaga dan pengembang ekosistem keamanan yang berkelanjutan. Dengan meningkatnya kepercayaan antarwarga serta kolaborasi digital yang solid, sistem keamanan berbasis IoT berpotensi menjadi model smart community yang dapat direplikasi di kawasan perumahan lain.

### 3.6 Analisis Dampak terhadap Efektivitas Petugas Keamanan

Penerapan sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) di Kencana Residence memberikan dampak langsung terhadap peningkatan efektivitas kinerja petugas keamanan dalam menjalankan tugas pengawasan lingkungan. Sebelum implementasi program, sistem keamanan di kawasan ini masih bergantung sepenuhnya pada patroli manual dan laporan lisan dari warga. Kondisi tersebut menyebabkan keterbatasan dalam cakupan area pemantauan, waktu respons yang lambat terhadap insiden, serta risiko human error akibat kelelahan dan keterbatasan jumlah personel.

Setelah sistem berbasis IoT diterapkan, perubahan signifikan terlihat dalam aspek efisiensi waktu, ketepatan deteksi, dan pengambilan keputusan. Sistem CCTV IP yang terpasang di empat titik strategis memungkinkan petugas memantau area publik secara real-time melalui layar monitor dan aplikasi mobile. Dengan demikian, petugas tidak perlu lagi berpatroli berkeliling secara terus-menerus, melainkan hanya melakukan tindakan lapangan apabila terdeteksi aktivitas mencurigakan oleh sensor atau kamera.

Sebelum adanya sistem IoT, satu petugas keamanan rata-rata melakukan 4 kali patroli per shift (8 jam) dengan jangkauan area terbatas. Setelah implementasi sistem, frekuensi patroli fisik berkurang menjadi 2 kali per shift, tanpa menurunkan kualitas pengawasan. Hal ini menunjukkan efisiensi waktu kerja hingga 50%, yang memungkinkan petugas lebih fokus pada respon cepat terhadap kejadian yang terdeteksi sistem.

Duji coba menunjukkan bahwa sistem notifikasi otomatis yang terintegrasi dengan sensor PIR mampu memberikan peringatan dalam waktu kurang dari 5 detik setelah aktivitas mencurigakan terdeteksi. Sebelum penerapan sistem, waktu respon terhadap laporan insiden rata-rata mencapai 10–15 menit, tergantung pada lokasi petugas saat menerima laporan. Setelah sistem berjalan, waktu respons berkurang drastis menjadi 1–2 menit, karena petugas dapat segera mengidentifikasi lokasi kejadian melalui tampilan CCTV.

Sebelumnya, laporan keamanan hanya didasarkan pada kesaksian warga atau pengamatan langsung yang bersifat subjektif. Dengan adanya rekaman video yang tersimpan otomatis di Network Video Recorder (NVR), petugas kini memiliki bukti visual yang akurat untuk evaluasi maupun tindak lanjut ke pihak berwenang. Rekaman ini juga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas kerja

petugas keamanan, karena seluruh aktivitas di area publik dapat diverifikasi secara objektif.

## 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Kencana Residence berhasil mengoptimalkan sistem keamanan lingkungan melalui penerapan teknologi Internet of Things (IoT) yang terintegrasi antara perangkat CCTV, sensor PIR, dan aplikasi monitoring berbasis Android. Implementasi program ini tidak hanya memperkuat sistem pengawasan lingkungan secara teknis, tetapi juga memberikan dampak sosial dan psikologis yang signifikan bagi warga.

Secara teknis, sistem mampu beroperasi stabil dengan tingkat koneksi 100%, waktu respon notifikasi rata-rata 4,2 detik, dan latensi video 1,8 detik. Efektivitas kerja petugas keamanan meningkat dengan efisiensi waktu patroli hingga 50%, sementara waktu tanggap terhadap insiden berkurang dari 10–15 menit menjadi 1–2 menit.

Secara sosial, penerapan sistem ini mendorong partisipasi aktif warga dalam menjaga keamanan lingkungan. Warga tidak lagi pasif, melainkan berperan langsung memantau area publik melalui aplikasi, melaporkan aktivitas mencurigakan, dan berkolaborasi dengan petugas keamanan. Hasil survei menunjukkan tingkat kepuasan keseluruhan warga mencapai 91,2%, dengan peningkatan rasa aman dari 14% menjadi 86% setelah sistem berjalan.

Dari sisi psikologis, warga merasa lebih tenang, percaya diri, dan memiliki rasa kepemilikan terhadap sistem keamanan lingkungan. Program ini juga meningkatkan literasi digital masyarakat, menumbuhkan budaya gotong royong digital, serta memperkuat solidaritas sosial di era transformasi digital.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem keamanan berbasis IoT di Kencana Residence berhasil meningkatkan efektivitas pengawasan, memperkuat kolaborasi sosial, serta menciptakan lingkungan yang lebih aman, nyaman, dan partisipatif. Program ini juga memiliki potensi tinggi untuk direplikasi di lingkungan perumahan lain dengan penyesuaian lokal yang sesuai.

## 5. SARAN

Untuk memastikan keberlanjutan dan pengembangan program di masa mendatang, beberapa saran dapat diajukan sebagai berikut:

1. Perluasan Cakupan Sistem:

- Pemasangan perangkat IoT dapat diperluas ke blok-blok lain di Kencana Residence agar seluruh area lingkungan terpantau secara menyeluruh dan tidak ada titik buta pengawasan.
2. Peningkatan Infrastruktur Jaringan:  
Diperlukan peningkatan kapasitas router atau repeater Wi-Fi untuk menjaga stabilitas koneksi pada area dengan beban jaringan tinggi, terutama pada jam penggunaan puncak.
  3. Integrasi Fitur Tambahan:  
Pengembangan aplikasi monitoring dapat dilengkapi dengan fitur panic button dan emergency call untuk mempermudah warga melaporkan situasi darurat secara langsung ke petugas keamanan.
  4. Replikasi dan Kolaborasi Lanjutan:  
Model pengabdian ini dapat dijadikan pilot project bagi lingkungan perumahan lain sebagai bentuk penguatan keamanan berbasis teknologi partisipatif. Kolaborasi dengan pemerintah daerah dan institusi pendidikan tinggi disarankan untuk memperluas dampak dan penerapan teknologi serupa di wilayah lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amallia, N., 2020, Partisipasi Masyarakat Dalam Sistem Keamanan Lingkungan Untuk Meningkatkan Keamanan Dan Ketertiban Masyarakat. *Jisip*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.24967/fisip.v2i1.653>
- [2] Karinda, C. N., Najoan, X. B. N., & Najoan, M. E. I., 2021, Perancangan dan Implementasi IoT dalam Memantau Keamanan Lingkungan Berbasis Aplikasi Mobile dan Rasspberry Pi. *Jurnal Teknik Informatika*, 16(2), 193–202.
- [3] Soesanto, E., Masyruroh, A.J, Putri, G.A.M., & Mahaani, S.P., 2023, Peranan Manajemen Securiti dalam Mengamankan dan Memecahkan Masalah PT SK Keris Indonesia. *Jurnal Manajemen Riset Inovasi (MRI)*, Vol 1, No.3, DOI: <https://doi.org/10.55606/mri.v1i3.1259>.
- [4] Doni, F.R., 2020, Akses Kamera CCTV dari Jarak Jauh Untuk Monitoring Keamanan dengan Penerapan PSS, *Evolusi: Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 8, no. 1, p. 1-9. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v8i1.7142>.
- [5] Mubaraq, H., 2021, *Rekaman CCTV Sebagai Alat Bukti Tindak Pidana Sekolah Tinggi Hukum Militer AHM-PTHM*. Available: <https://sthmahmpthm.ac.id/detailpost/rekaman-cctv-sebagai-alat-bukti-tindak-pidana>

- cctv-sebagai -alat-bukti-tindak-pidana. [Accessed: 25 Agustus 2024].
- [6] Suarna, D., & Edy, E. S., 2023, Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Memonitoring Komsumsi Listrik. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 163–170. <https://doi.org/10.47065/bit.v4i2.631>
  - [7] Santoso, E., & Ridok, A., 2023, Implementasi Sistem Keamanan Perumahan. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2023, 162–170.
  - [8] Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P., 2022, Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari, *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>