

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis

Dalam penelitian ini, metode eksperimental digunakan untuk menganalisis data dari Aplikasi Penghitung Orang Keluar-Masuk Ruangan pada CCTV dengan Menggunakan Metode Faster R-CNN. Tujuan utama adalah untuk mengembangkan aplikasi penghitung orang yang mampu mendeteksi dan menghitung jumlah orang yang keluar dan masuk ruangan secara otomatis dengan menggunakan rekaman CCTV.

3.1.1 Identifikasi Masalah

Dalam pengawasan dan penghitungan orang yang keluar-masuk ruangan, beberapa masalah diidentifikasi:

1. Keterbatasan Pengawasan Manual

Sistem pengawasan manual dengan CCTV membutuhkan tenaga manusia yang secara konstan memantau rekaman video, menyebabkan potensi kesalahan dan penurunan kewaspadaan karena kelelahan.

2. Kesulitan Penghitungan dalam Kerumunan

Ketika ada banyak orang yang masuk atau keluar secara bersamaan, penghitungan manual menjadi sulit dan cenderung tidak akurat, terutama saat objek saling tumpang tindih di video.

3. Tidak Efisien pada Ruang Publik dengan Lalu Lintas Tinggi

Pada ruang publik dengan arus orang yang tinggi, seperti gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, dan tempat umum lainnya, sistem manual tidak mampu memantau dan menghitung orang secara efisien.

4. Kebutuhan Sistem Otomatis

Diperlukan sistem yang mampu menghitung jumlah orang secara otomatis dengan tingkat akurasi tinggi dan dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang kompleks. Analisis adalah usaha dalam memahami sistem yang ada saat ini, melihat celah kekurangan, permasalahan, atau peluang dari sistem yang ada saat ini dan diakhiri dengan pernyataan kebutuhan sistem.

Pada bagian analisis ini akan berisi: Gambaran sistem yang sekarang sedang berjalan / analisis sistem saat ini, Identifikasi masalah atau peluang dan alternatif-alternatif pemecahannya dan alasan pemilihan alternatif (bila ada lebih dari satu alternatif pemecahan) / analisis kebutuhan.

3.1.2 Pemecahan Masalah

Penelitian ini mengusulkan solusi menggunakan algoritma Faster R-CNN untuk mendeteksi dan menghitung jumlah orang keluar-masuk ruangan secara otomatis dari rekaman CCTV. Dengan memanfaatkan teknologi deep learning berbasis Convolutional Neural Networks (CNN), Faster R-CNN mampu mengatasi tantangan-tantangan utama dalam sistem pengawasan manual, seperti kelelahan operator, akurasi rendah dalam kondisi kerumunan, serta penghitungan yang lambat. Berikut adalah rincian pemecahan masalah yang diusulkan:

1. Deteksi dan Penghitungan Otomatis dengan Faster R-CNN

Algoritma Faster R-CNN merupakan pengembangan dari R-CNN dan Fast R-CNN yang dirancang untuk mendeteksi objek secara efisien dan cepat. Faster R-CNN menggabungkan deteksi objek dan klasifikasi dalam satu model, yang menjadikannya sangat efisien untuk mendeteksi orang secara real-time, tanpa perlu proses tambahan yang rumit. Ini mengurangi beban pengawasan manual dan meningkatkan akurasi. Dalam konteks deteksi orang, Faster R-CNN dapat secara otomatis:

- Mengidentifikasi orang dalam rekaman CCTV dengan menggunakan Region Proposal Network (RPN), yang mampu menghasilkan proposal wilayah tempat objek potensial berada.
- Menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengekstrak fitur visual dari setiap frame video, seperti bentuk, gerakan, dan tekstur, yang relevan untuk mengenali keberadaan orang di rekaman.
- Menggunakan Bounding Box Regression untuk memberikan kotak batas (bounding box) di sekitar objek orang yang terdeteksi, membantu dalam penghitungan jumlah orang.

2. Penanganan Kondisi Kerumunan

Salah satu tantangan utama dalam sistem pengawasan adalah mendeteksi dan menghitung orang dalam situasi kerumunan, di mana objek (orang) saling tumpang tindih atau bergerak secara bersamaan. Dengan menggunakan Faster R- CNN, beberapa masalah utama dapat diatasi:

- Faster R-CNN dirancang untuk mendeteksi banyak objek dalam satu frame. Melalui proposal wilayah yang dihasilkan oleh Region Proposal Network (RPN), sistem dapat mendeteksi setiap orang, bahkan ketika objek saling tumpang tindih.
- Dengan bounding box yang tepat, Faster R-CNN dapat membedakan orang yang saling menutupi sebagian tubuh mereka. Penggunaan Non- Maximum Suppression (NMS) membantu mengeliminasi deteksi ganda dari satu objek sehingga hanya ada satu bounding box yang mengelilingi setiap individu.
- Fine-tuning pada dataset spesifik (misalnya dataset rekaman CCTV dari lingkungan yang relevan) akan memastikan bahwa model dapat mengenali pola dalam berbagai kondisi pencahayaan dan posisi kamera.
- Aplikasi Web Terintegrasi

Solusi ini juga mencakup pengembangan aplikasi web berbasis Flask, yang memungkinkan pengguna untuk memantau hasil deteksi dan penghitungan secara real-time. Penggunaan aplikasi web menawarkan beberapa keuntungan:

- Setelah sistem mendeteksi dan menghitung jumlah orang di setiap frame video, hasil penghitungan langsung dikirim ke aplikasi web. Dengan Flask, hasil ini dapat diakses secara real-time, sehingga pengguna dapat memonitor arus orang masuk dan keluar ruangan secara langsung.
- Aplikasi web juga memungkinkan penyimpanan riwayat jumlah orang yang terdeteksi dalam periode waktu tertentu,

yang dapat diekspor dalam bentuk file (misalnya CSV atau JSON) untuk keperluan analisis lebih lanjut.

- Pengguna dapat menambahkan kamera baru atau mengubah konfigurasi kamera CCTV yang terhubung ke sistem melalui antarmuka web, menjadikan sistem ini mudah diadaptasi untuk berbagai lingkungan.
- Pengurangan Kesalahan Manual
Sistem otomatis berbasis Faster R-CNN dirancang untuk mengurangi kesalahan yang umum terjadi dalam pengawasan manual. Dalam sistem manual, operator mungkin kehilangan beberapa orang ketika banyak orang bergerak cepat atau saat kerumunan terjadi. Dengan sistem otomatis ini, setiap orang yang terdeteksi dihitung secara akurat, bahkan jika mereka bergerak dalam kelompok atau kerumunan.

Sistem berbasis deep learning mampu memproses informasi dalam skala besar dengan akurasi tinggi. Dengan pengujian dan pelatihan yang tepat, algoritma Faster R-CNN dapat terus memberikan hasil yang konsisten, terlepas dari faktor-faktor seperti kondisi pencahayaan, posisi kamera, atau kecepatan gerakan objek. Sistem otomatis ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan yang sering terjadi dalam sistem manual, seperti penghitungan yang tidak akurat.

3.2 Perancangan

3.2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup desain komponen-komponen yang diperlukan untuk membangun sistem penghitung orang otomatis. Berikut komponen utama yang akan dirancang:

1. Kamera CCTV

Kamera dipasang di pintu masuk dan keluar ruangan, yang kemudian terhubung ke server untuk mengirim data video real-time.

2. Model Faster R-CNN

Model deep learning yang akan mendeteksi dan menghitung jumlah orang berdasarkan data video dari CCTV.

3. Aplikasi Web Flask

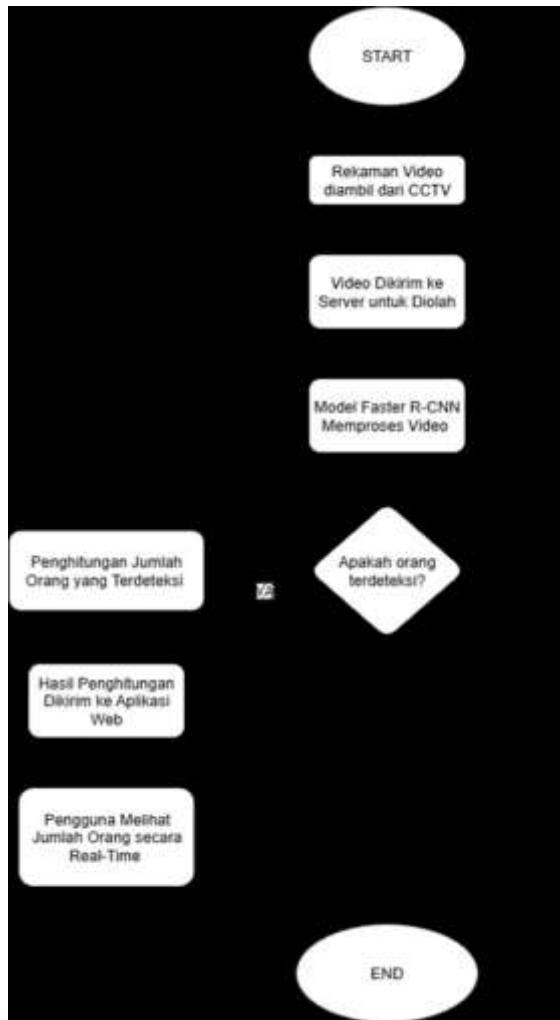
Sistem antarmuka berbasis web yang dibangun menggunakan Flask, untuk menampilkan data hasil deteksi dan penghitungan secara real-time.

4. Database

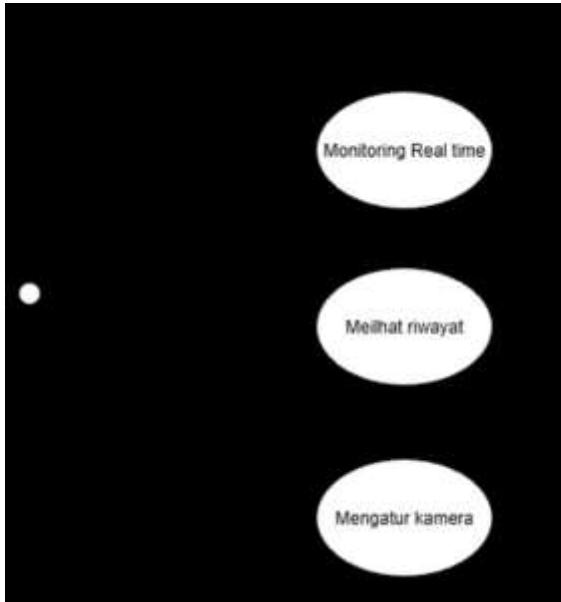
Data hasil penghitungan, termasuk waktu dan jumlah orang yang keluar- masuk, akan disimpan dalam database untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Untuk system flowchart, berikut ada penjelasan proses yang ada:

1. Rekaman Video diambil dari CCTV: Sistem mulai merekam video dari CCTV yang ditempatkan di pintu masuk/keluar ruangan.
2. Video Dikirim ke Server untuk Diolah: Video yang diambil oleh CCTV dikirim ke server untuk diproses oleh model Faster R-CNN.
3. Model Faster R-CNN Memproses Video untuk Mendeteksi Orang: Server menjalankan model Faster R-CNN untuk mendeteksi keberadaan orang di dalam rekaman video.
4. Jumlah Orang yang Terdeteksi Dihitung: Setelah orang terdeteksi, sistem menghitung jumlah orang yang masuk dan keluar dari ruangan.
5. Hasil Penghitungan Dikirim ke Aplikasi Web: Data hasil penghitungan orang dikirim ke aplikasi web berbasis Flask.
6. Pengguna Melihat Jumlah Orang secara Real-Time: Pengguna dapat melihat hasil penghitungan jumlah orang secara real-time melalui antarmuka aplikasi web.



Gambar 3.1 Flowchart system



Gambar 3.2 Usecase Diagram

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara pengguna (admin) dan sistem. Aktor utama dalam diagram ini adalah Admin, yang memiliki beberapa use case:

1. Monitoring Real-Time

Admin dapat memantau jumlah orang yang keluar-masuk ruangan secara real-time melalui antarmuka web.

2. Melihat Riwayat Penghitungan

Admin dapat mengakses data riwayat jumlah orang yang masuk dan keluar ruangan dalam periode waktu tertentu.

3. Mengelola Kamera CCTV

Admin dapat menambahkan atau mengubah pengaturan kamera yang terhubung dengan sistem.

Activity Diagram menggambarkan alur kerja aplikasi dari saat video CCTV diterima hingga hasil penghitungan orang ditampilkan.



Gambar 3.3 Activity Diagram

3.2.2 Perancangan Penerapan Faster R-CNN

Sistem penghitungan orang yang keluar-masuk ruangan ini akan menggunakan beberapa komponen utama seperti model deteksi objek Faster R-CNN, dataset COCO, framework Flask, framework deep learning PyTorch, dan Firebase sebagai basis data.

1. Tahapan Pelatihan Model

Tahapan pertama adalah pelatihan model dengan dataset COCO. COCO, atau Common Objects in Context, adalah dataset besar yang berisi berbagai jenis objek dengan anotasi lengkap. Dengan dataset ini, model Faster R-CNN dapat dilatih untuk mengenali objek manusia dalam konteks ruangan yang padat atau kompleks. Pada tahapan ini, dataset COCO diambil sebagai sumber data pre-trained untuk model Faster R-CNN. Model yang sudah dilatih ini kemudian diadaptasi lebih lanjut atau di-fine-tune agar bisa lebih akurat dalam mendekripsi orang dari rekaman video CCTV.

Untuk melatih model ini, digunakan framework PyTorch. Framework ini dipilih karena fleksibilitasnya dalam pengembangan model pembelajaran mendalam (deep learning), dan juga karena kemampuannya untuk menjalankan proses komputasi yang berat dengan dukungan GPU. Proses pelatihan akan disesuaikan dengan lingkungan ruangan tertutup seperti pencahayaan dan posisi kamera yang mungkin tetap atau minim perubahan. Optimalisasi parameter seperti learning rate dan jumlah epoch dilakukan untuk meningkatkan akurasi deteksi orang dalam kondisi nyata.

2. Penerapan Flask untuk Tampilan Antarmuka

Flask akan digunakan sebagai framework utama untuk membangun antarmuka pengguna. Dengan Flask, antarmuka ini dapat dikembangkan dengan lebih sederhana dan cepat karena sifat Flask yang ringan dan fleksibel. Antarmuka ini akan menyajikan data hasil deteksi secara langsung dan menyediakan tampilan yang mudah dipahami oleh pengguna. Melalui antarmuka ini, pengguna dapat melihat jumlah orang yang keluar dan masuk ruangan secara real-time. Setiap objek yang terdeteksi oleh model akan ditampilkan dalam bentuk visual dengan bounding box yang menandai posisi orang dalam video.

Selain menampilkan data secara langsung, antarmuka ini juga menyediakan fitur untuk mengakses data riwayat deteksi dalam bentuk tabel atau grafik. Riwayat data ini dapat berguna untuk analisis lebih lanjut, seperti memonitor pola kepadatan ruangan pada waktu-waktu tertentu. Flask juga memungkinkan integrasi dengan Firebase, sehingga setiap perubahan data dari Firebase dapat langsung diperbarui di antarmuka pengguna.

3. Firebase sebagai Penyimpanan Data

Firebase akan digunakan untuk menyimpan data hasil penghitungan orang yang keluar-masuk ruangan. Sistem ini akan mengirim hasil deteksi ke Firebase secara real-time, dan Firebase akan menyimpan informasi seperti waktu deteksi, jumlah orang yang keluar

atau masuk, dan jumlah total orang di dalam ruangan. Firebase dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan pembaruan data secara langsung dan skalabilitasnya yang baik untuk kebutuhan data dalam jumlah besar.

Dengan Firebase, data jumlah orang yang keluar-masuk dapat dipantau secara berkesinambungan tanpa jeda waktu yang signifikan. Firebase juga menyediakan akses mudah bagi sistem untuk mengambil kembali data kapan saja dibutuhkan, misalnya untuk ditampilkan dalam bentuk grafik pada antarmuka atau diunduh dalam bentuk laporan. Firebase juga mendukung format data JSON, sehingga memudahkan integrasi dengan berbagai aplikasi berbasis web dan seluler.

4. Alur Keseluruhan Sistem

Alur keseluruhan dari sistem ini dimulai dengan pengambilan video oleh kamera CCTV. Video tersebut diambil per frame dan kemudian diproses oleh model Faster R-CNN yang telah dilatih untuk mendeteksi orang. Setiap objek manusia yang terdeteksi akan dihitung dan diklasifikasikan sebagai orang yang masuk atau keluar. Hasil penghitungan ini kemudian dikirimkan ke Firebase untuk disimpan.

Di sisi antarmuka pengguna yang dibangun dengan Flask, jumlah orang yang masuk dan keluar akan diperbarui secara otomatis. Melalui antarmuka ini, pengguna bisa melihat data jumlah orang dalam ruangan secara real-time, mengakses data riwayat, dan melihat visualisasi dari hasil deteksi. Sistem ini juga memungkinkan pengguna untuk melakukan ekspor data untuk keperluan analisis tambahan, seperti analisis kepadatan pada periode tertentu.

3.2.3 Perancangan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa langkah:

1. Pengumpulan Rekaman CCTV

Rekaman CCTV dari ruangan tertutup dengan kondisi pencahayaan stabil akan digunakan sebagai data utama. Kamera

ditempatkan pada pintu masuk dan keluar ruangan untuk mengamati pergerakan orang.

2. Model Pre-trained

Untuk mempercepat pelatihan model, digunakan model Faster R-CNN pre-trained yang telah dilatih dengan dataset, yang akan diadaptasi untuk mendeteksi dan menghitung orang di dalam video CCTV.

3. Labeling Data

Data video yang digunakan akan dilabeli secara manual menggunakan alat seperti LabelImg untuk membantu proses pelatihan model dengan memberikan anotasi bounding box pada setiap orang yang muncul di video.

4. Referensi Literatur

Selain data video, pengumpulan data terkait penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan juga dilakukan, khususnya mengenai penerapan Faster R-CNN dalam penghitungan orang dan sistem pengawasan otomatis. Perancangan data merupakan komponen yang digunakan untuk mendefinisikan struktur data, yang terdiri dari Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD) dan juga struktur file pendukung.

3.2.4 Perancangan User Interface / Mock-up aplikasi

Antarmuka aplikasi dirancang agar mudah digunakan dan intuitif untuk admin. Komponen utama antarmuka:

1. Halaman Sign In



Gambar 3.4 Halaman Sign in

2. Dashboard Real-Time

Menampilkan rekaman CCTV secara real-time bersama dengan jumlah orang yang masuk dan keluar ruangan. Informasi ini diperbarui secara langsung berdasarkan hasil deteksi dari model Faster R-CNN.



Gambar 3.5 Halaman Dashboard

3. Riwayat Penghitungan

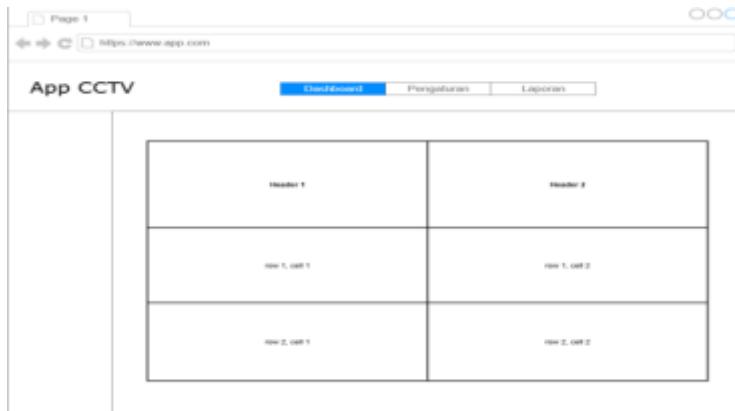
Halaman ini menampilkan data riwayat jumlah orang yang keluar dan masuk selama periode tertentu, termasuk data historis yang dapat diunduh dalam format CSV.

A screenshot of a web browser displaying the 'Riwayat Penghitungan' page. The top navigation bar includes 'Dashboard', 'Penghitungan', and 'Logout'. The main content area contains two input fields: 'Awal periode' (with placeholder 'Masukkan awal periode') and 'Akhir periode' (with placeholder 'Masukkan akhir periode'). Below these fields is a blue 'SUBMIT' button.

Gambar 3.6 Halaman Riwayat Perhitungan

4. Pengaturan Kamera CCTV

Halaman ini menyediakan pengaturan untuk menambahkan kamera baru atau mengubah konfigurasi kamera yang ada.



Gambar 3.7 Halaman Pengaturan Kamera

3.3 Rancangan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai yang diharapkan dan memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian ini meliputi fungsionalitas sistem, performa model Faster R-CNN, evaluasi kecepatan dan akurasi sistem dalam kondisi real-time, serta evaluasi penerimaan pengguna terhadap antarmuka aplikasi. Evaluasi sistem akan menggunakan beberapa metrik kinerja, termasuk accuracy, precision, recall, F1-score, Frame per Second (FPS), dan latency. Selain itu, contoh perhitungan atau rumus akan digunakan untuk memudahkan interpretasi hasil pengujian.

1. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen sistem, seperti pengambilan data dari CCTV, deteksi dan penghitungan orang, penyimpanan hasil ke database, serta tampilan data real-time di aplikasi web, berfungsi dengan benar. Setiap fungsi diuji dalam skenario yang realistik menggunakan data rekaman

CCTV di lingkungan tertutup. Pengujian ini dilakukan dengan menguji beberapa skenario, seperti pengambilan video dari kamera CCTV dalam kondisi normal, pemrosesan data untuk mendeteksi orang secara otomatis, dan penyimpanan hasil deteksi ke dalam database.

Langkah-langkah:

- Pengambilan data dari CCTV diuji dengan merekam berbagai situasi real-time di ruangan.
- Proses deteksi dan penghitungan orang diuji dengan model Faster R-CNN. Hasil penghitungan orang diverifikasi dengan penghitungan manual.

2. Pengujian Model Faster R-CNN

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur akurasi deteksi orang oleh model Faster R-CNN. Pengujian dilakukan pada dataset yang berbeda, mencakup variasi pencahayaan (terang, redup) dan kepadatan orang (sedikit hingga banyak). Accuracy, precision, recall, dan F1-score digunakan untuk mengukur kinerja model.

Sebagai contoh, jika sistem mendeteksi 80 orang secara benar dari total 100 orang yang ada di ruangan, dan di antara deteksi tersebut 10 adalah kesalahan (False Positives), maka precision dan recall dapat dihitung dan digunakan untuk menghitung F1-score.

3. Pengujian Performa Sistem

Pengujian performa dilakukan untuk mengukur kecepatan pemrosesan data video secara real-time oleh model Faster R-CNN dan waktu yang dibutuhkan untuk menampilkan hasil di aplikasi web. Parameter yang diuji meliputi Frame per Second (FPS) dan latency.

- FPS digunakan untuk mengukur berapa banyak frame video yang dapat diproses oleh sistem dalam satu detik. Misalnya, jika sistem mampu memproses 30 frame per detik, maka performa dapat dikatakan cukup baik untuk kebutuhan real-time.

- Latency mengukur waktu tunda dari input video CCTV hingga hasil deteksi ditampilkan di antarmuka web. Latency yang ideal di bawah 1 detik dianggap optimal untuk pengawasan real-time.

Contoh pengujian:

Pengujian dilakukan dengan memantau ruangan dalam berbagai kondisi lalu lintas orang, mulai dari 1 hingga 20 orang. Hasil pengujian mencatat kecepatan sistem dalam memproses data dan menampilkan hasil deteksi di aplikasi. Jika FPS turun di bawah angka yang diinginkan (misalnya, 15 FPS), maka sistem perlu dioptimalkan agar lebih efisien dalam memproses video real-time.

4. Pengujian User Acceptance

Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan pengguna (admin) yang akan menguji antarmuka aplikasi web berbasis Flask. Pengguna akan melakukan beberapa tugas yang melibatkan pengambilan data dari CCTV, memantau hasil deteksi, serta menyimpan hasil ke database. Feedback dari pengguna akan dikumpulkan untuk menilai kemudahan navigasi, kejelasan tampilan, dan keandalan sistem.

Langkah-langkah:

- Admin diberi tugas untuk mengoperasikan sistem selama periode waktu tertentu dan diminta memberikan masukan tentang pengalaman penggunaan.
- Aspek seperti kesederhanaan antarmuka, kecepatan sistem, dan akurasi hasil deteksi akan menjadi fokus evaluasi. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan memenuhi kebutuhan pengguna.