

Sistem Keamanan Closed Circuit Television di Jalan Acacia Taman Cileungsi Menggunakan Shinobi

Rafly Ammar Gata^{1*}, Jaffar Shadiq²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Bina Insani, Indonesia

^{1*}raflyammar88@gmail.com, ²jafarshadiq@binainsani.ac.id

Abstrak: Jalan-jalan perumahan seperti di Jl. Acacia Taman Cileungsi yang tidak memiliki sistem keamanan dapat membuat lingkungan terasa tidak aman dan mengundang orang untuk melakukan kejahatan. Petugas keamanan dapat membuat tempat tersebut lebih aman, tetapi manusia perlu istirahat dan tidak selalu siaga, yang dapat menimbulkan celah keamanan. Dengan sistem CCTV yang selalu aktif, celah keamanan tersebut dapat dihilangkan dan memberikan bukti kuat jika terjadi kejahatan. Sistem CCTV dikombinasikan dengan sistem IoT, petugas keamanan dapat dengan mudah melakukan tugas mereka dan warga setempat juga dapat berperan aktif dalam menjaga keamanan dengan melihat rekaman kamera dari jarak jauh melalui akses internet. Sistem keamanan menggunakan kamera CCTV nirkabel, antena, dan server DVR khusus dengan Deteksi Objek AI yang kemudian terhubung ke internet melalui Tunneling dan kemudian dapat diakses dari jarak jauh melalui browser web dengan tautan, sistem ini juga menggunakan email sebagai cara cepat untuk mengakses notifikasi tanpa mengakses server. Pengembangan sistem menggunakan metode Prototipe untuk memastikan sistem yang cepat dan fungsional yang sesuai dengan kebutuhan warga setempat. Sistem ini dapat mengurangi tingkat kejahatan, memberikan pengawasan yang diperlukan, memberikan bukti, dan membuat lingkungan lebih aman di Jl. Acacia Taman Cileungsi. Dengan penerapan sistem CCTV ini, Acacia St Taman Cileungsi dapat menjadi lingkungan yang lebih aman dengan tingkat kejahatan yang lebih rendah.

Kata Kunci: CCTV; DVR; Deteksi Objek; Akses Jarak Jauh; Keamanan;

Abstract: Residential roads like in Acacia St Taman Cileungsi that do not have a security system can make the neighborhood feel unsafe and invite people to commit crimes. Security officers can make the place safer, but humans need to rest and cannot always be on standby, which can introduce a gap in security. With an always-on CCTV system, it can eliminate that security gap and provide strong evidence in the event of a crime. The CCTV system is combined with IoT system, security officers can easily do their jobs and local residents can also play an active role in maintaining security by viewing camera captures remotely with internet access. The security system uses wireless CCTV cameras, antennas, and custom made DVR server with AI Object Detection which are then connected to the internet via Tunneling and then can be remotely accessed via web browser with a link, the system also uses email as a quick way to access notification without accessing the server. Development of the system uses Prototype method to ensure quick and functional system that corresponds with the locals needs. This system reduces crime rate, provide necessary

surveillance, provide evidence, and make the neighborhood safer in Acacia St Taman Cileungsi. With implementation of this CCTV system, Acacia St Taman Cileungsi can be a safer neighborhood with lower crime rate.

Keywords: CCTV; DVR; Object Detection; Remote; Security;

1. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan hal yang penting untuk menjaga ketertiban dalam bertetangga. Untuk saat ini di Jl. Acacia tidak ada keamanan sama sekali dikarenakan petugas keamanan sudah pensiun. Tanpa adanya sistem keamanan, warga di Jl. Acacia rentan terjadinya tindak kriminal seperti pencurian. Tidak adanya keamanan juga menyulitkan dalam pengumpulan bukti dari tindak kejahatan. Dan tanpa adanya sistem keamanan juga membiarkan area tidak ada yang menjaga dan melihat keadaan. Oleh karena itu diperlukan sistem keamanan untuk mengisi kekosongan dalam keamanan[1].

Sistem Keamanan sangat dibutuhkan untuk mengawasi keamanan di area Jl. Acacia karena sistem tersebut dapat digunakan untuk mencegah tindak kriminal dan juga dapat digunakan untuk mengumpulkan bukti jika tindak kriminal terjadi. Bukti tersebut dapat diberikan ke pihak kepolisian untuk ditindak lanjuti[1], [2], [3].

Salah satu sistem keamanan yang paling sering ditemukan adalah CCTV, dimana kamera memantau dan merekam yang kemudian disimpan ke server, monitoring suatu area menggunakan kamera video yang di tempat pada lokasi tertentu, dihubungkan menjadi sebuah jaringan tertutup dan dapat dimonitoring dari sebuah ruang kontrol. Sistem ini juga sering digunakan untuk pengamanan dalam kegiatan industri, pengamanan gedung dan lain sebagainya. Tampilan kamera dan rekaman tersebut dapat dilihat dengan mengakses ke server, yang biasanya disebut DVR atau NVR yang berfungsi sebagai media penyimpanan yang menyimpan data-data yang ditangkap oleh CCTV dan juga dapat menampilkan tangkapan kamera secara langsung. Kamera yang biasa digunakan untuk keamanan yaitu kamera nirkabel camera atau singkatan dari pan, tilt, dan zoom menjadi jenis kamera yang cukup populer karena fleksibilitasnya dalam memberi opsi yang dapat mencakup area yang luas. Kamera ini juga menawarkan operator untuk mengontrol kamera secara manual atau memprogramnya untuk memastikan tampilan yang diterima seakurat mungkin, sehingga seringkali kamera CCTV jenis ini diaplikasikan pada pengawasan di area luas seperti kota, pusat transportasi, stadion olahraga dan Gudang[2], [4], [5], [6], [7].

Untuk lebih memudahkan akses ke server, koneksi online seperti IoT dan website dapat digunakan. Sistem kendali CCTV melalui website ini bertujuan untuk dapat mengendalikan dan memonitoring kamera sehingga dapat dilakukan dari jarak yang jauh dan dimana saja. Tunneling dapat digunakan sebagai saluran komunikasi jaringan Internet Protocol (IP) di antara dua jaringan. Hal tersebut digunakan untuk mengangkut protokol jaringan lain melalui enkapsulasi dan dengan merangkum protokol jaringannya dalam paket TCP/IP yang dibawa melalui internet. Dengan menambahkan fitur tersebut, warga dapat mengakses rekaman dan kamera secara online dimanapun. Server juga dapat diakses secara lokal LAN yang merupakan suatu jaringan komputer yang terdiri dari banyak komputer sampai dengan beberapa komputer yang dikelompokkan menjadi satu dalam suatu area. Dengan menghubungkan ke salah satu Access Point yang menjadi titik akses yang penting dalam sebuah jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat untuk terhubung yang memiliki sinyal dan kecepatan yang lebih baik. Setiap Access Piont dipasang antena omnidirectional yang memiliki bentuk seperti tongkat dan tingkat jangkauan yang lebih luas dibandingkan antena gird. Cakupan yang dimiliki antena ini tentunya menuju ke segala arah[6], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16].

Sistem keamanan CCTV juga dapat ditambah fitur seperti Object Detection untuk mendeteksi objek apa saja yang terdeteksi. Fitur tersebut juga dapat digunakan untuk jadi titik rekaman kamera agar penyimpanan lebih hemat terpakai[4], [5].

Dalam hukum, sistem keamanan CCTV memiliki peran penting seperti dalam tahap penyelidikan. Proses penyelidikan ini meliputi upaya kepolisian dalam mempelajari terjadinya suatu pelanggaran atau tindak pidana, identifikasi pelaku, serta pengumpulan dan penyimpanan bukti kesalahan tersangka. Selain itu juga dapat digunakan sebagai alat pencegah kejahatan, CCTV dapat dilibatkan dalam proses pembuatan pemetaan risiko kejahatan. Oleh karena itu, sistem CCTV menjadi bagian vital dalam rangka manajemen keamanan[1], [2].

Penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem CCTV ada dari Parsada dan Yasa yang memiliki kesimpulan Perancangan alat sistem kendali CCTV melalui website ini bertujuan untuk dapat mengendalikan dan memonitoring kamera CCTV melalui web sehingga dapat dilakukan dari jarak yang jauh dan dimana saja. Pengaturan gerakan dari kedudukan kamera CCTV 8 dilakukan melalui pengaturan sudut motor stepper. Dari hasil pengujian terdapat ketidaksesuaian antara hasil yang diharapkan dengan hasil yang diinginkan dan mendapatkan nilai error paling tinggi yaitu sebesar 17.7%. Hal ini dikarenakan terjadi split pada poros kedudukan kamera ketika motor stepper berputar. Untuk peneliti selanjutnya, perlu diperhatikan konstruksi dari kedudukan kamera CCTV. Jika menggunakan gear maka perlu diperhitungkan besar gear yang akan digunakan sehingga bisa mengurangi terjadinya split[8]. Ada juga dari Wahyudi dan Ilyas yang berkesimpulan Berdasarkan uraian pembahasan dan pokok permasalahan yang didasarkan pada teori teori yang telah dijelaskan tentang sistem keamanan dengan mendeteksi gerak menggunakan WebCam yang dikontrol menggunakan Personal Computer maka penulis dapat menarik kesimpulan yaitu Penggunaan sistem keamanan ini merupakan pengembangan teknologi WebCam yang mulanya digunakan untuk Teleconference dan Video Chat, kemudian dikembangkan menjadi suatu sistem keamanan yang dapat mendeteksi gerakan-gerakan yang terjadi dan dikontrol oleh sebuah Personal Computer. Dalam penerapan dan pemanfaatan sistem keamanan ini dapat memberikan peringatan berupa bunyi alarm kepada pemakai sehingga dapat memberikan antisipasi terhadap kemungkinan yang akan terjadi. Sistem yang dibuat ini dapat membantu dalam hal pengawasan dan pengontrolan terhadap rumah yang sering ditinggalkan penghuninya[4]. Adapun dari Murtopo dan Basri yang memiliki hasil Berdasarkan penelitian dan aplikasi serta penjelasan yang telah dikemukakan, maka dapat mengambil kesimpulan yaitu analisa sistem yang sedang berjalan, Aplikasi Pemantauan Kegiatan Perekaman CCTV sangat bermanfaat guna memaksimalkan pemantauan kegiatan transaksi perbankan serta dapat memudahkan operator ruang kontrol dalam mencari data transaksi. Aplikasi Pemantauan Kegiatan Perekaman CCTV ini diaplikasikan berbasis desktop[5].

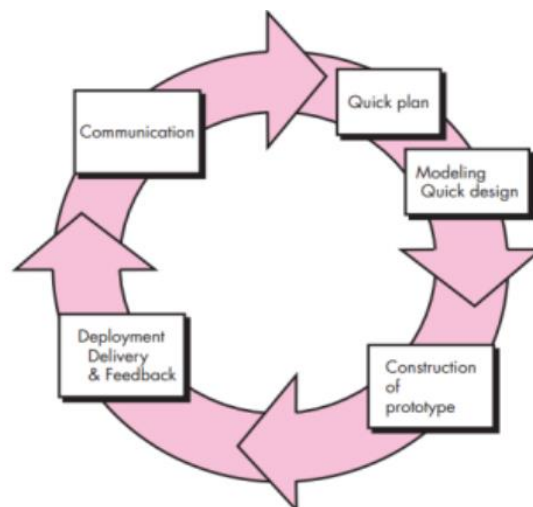
Dengan sumber dari penelitian sebelumnya membantu untuk penelitian ini. Seperti penggunaan metode Prototype sebagai metode pengembangan dan penelitian yang dapat disimpulkan cocok untuk penelitian ini. Penelitian sebelumnya juga memberikan inspirasi sebagai sistem CCTV lokal maupun terhubung internet. Untuk bagian fitur-fitur untuk sistem CCTV di, penelitian dan riset sebelumnya dapat menjadi fondasi dari sistem yang ada di penelitian ini[8], [15].

Perbedaan utama penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada skala implementasi dan integrasi teknologinya. Jika penelitian Parsada dan Yasa berfokus pada pengendalian sudut kamera secara mekanik, Wahyudi dan Ilyas menggunakan webcam tunggal berbasis PC, serta Murtopo dan Basri berfokus pada aplikasi desktop perbankan, maka penelitian ini mengimplementasikan pemantauan terintegrasi skala Jalan Acacia secara nirkabel menggunakan open-source Shinobi NVR. Kebaruan penelitian ini adalah penggabungan arsitektur Client-Server lokal dengan kecerdasan buatan Object Detection berbasis Tensorflow untuk efisiensi penyimpanan yang merekam berdasarkan objek dan notifikasi cerdas via email, serta pemanfaatan IP Tunneling untuk akses jarak jauh. Kontribusi ilmiah yang dihasilkan adalah sebuah rancangan arsitektur jaringan pengawasan desentralisasi yang hemat biaya namun tetap

memiliki fungsionalitas pengenalan objek dan akses global, yang dapat direplikasi dengan mudah oleh lingkungan masyarakat lainnya[4], [5], [8].

2. METODE PENELITIAN

Metode Prototype digunakan untuk membangun sistem keamanan dalam penelitian ini. Metode ini merupakan pendekatan dimana prototype awal dari sistem dibuat dan kemudian diubah sesuai kebutuhan sampai cukup berkembang untuk dibuat versi akhirnya. Model Prototype yang memiliki proses communication, quick plan, quick design, construction of prototype, deployment delivery & feedback.



Gambar 1. Metode Prototype

Berikut merupakan penjelasan dari proses metode Prototype:

1. Communication

Melibatkan orang yang bersangkutan untuk ditanyai agar mendapatkan informasi untuk membangun sistem yang sesuai.

2. Quick Plan

Rencana awal pengembangan sistem berdasarkan info yang diperoleh untuk membangun prototipe.

3. Quick Design

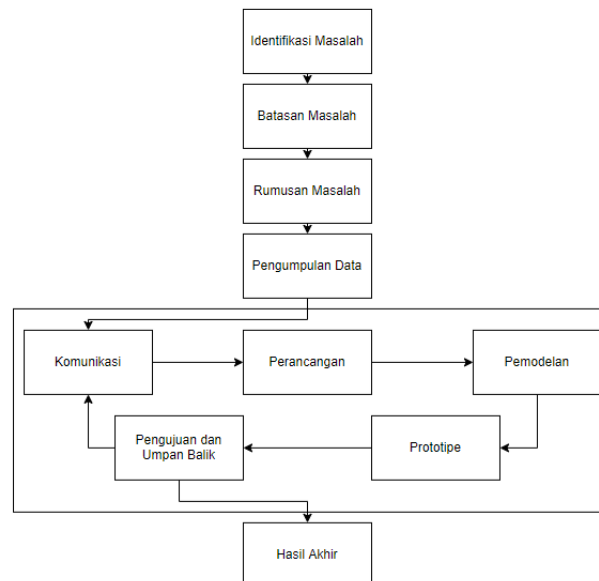
Desain awal model sistem sebagai rancangan sistem yang dibuat.

4. Construction of Prototype

Dibuat sistem sederhana berdasarkan rancangan yang dibuat untuk dikembangkan.

5. Deployment Delivery & Feedback

Prototipe yang dibuat akan dijalankan, diuji, hal diambil hasilnya yang kemudian diunjukkan ke orang yang bersangkutan untuk mendapatkan umpan balik yang digunakan untuk mengembangkan sistem lebih lanjut sampai sistem akhir yang berfungsi dengan baik terbangun.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

Dari kerangka pemikiran atas dibuat pembahasan lebih lanjut dari setiap tahap penelitian yang dijelaskan sebagai berikut:

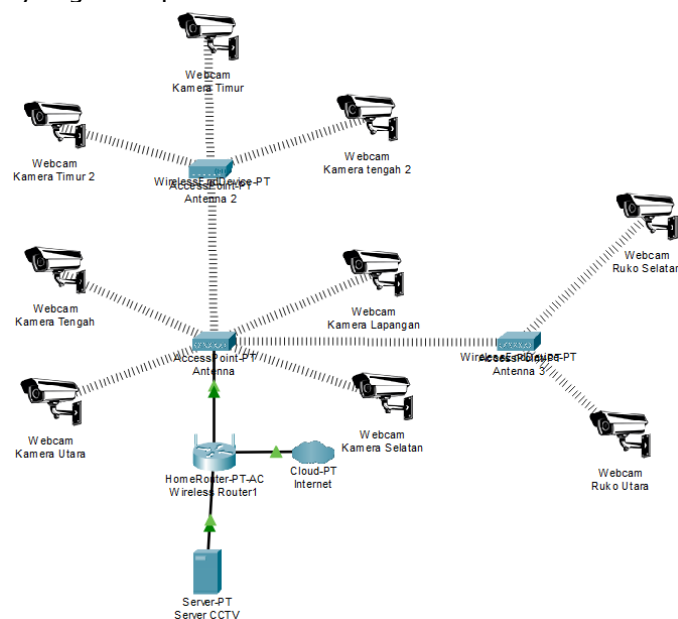
1. **Identifikasi Masalah**
Upaya menumukan masalah yang akan diselesaikan dengan dikembangkannya sistem keamanan yang akan dipasang di Jalan Acacia.
2. **Batasan Masalah**
Pembatasan ruang lingkup dari penelitian agar bisa lebih fokus kepeda pokok permasalahan.
3. **Perumusan Masalah**
Masalah apa saja yang telah ditemukan yang akan jadikan objek penelitian dan dibentuk solusinya.
4. **Pengupulan data**
Mengumpulkan informasi dari wawancara RT/RW dan warga beserta observasi lokasi langsung untuk bisa digunakan dalam penelitian. Studi pustaka juga dijadikan sumber pengambilan data penelitian.
5. **Komunikasi**
Tahap awal dalam pembangunan sistem dimana informasi kebutuhan dan masalah yang ada didalatkan dari komunikasi dengan pihak yang bersangkutan seperti RT/RW dan warga.
6. **Perancangan**
Setelah sudah jelas apa saja masalah dan kebutuhannya maka sistem dirancang sesuai data yang didapatkan.
7. **Pemodelan**
Dibuatnya model dari sistem yang akan dibangun prototipenya.
8. **Prototipe**
Sistem sederhana yang dibuat untuk diuji dan dikembangkan lebih lanjut.
9. **Pengujian dan Umpan Balik**
Prototipe diuji dan dipresentasikan hasilnya pada pihak bersangkutan untuk mendapatkan umpan balik dan dari data yang didapatkan prototipe dikembangkan lebih lanjut. Proses ini diulang sampai mendapatkan hasil akhir.
10. **Hasil Akhir**

Sistem yang dapat memenuhi kebutuhan, menyelesaikan masalah, dan yang dapat diandalkan telah berhasil dibuat. Data dari pembuatan ditulis dalam laporan Penelitian.

Sebelumnya belum pernah ada jaringan CCTV yang ada di area RT. 01/RW. 09 yang dibuat khusus untuk warga. Kemanan CCTV yang ada hanya milik pribadi warga yang memiliki sistem keamanan CCTV yang hanya bisa dilihat oleh pemiliknya masing masing dan tidak dibuat untuk kemanan bersama. Hal tersebut menyulitkan dalam pengumpulan bukti karena harus meminta izin ke masing-masing pemilik dan warga tidak bisa memantau area secara langsung.

Tentu saja dengan kondisi yang sekarang sangat tidak memadai untuk keamanan warga. Maka dibuatlah rancangan dari sistem tersebut dari topologinya yang memberikan gambaran dari terhubungnya perangkat ke satu sama lain sampai penempatannya pun harus diperhatikan agar semua area Jl. Acacia terpantau oleh sistem. Jika rancangan yang dibuat bagus, hal tersebut akan sangat berdampak dalam efektifitas, keandalan, dan kestabilan dari sistem saat dipasang.

Jaringan menggunakan kombinasi koneksi wired dan wireless untuk memudahkan imlementasi dan pemasangan perangkat, menurunkan biaya pemasangan sehingga menurunkan dana yang dibutuhkan dari warga, dan memaksimalkan kekuatan sinyal dari setiap perangkat agar tetap stabil dalam operasionalnya. Berikut merupakan rancangan topologi dari jaringan yang di implementasikan:



Gambar 3. Topologi Jaringan CCTV

Seperti gambar yang telah diperlihatkan di atas, topologi jaringan yang digunakan sebagian besar menggunakan koneksi wireless. Dengan koneksi wireless, perangkat jaringan lebih mudah dipasang dan diatur posisinya. Akan tetapi jaringan tersebut memiliki kekurangan dimana sinyal bisa lemah bahkan terputus jika penempatannya kurang bagus, terlalu jauh, atau terhalang oleh sesuatu. Maka dari itu, penempatan perangkat meskipun banyak posisi yang koneksinya bagus, masih harus diperhatikan penempatannya agar mendapat sinyal yang stabil.



Gambar 4. Lokasi Fisik Perangkat

Gamabar diatas merupakan lokasi fisik dari perangkat-perangkat yang digunakan untuk sistem CCTV. Terdiri dari 2 kamera ruko, 2 kamera tengah, 2 kamera pintu, 2 kamera timur, dan terakhir 3 antenna omnidirectional yang menghubungkan semuanya ke jaringan. Dengan penempatan tersebut, semua area yang Jl. Acacia yang ditandai didalam garis kuning dapat dipantau oleh sistem.

Tabel 1. Pembagian IP

IP	Perangkat
192.168.1.1-9	Server
192.168.1.10-100	Router, Antenna
192.168.1.101-254	Kamera

IP yang tertera didalam tabel digunakan dibagikan untuk memastikan komunikasi antar perangkat teratur dan tidak bertabrakan dengan satu sama lain, sehingga koneksi jaringan sistem berjalan dengan baik. Rentang IP 192.168.1.1-9 digunakan untuk server, berguna untuk jika ingin menambah beberapa server yang dipasang. Retang IP 192.168.1.10-100 digunakan untuk perangkat yang menghubungkan koneksi jaringan, dibuat banyak agar jika ada penambahan perangkat tidak kekurangan. Rentang IP 192.168.1.101-254 digunakan untuk kamera dan dibuat banyak tersedia agar tidak terjadi kekurangan IP jika banyak kamera yang dipasang.

Tabel 2. Hardware

Perangkat	Spesifikasi
Server	Processor : Intel i7 4 th gen RAM : 8 GB DDR4 Storage : 512 GB Sata SSD
Antenna	Model : TPlink EAP110 Outdoor Access Point Antenna : 2x2 MIMO Omni

	Speed : 300 Mbps 2.5 GHz
	Range : 200M Maximum
Modem/Router	Model : XP80DB
	Band : 2.5GHz, 5GHz
	Internet : 30Mbps Dragonet
Camera	Model : V360 Pro Q21S
	Koneksi : Wireless 2.5 GHz
	Resolusi : 720p 4MP
Kabel	Tipe: LAN Cat5e

Tabel diatas memberikan spesifikasi yang dipakai untuk membuat sistem Keamanan CCTV yang dipasang di Jl. Acacia. Komputer yang tidak terlalu lemah namun masih cukup untuk digunakan sebagai server memungkinkan sistem keamanan berjalan dengan baik tanpa membutuhkan banyak biaya maupun listrik. Antenna omnidirectional dari TPlink dapat memberikan cangkupan sinyal yang kuat dengan 2x2 MIMO serta memiliki kecepatan 300Mbps yang cukup untuk sistem keamanan yang dibuat. Kemudian ada modem yang disediakan dari provider Dragonet untuk menyediakan internet agar sistem dapat terhubung ke internet. Kamera yang digunakan memiliki fitur koneksi wireless sehingga tidak membutuhkan kabel untuk koneksi ke sistem, memudahkan pemasangannya. Kabel LAN Cat5e juga digunakan karena memiliki kecepatan yang baik dan memberikan koneksi yang stabil.

Table 3. Software

Fungsi	Software Digunakan
Operating System	Ubuntu 26 LTS
NVR Software	Shinobi NVR
Remote Access	Zrok Tunneling
Machine Learning	Tensorflow
Client Access	Browser
Notifikasi	Gmail

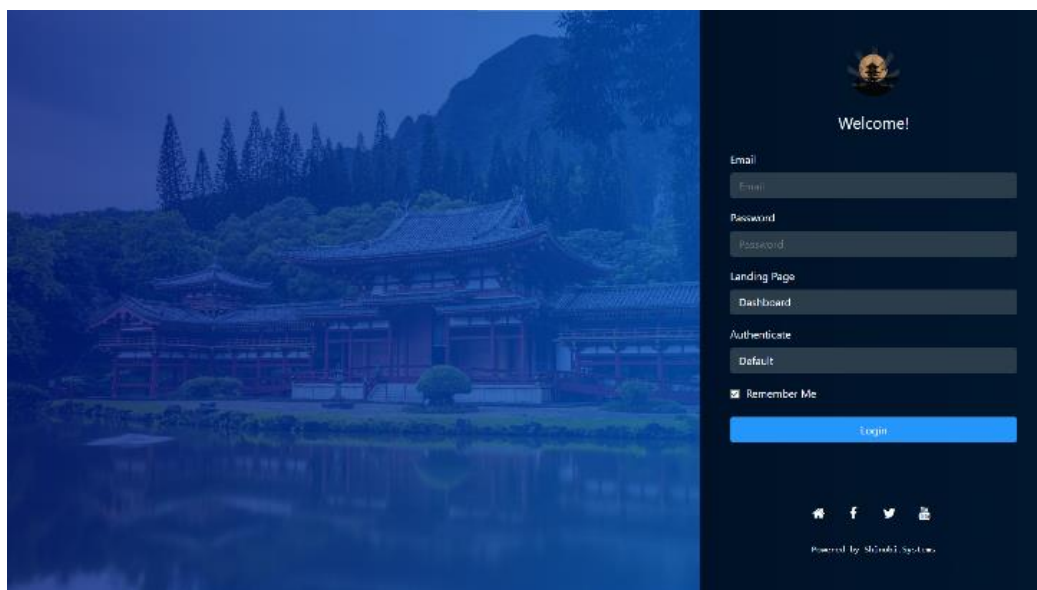
Berdasarkan tabel diatas, server jaringan menggunakan arsitektur Client-Server yang diartikan sebagai suatu perancangan jaringan komputer yang mana perangkat client melakukan proses meminta data, dan server yang bertugas untuk memberikan respon dari feedback yang berupa data. Dibagian Server menggunakan Ubuntu sebagai sistem operasinya dan Shinobi NVR untuk memproses dan mengkoneksikan kamera ke Server. Shinobi NVR merupakan program NVR open source yang dapat mengkoneksikan kamera merek apapun asalkan kamera memiliki RTSP dan ONVIF. Untuk meningkatkan fungsionalitas Server, Zrok digunakan untuk tunneling agar Server bisa diakses secara remote menggunakan internet. Untuk pemrosesan gambar tangkapan dan mengoptimalkan penggunaan penyimpanan, server menggunakan Tensorflow yang telah di trained menggunakan dataset COCO dari Microsoft yang bisa mendeteksi objek yang biasa ditemukan seperti orang, kendaraan, binatang, dan lain sebagainya. Dengan Tensorflow, Server dapat membedakan objek yang ditangkap dan bisa disetel jika ada objek bergerak untuk merekam, menghemat penyimpanan dan komputasi Server. Untuk notifikasi dari tangkapan kamera, Server menggunakan SMTP Gmail untuk mengirim email ke email yang telah ditentukan. Email berisi info nama kamera, objek yang ditangkap,

waktu tangkapan, dan foto dari tangkapan kamera. Dari sisi Client, perangkat hanya perlu menggunakan web browser untuk mengakses Server secara Remote. Jika terhubung jaringan lokal, client bisa memasukkan IP dan Port Server untuk mengakses. Jika diluar jaringan lokal, Client bisa mengakses Server menggunakan link yang disediakan.

Dalam tahapan preprocessing data untuk sistem cerdas, penelitian ini menggunakan model kecerdasan buatan Object Detection yang sudah dilatih sebelumnya telah di pre-trained menggunakan dataset COCO. Oleh karena itu, tahapan seperti pembersihan data, normalisasi, maupun pembagian dataset pelatihan dan pengujian secara mandiri tidak diperlukan, karena model langsung diimplementasikan pada kondisi riil dengan parameter tingkat kepercayaan (confidence threshold) sebesar 60%. Pemilihan parameter ini didasarkan pada konfigurasi yang paling optimal untuk mengurangi false positive pada tangkapan CCTV malam maupun siang hari, sehingga penelitian ini dapat direplikasi dengan mudah oleh peneliti lain menggunakan spesifikasi hardware serupa.

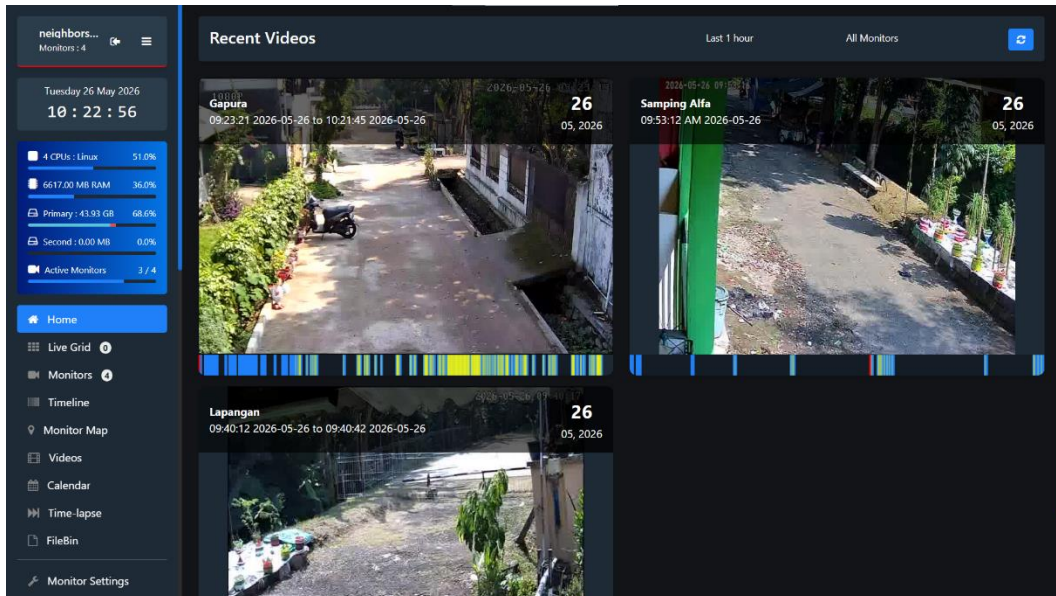
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem telah di implementasikan di Jalan Acacia Taman Cileungsi RT.01/RW.09. Untuk mengakses sistem, warga dapat menggunakan program Windows, web browser, maupun aplikasi Android. Versi web digunakan sebagai contoh penggunaan. Berikut merupakan tampilan versi web dari Shinobi saat warga mengkoneksikan ke server.



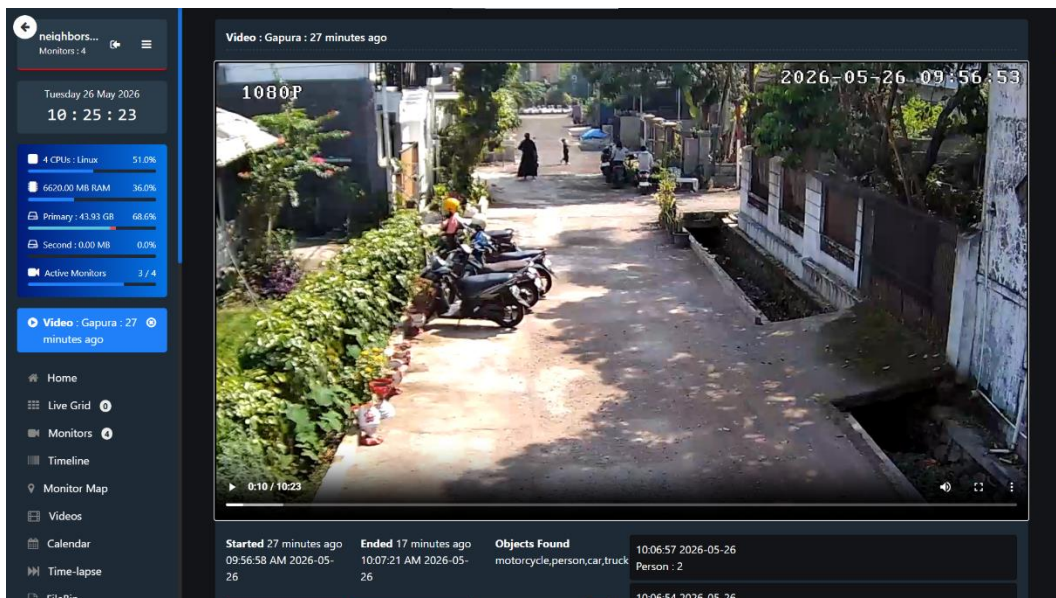
Gambar 4. Laman Login

Dengan link yang sudah dibagikan, warga dapat masuk ke sistem CCTV dengan akun yang telah dibagikan oleh ketua RT. Setelah memasukkan akun, warga dapat menckelis 'Remember Me' untuk login secara otomatis saat selanjutnya masuk ke laman sistem CCTVnya. Setelah berhasil tersambung, client akan ditampilkan dengan timeline tangkapan setiap kamera.



Gambar 5. Laman Dashboard

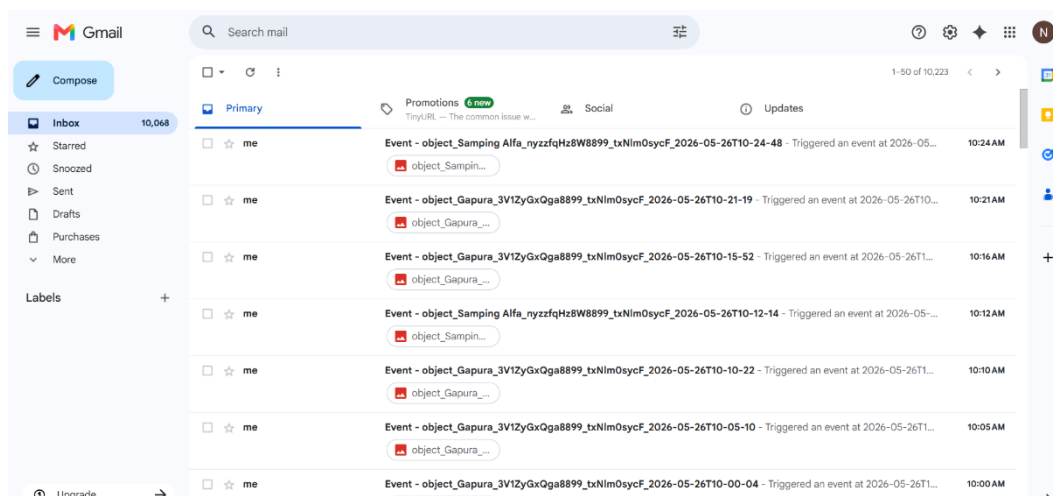
Setelah terlihat tampilan seperti diatas, warga dapat melihat kamera yang sedang aktif dan gambar tangkapan yang sudah ditangkap oleh kamera. Dengan mengklik timeline, client dapat melihat rekaman yang ditangkap kamera dengan tag objek yang tertangkap kamera.



Gambar 6. Rekaman Tangkapan Kamera

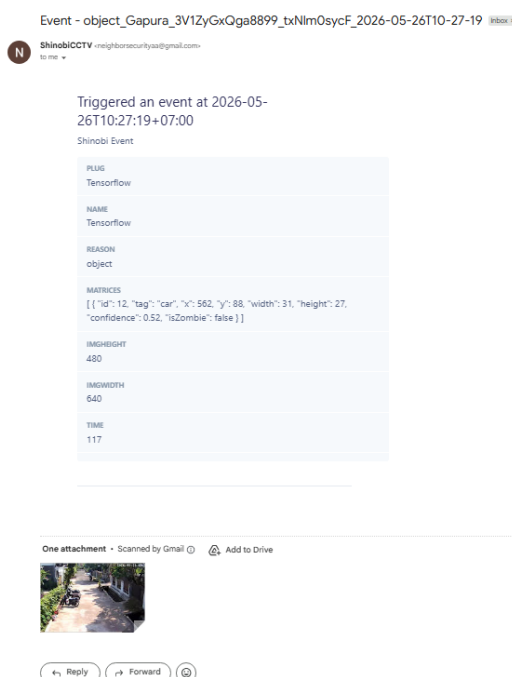
Saat tampilan diatas muncul, warga dapat memutar rekaman yang telah ditangkap, melihat tag objek apa saja yang di tangkap kamera, serta informasi kapan tangkapan video dilakukan.

Untuk notifikasi jika ada tangkapan kamera terbaru, client bisa login ke email yang disediakan dan menerima notifikasi.



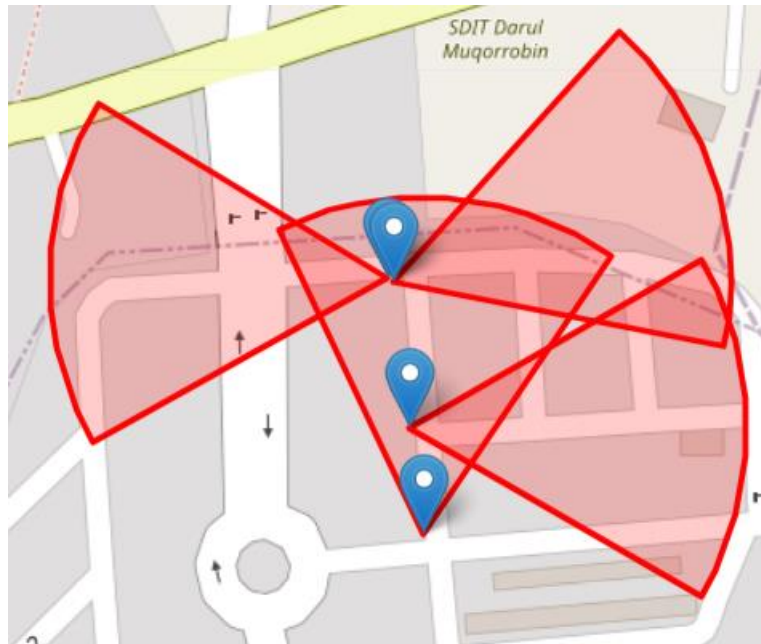
Gambar 7. Notifikasi

Gambar diatas menampilkan dari Gmail yang digunakan sebagai sistem notifikasi yang dapat memberitahu jika ada kamera yang sedang menangkap rekaman. Gmail digunakan karena banyak yang sudah familiar dan mempermudah dalam penggunaan dan integrasi ke sistem.



Gambar 8. Isi Notifikasi

Diatas merukakan isi dari notifikasi. Menampilkan info seperti kamera yang menangkap, kapan rekaman dilakukan, objek yang terdeteksi, dan gambar dari tangkapan kamera.



Gambar 9. Peta Penempatan Kamera

Gambar diatas menunjukkan letak kamera yang sudah dipasang dan siap digunakan. Kamera Gapura, Tengah, Lapangan, dan Samping Alfa telah dipasang, untuk penambahan kamera selanjutnya dilakukan secara jangka panjang tergantung kebutuhan warga RT01/RW09.

Dengan contoh-contoh diatas, dapat disimpulkan sistem telah berhasil di implementasikan. Warga sudah dapat menggunakan sistem untuk keamanan di Jl. Acacia dan sistem berjalan secara terus-menerus mengawasi area yang sudah ditangkap secara visual oleh kamera dan menyimpan rekaman ke server untuk bisa diakses kapanpun.

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.101

Pinging 192.168.1.101 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.101: bytes=32 time=330ms TTL=255
Reply from 192.168.1.101: bytes=32 time=20ms TTL=255
Reply from 192.168.1.101: bytes=32 time=18ms TTL=255
Reply from 192.168.1.101: bytes=32 time=467ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.101:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 467ms, Average = 208ms
```

Gambar 10. Tes Kamera Gapura

Diatas merupakan tes ping dari kamera Gapura, memiliki kecepatan yang cukup namun sedikit kurang stabil yang dikarenakan jaraknya yang lumayan jauh dari antenna.

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.102

Pinging 192.168.1.102 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.102: bytes=32 time=248ms TTL=255
Reply from 192.168.1.102: bytes=32 time=11ms TTL=255
Reply from 192.168.1.102: bytes=32 time=88ms TTL=255
Reply from 192.168.1.102: bytes=32 time=18ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.102:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 11ms, Maximum = 248ms, Average = 91ms
```

Gambar 11. Tes Kamera Lapangan

Koneksi ping kamera Lapangan, Memiliki kecepatan yang lebih cepat dan lebih stabil, kamera memiliki posisi yang cukup dekat dengan antenna.

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.11

Pinging 192.168.1.11 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time=1202ms TTL=64
Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time=357ms TTL=64
Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time=168ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.1.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 3ms, Maximum = 1202ms, Average = 432ms
```

Gambar 12. Tes Kamera Sampling Alfa

Koneksi ping kamera Sampling Alfa, Memiliki kecepatan yang lebih cepat namun kurang stabil, kamera memiliki posisi yang cukup dekat dengan antenna akan tetapi terhalang oleh tembok.

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.103

Pinging 192.168.1.103 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.103: bytes=32 time=129ms TTL=255
Reply from 192.168.1.103: bytes=32 time=25ms TTL=255
Reply from 192.168.1.103: bytes=32 time=8ms TTL=255
Reply from 192.168.1.103: bytes=32 time=82ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.103:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 8ms, Maximum = 129ms, Average = 61ms
```

Gambar 13. Tes Kamera Tengah

Kamera Tengah memiliki kecepatan yang lebih cepat dan lebih stabil, kamera memiliki posisi yang cukup dekat dengan antenna serta tidak terhalang apapun, dapat terlihat langsung dari antenna.

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=15ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=28ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=15ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 5ms, Maximum = 28ms, Average = 15ms
```

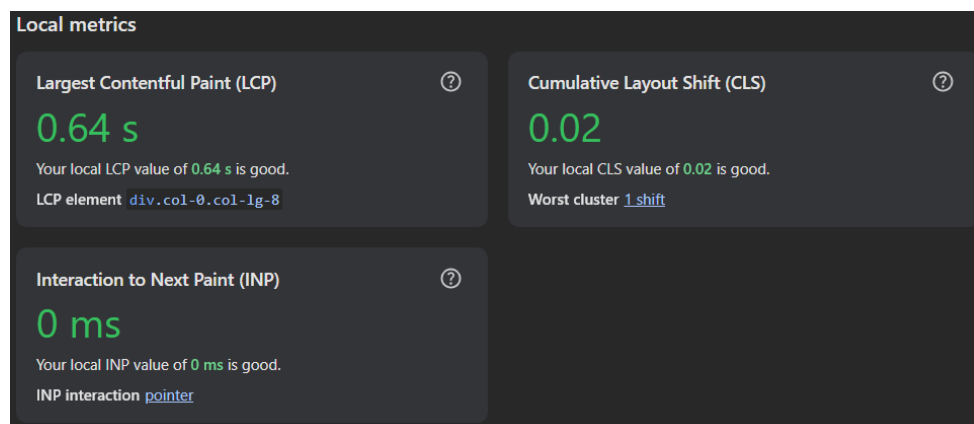
Gambar 14. Tes Server dan Access Point

Koneksi server dan access point memiliki koneksi yang sangat cepat dan stabil dikarenakan menggunakan kabel Cat5e.

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time
192.168.1.7	304	document	Other	0.2 kB	57 ms
jquery.min.js	304	script	(index):39	0.2 kB	93 ms
jquery-ui.min.js	304	script	(index):40	0.2 kB	103 ms
jquery.serialize.js	304	script	(index):41	0.2 kB	126 ms
apple-touch-icon-76x76.png	304	png	(index):60	0.2 kB	37 ms
bs5.login.js	304	script	(index):184	0.2 kB	39 ms
fontawesome-webfont.woff2?v=4.7.0	200	font	font-awesome.min.css	(memory cache)	0 ms
splash.avif	304	octet-stream	(index):107	0.2 kB	40 ms
favicon-196x196.png	304	png	Other	0.2 kB	32 ms
favicon.ico	304	x-icon	Other	0.2 kB	12 ms
favicon.ico	304	x-icon	Other	0.2 kB	25 ms

Gambar 15. Response Time Website Local

Dari gambar diatas, laman web memiliki respon yang instan dalam menampilkan lamannya. Dengan kecepatan tersebut sistem dapat digunakan secara nyaman dan responsif dengan latency dibawah 130ms.



Gambar 16. Metrics Website Local

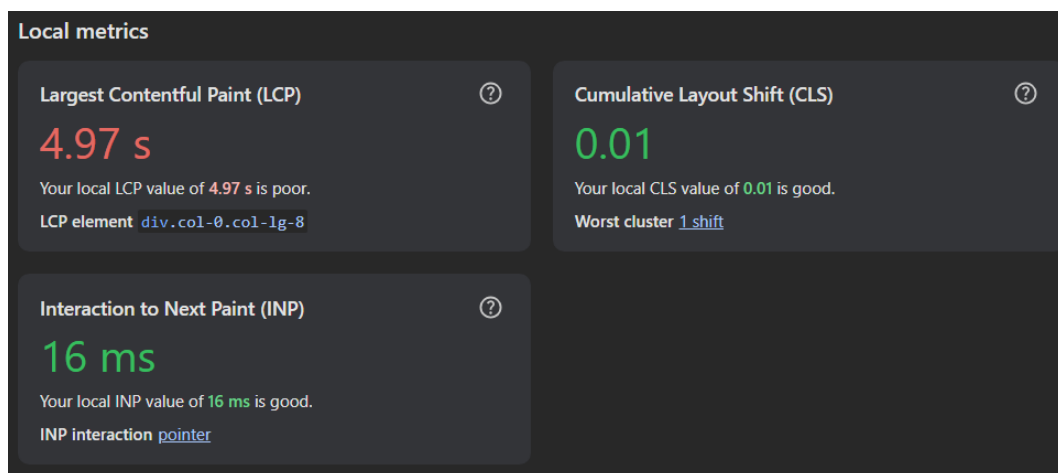
Dari gambar diatas, laman web memiliki LCP (Largest Contentful Paint) yaitu pengukuran waktu dari saat pengguna memulai pemuatan halaman hingga gambar atau blok teks terbesar dirender dalam area pandang yang cepat sehingga tampilan secara instan muncul. Memiliki CLS (Cumulative Layout Shift) yaitu pengukuran ketidakstabilan konten dengan menggabungkan seberapa banyak konten yang terlihat telah bergeser dalam area pandang dengan jarak elemen yang terpengaruh berpindah yang cepat sehingga responsif saat digerakkan. Memiliki NIP (Interaction to Next Paint) yang menilai responsivitas keseluruhan halaman terhadap interaksi pengguna yang instan sehingga pengguna dapat menggunakan web tanpa hambatan sama sekali.

Pengujian kecepatan koneksi client ke server melalui jaringan internet

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time
☒ bootstrap.min.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.18 s
☒ bootstrap5-theme.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.93 s
☒ font-awesome.min.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.29 s
☒ login.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.16 s
☒ gradients.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.91 s
☒ bs5.darktheme.css	304	stylesheet	Other	0.1 kB	1.28 s

Gambar 17. Response Time Website Online

Dari gambar diatas, laman web dengan koneksi online memiliki respon yang sedikit lambat jika dibandingkan jaringan lokal dalam menampilkan lamannya. Akan tetapi, dengan kecepatan tersebut sistem dapat digunakan secara nyaman dan responsif dengan respon kurang dari 2 detik.



Gambar 18. Metrics Website Online

Dari gambar diatas, koneksi online laman web memiliki LCP (Largest Contentful Paint) yang lambat sehingga mengurangi kecepatan tampil, akan tetapi masih cukup untuk digunakan. Memiliki CLS (Cumulative Layout Shift) yang cepat sehingga responsif saat digerakkan. Memiliki NIP (Interaction to Next Paint) yang instan sehingga pengguna dapat menggunakan web tanpa hambatan.

Dengan semua hasil pengujian sistem keamanan CCTV yang dilakukan, sistem dapat disimpulkan telah berjalan dengan baik. Koneksi setiap perangkat memiliki ping yang cukup baik untuk kerja sistem meskipun ada sedikit ketidakstabilan. Akses ke sistem melalui online maupun lokal terbukti memiliki kecepatan yang baik, koneksi online memiliki kecepatan yang lebih lambat dari lokal akan tetapi masih cukup cepat dan responsif untuk digunakan.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada sistem CCTV komersial konvensional, sistem yang diimplementasikan pada penelitian ini memberikan analisis hasil yang lebih mendalam mengenai latensi dan responsibilitas web lokal. Implikasi dari hasil ini menunjukkan bahwa pengolahan data secara lokal jauh lebih efisien untuk area perumahan. Terkait dengan prediksi estimasi harga, implementasi sistem ini membutuhkan total anggaran perangkat keras (kamera, antena, server) sekitar Rp 4.000.000,-. Prediksi harga ini jauh lebih ekonomis jika dibandingkan dengan penggunaan layanan cloud AI berbayar yang umumnya membutuhkan biaya perangkat lebih tinggi dan biaya langganan bulanan berkelanjutan.

Adapun kelebihan utama dari sistem ini adalah biaya implementasi dan operasional yang sangat terjangkau, serta kendali privasi penuh karena data disimpan di server lokal. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu ketergantungan yang tinggi terhadap kestabilan sinyal wireless karena rentan terhadap interferensi cuaca dan hambatan fisik, serta keterbatasan penyimpanan server lokal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem CCTV di Jalan Acacia RT.01/RW.02 telah berhasil meningkatkan keamanan lingkungan melalui pemantauan selama 24 jam menggunakan kamera yang terhubung dengan server Network Video Recorder (NVR). Sistem ini mampu menekan potensi tindakan kriminal, menyediakan notifikasi melalui email sehingga warga dapat mengetahui kejadian secara cepat, serta memberikan kemudahan akses melalui web browser tanpa memerlukan instalasi aplikasi. Selain mendukung proses pemantauan secara lokal maupun melalui jaringan internet (WAN), sistem juga berfungsi sebagai media perekaman dan penyimpanan bukti apabila terjadi insiden. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan perangkat lunak open-source Shinobi NVR yang dipadukan dengan perangkat keras yang efisien merupakan solusi keamanan lingkungan yang praktis, ekonomis, dan mudah dikelola secara mandiri oleh warga tanpa biaya langganan. Meskipun demikian, pengembangan lebih lanjut masih diperlukan, seperti peningkatan kapasitas server, kualitas jaringan internet, jumlah dan penempatan kamera serta antena, pemanfaatan energi surya, penambahan personel dan pelatihan pengelola, perawatan sistem secara berkala, serta integrasi teknologi kecerdasan buatan, seperti pengenalan wajah, deteksi objek, dan pembacaan plat nomor, agar sistem menjadi lebih andal, akurat, dan berkelanjutan di masa mendatang.

5. REFERENCES

- [1] N. I. Fadila, "Peran CCTV terhadap Independensi Sistem Peradilan Pidana," Mar. 2024.
- [2] Gega Ryani Cahya Kurnia B. P., "Peran Kamera Pengawas Closed-Circuit Television (CCTV) dalam Kontra Terorisme," *J. Lemhannas RI*, vol. 9, no. 4, pp. 100–116, Dec. 2021, doi: 10.55960/jlri.v9i4.418.
- [3] E. Effendy, E. A. Siregar, P. C. Fitri, and I. A. S. Damanik, "Mengenal Sistem Informasi Manajemen Dakwah (Pengertian Sistem, Karakteristik Sistem)," 2023.
- [4] A. E. Wahyudi and W. Ilyas, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH DENGAN DETEKSI GERAK MENGGUNAKAN WEBCAM," *Adv. Comput. Syst. Innov. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 74–86, Nov. 2023, doi: 10.51577/acsijournal.v1i1.450.
- [5] A. A. Murtopo and K. Basri, "Perancangan Aplikasi Monitoring dan Perekaman Kegiatan Menggunakan Kamera CCTV," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–27, Jan. 2021, doi: 10.36418/jist.v2i1.395.
- [6] L. Febriayu and W. Pujiastuti, "Pemanfaatan Basis Data Pada Mobile Banking Di PT. Bank Rakyat Indonesia PERSERO," vol. 3, no. 3, 2023.
- [7] A. A. Dharma and F. H. Utami, "Implementasi Penggunaan Jaringan Intranet Menggunakan Linux Ubuntu Server," 2024.

- [8] I. K. D. Parsada and I. M. A. Yasa, "SISTEM KENDALI CCTV MELALUI WEBSITE DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI," vol. 7, no. 1, 2021.
- [9] W. Istiana and R. P. Cahyono, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT," vol. 2, 2022.
- [10] A. Rahman, "MEMPERLUAS JARINGAN ACCESS POINT INTERNET," *J. Pengabd. Kpd. Masy*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [11] Y. Winawang, "Implementasi Keamanan Jalur Internet Menggunakan IP Tunneling pada OpenVPN Access Server dengan Protokol OpenVPN dan Protokol DNS Over HTTPS," *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 4, pp. 712–730, Apr. 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i4.207.
- [12] R. Rinaldi, "RANCANG BANGUN ANTENA OMNIDIRECTIONAL 2.4GHZ SEBAGAI PEMANCAR JARINGAN WIRELESS LAN," 2024.
- [13] C. Rizal, S. Supiyandi, M. Zen, and M. Eka, "Perancangan Server Kantor Desa Tomuan Holbung Berbasis Client Server," *Bull. Inf. Technol. BIT*, vol. 3, no. 1, pp. 27–33, Mar. 2022, doi: 10.47065/bit.v3i1.255.
- [14] D. Alfiansyah, F. Pratama, M. H. Lumbantoruan, Z. Adriel, and A. Wijoyo, "Perancangan Desain dan Pengembangan Jaringan LAN Menggunakan Cisco Packet Tracer," vol. 1, no. 6, 2024.
- [15] A. Ichwani, N. Anwar, K. Karsono, and M. Alrifqi, "Sistem Informasi Penjualan Berbasis Website dengan Pendekatan Metode Prototype," 2021.
- [16] N. H. Setiawan, M. A. Hariyadi, and Y. M. Arif, "Sistem Pengawasan CCTV Pada ATM Secara Real-Time Berbasis Internet of Things," vol. 5, no. 1, 2025.