

**PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM SISTEM
DETEKSI KEHADIRAN MAHASISWA DI RUANGAN KELAS**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

SETYO FAHMI NOOR FAIZI

NPM. 2109020115



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

**PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM SISTEM
DETEKSI KEHADIRAN MAHASISWA DI RUANGAN KELAS**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas
Muhammadiyah Sumatera Utara**

SETYO FAHMI NOOR FAIZI

NPM. 2109020115

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM
SISTEM DETEKSI KEHADIRAN MAHASISWA DI
RUANGAN KELAS.
Nama Mahasiswa : SETYO FAHMI NOOR FAIZI
NPM : 2109020115
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM SISTEM DETEKSI KEHADIRAN MAHASISWA DI RUANGAN KELAS

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 14 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Setyo Fahmi Noor Faizi

NPM. 2109020115

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Setyo Fahmi Noor Faizi
NPM	: 2109020115
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM SISTEM DETEKSI
KEHADIRAN MAHASISWA DI RUANGAN KELAS.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 14 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Setyo Fahmi Noor Faizi

NPM. 210902015

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : SETYO FAHMI NOOR FAIZI
Tempat dan Tanggal Lahir : TEBING TINGGI, 30 MEI 2001
Alamat Rumah : Dusun Melati
Telepon/Faks/HP : 085668982439
E-mail : setyofahminoorfaizi@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA
Alamat Kantor : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur
Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan,
Sumatera Utara 20238

DATA PENDIDIKAN

SD : SD IT AL-IHYA TANJUNG GADING TAMAT: 2012
SMP : SMP IT AL-IHYA TANJUNG GADING TAMAT: 2015
SMA : SMA NEGERI 1 SEI SUKA TAMAT: 2018

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Segala puji dan rasa syukur yang mendalam penulis persembahkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta anugerah tak terhingga yang telah mengiringi setiap langkah dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa penulis sanjungkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, pembawa cahaya kebenaran yang menuntun umat manusia keluar dari kegelapan kebodohan menuju kehidupan yang penuh ilmu dan kemuliaan.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai bentuk pemenuhan kewajiban akademik yang ditetapkan untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada bidang Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Aktivitas penyusunan tugas ini termasuk dalam kategori kegiatan akademik wajib di Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berfungsi sebagai wadah untuk memperluas wawasan, meningkatkan kemampuan praktis, dan menerapkan teori yang telah diperoleh selama perkuliahan.

Adapun pembahasan terkait skripsi ini adalah penerapan *region of interest* (ROI) dalam sistem deteksi kehadiran mahasiswa di ruangan kelas. Dengan rasa hormat dan penghargaan yang mendalam, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua individu maupun lembaga yang telah memberikan dorongan, bantuan, serta doa hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Pembimbing saya Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. yang telah membantu dalam membimbing saya agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu saya yang telah mau membesarkan saya, bersabar menghadapi saya dan memberi doa kepada saya untuk penyelesaian skripsi ini.
7. Abang-abang saya juga yang telah selalu menelpon saya menanyakan kabar dan sekali-kali memberi masukan dan saran dalam mengerjakan skripsi.
8. Teman saya vikri febrian yang memberi semangat dan dorongan untuk dapat cepat menerlesai skripsi.
9. Teman saya Ahsanu Rijal yang menemani saya dalam melakukan uji coba dan menemani saya ketika ingin bimbingan ke kampus.
10. Teman-teman kelas maupun teman-teman himpunan teknologi informasi yang mau memberi semangat kepada saya.
11. Kepada setiap orang yang turut serta memberikan dukungan baik secara nyata maupun tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyampaikan apresiasi mendalam atas segala bentuk bantuan dan partisipasi yang telah diberikan.

PENERAPAN REGION OF INTEREST (ROI) DALAM SISTEM DETEKSI KEHADIRAN MAHASISWA DI RUANGAN KELAS.

ABSTRAK

Efisiensi dalam tata kelola ruang kelas menjadi aspek krusial dalam mendukung aktivitas akademik di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi agar tercipta suasana belajar yang optimal dan produktivitas dapat meningkat. Studi ini dilakukan untuk merancang serta menilai efektivitas sistem berbasis real-time yang berfungsi mendeteksi dan menghitung kehadiran manusia menggunakan metode *Region of Interest* (ROI) sebagai upaya memperbaiki akurasi sekaligus efisiensi perhitungan digital. Metodologi ini melibatkan penggunaan webcam Logitech C270 HD, dengan ROI statis ditetapkan pada 90% dari frame video pusat untuk memfokuskan analisis. Sistem ini menggabungkan dua pendekatan utama dalam melakukan pendeteksian serta perhitungan orang, yakni metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk analisis bentuk tubuh dan algoritma Haar Cascade untuk mengenali ciri wajah. Penalaran deret waktu dengan durasi minimum 60 detik dan masa tenggang 5 detik diimplementasikan untuk memvalidasi kehadiran dan menstabilkan status ruangan, dengan kinerja sistem dievaluasi menggunakan metrik *Precision* dan *Recall*. Hasil menunjukkan sistem berhasil menampilkan status dan jumlah orang di dalam ruangan sangat baik, namun evaluasi menunjukkan nilai *Recall* 1,00, yang berarti sistem mendeteksi setiap kehadiran manusia yang sebenarnya. Namun, sistem ini memiliki masalah akurasi yang signifikan, ditunjukkan oleh *Precision* rendah, yaitu 0,04, dan jumlah *False Positives* yaitu 710. Kesimpulannya, meskipun aplikasi ROI berhasil meningkatkan beban komputasi dan logika temporal menstabilkan keluaran, model HOG dan Haar Cascade tidak memadai untuk menangani gangguan visual dalam ROI, sehingga menyebabkan *Precision* yang rendah dan menunjukkan perlunya model deteksi yang lebih canggih.

Kata Kunci: Deteksi Kehadiran, Penghitungan Orang, ROI, Pengolahan Citra, HOG, Haar Cascade, Sistem Monitoring.

APPLICATION OF REGION OF INTEREST (ROI) IN STUDENT ATTENDANCE DETECTION SYSTEM IN CLASSROOM.

ABSTRACT

Maintaining a well-structured classroom environment is considered a vital element in educational institutions such as the Faculty of Computer Science and Information Technology to enhance overall academic efficiency and learning output. This investigation seeks to create and analyze a real-time attendance identification and quantification mechanism that employs the Region of Interest (ROI) approach to enhance the accuracy and efficiency of computational operations. This methodology involves the use of a Logitech C270 HD webcam, with a static ROI set at 90% of the central video frame to focus the analysis. The detection and enumeration of individuals are conducted through the integration of Histogram of Oriented Gradients (HOG) to identify body structure and Haar Cascade to recognize facial patterns. Time series reasoning with a minimum duration of 60 seconds and a grace period of 5 seconds is implemented to validate presence and stabilize the room status, with system performance evaluated using Precision and Recall metrics. The results show that the system successfully displays the status and number of people in the room very well, but the evaluation shows a Recall value of 1.00, which means the system detects every actual human presence. However, this system has significant accuracy issues, indicated by a low Precision of 0.04 and a high number of False Positives of 710. In conclusion, although the ROI application successfully improves the computational load and the temporal logic stabilizes the output, the HOG and Haar Cascade models are inadequate to handle visual noise in the ROI, resulting in low Precision and indicating the need for more sophisticated detection models.

Keywords: Attendance Detection, People Counting, ROI, Image Processing, HOG, Haar Cascade, Monitoring System.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PENYATAAN ORISINALITAS	ii
PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. BATASAN MASALAH	3
1.4. TUJUAN PENELITIAN	3
1.5. MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1. REGION OF INTEREST.....	5
2.2. HISTOGRAMS of ORIENTED GRADIENTS.....	9
2.3. HAAR CASCADE.....	10
2.4. PENGOLAHAN CITRA	11
2.4.1. Akuisisi Citra Digital	12
2.5. TIPE CITRA	14
2.5.1. CITRA BINER.....	14
2.5.2. CITRA GRAYSCALE	15
2.5.3. CITRA WARNA.....	16
2.6. OPENCV.....	17
2.7. KAMERA	20
2.7.1. CCTV	20
2.7.2. WEBCAM	20
2.8. ANACONDA.....	21
2.9. PYTHON	22
2.10. DATABASE	22
2.11. WEBSITE	23
2.12. PENELITIAN SEJENISNYA.....	24
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. TAHAPAN PENELITIAN.....	27
3.2. PERANCANGAN SISTEM.....	30
3.3. PENDEKATAN PENELITIAN.....	31
3.4. POPULASI DAN SAMPEL PENELITIAN	31
3.5. METODE PENGUMPULAN DATA	31
3.6. PERANGKAT PENELITIAN	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. DATA VIDEO RUANGAN	34
4.2. PENGUKURAN ROI.....	34
4.3. PRA-PEMROSESAN CITRA	35

4.4. PEMROSESAN CITRA.....	36
4.5. OPTIMASI SISTEM.....	37
4.6. EVALUASI SISTEM.....	37
4.7. HASIL DETTEKSI.....	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. KESIMPULAN	41
5.2. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

TABEL 3.1. Kebutuhan Perangkat Keras	32
TABEL 3.2. Kebutuhan Perangkat Lunak	33

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1. Pergeseran bitplane untuk ROI dengan metode Maxshif	6
GAMBAR 2.2. Menjumlahkan Piksel dalam ROI dengan ImageROI	7
GAMBAR 2.3. Algoritma Histogram of Oriented Gradients.....	9
GAMBAR 2.4. Sistem Akuisisi Citra.....	12
GAMBAR 2.5. Gelombang Analog pada Sensor Citra	13
GAMBAR 2.6. Sampling Gelombang Analog	13
GAMBAR 2.7. Kuantisasi Interval	14
GAMBAR 2.8. Contoh Konversi Citra Biner.....	15
GAMBAR 2.9. Contoh Konversi Citra Grayscale	16
GAMBAR 2.10. Representasi Ruang Warna RGB (a) Warna Aditif RGB (b).....	17
GAMBAR 2.11. Struktur dasar OpenCV	19
GAMBAR 3.1. Tahapan Penelitian	27
GAMBAR 3.2. Flowchart Deteksi Manusia.....	30
GAMBAR 4.1. Tangkapan layar pengambilan video dari ruangan kelas	34
GAMBAR 4.2. Hasil Evaluasi	38
GAMBAR 4.3. Halaman Moniitoring	39
GAMBAR 4.4. Tangkapan layar pada jendela video sistem ROI	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penggunaan sistem berbasis citra digital telah menjadi komponen esensial pada mekanisme pengawasan ruang, dengan citra digital dipandang sebagai matriks dua dimensi dari fungsi $f(x,y)$ yang direpresentasikan secara diskrit pada koordinat serta nilai kecerahan pikselnya. Secara umum, pengolahan citra dapat dimaknai sebagai manipulasi gambar dua dimensi menggunakan teknik digital, di mana proses ini mencakup analisis visual yang mendalam serta menghasilkan keluaran berupa citra yang telah diolah dari data masukan (Sumijan & Purnama, 2021).

Metode yang kerap digunakan yaitu Region of Interest (ROI), yakni suatu proses dalam pengolahan citra digital yang bertujuan untuk menyeleksi area penting dengan menghapus bagian latar sehingga fokus utama objek dapat diamati secara jelas (Widiyanto, 2020). Dalam proses deteksi ini, teknik Haar Cascade bersama HOG diterapkan untuk memperkuat hasil pengenalan, di mana Haar Cascade berperan dalam identifikasi wajah melalui beberapa langkah penting seperti ekstraksi fitur, penyusunan pengklasifikasi, dan pelaksanaan deteksi wajah (Rochmawati, 2024). Metode HOG difungsikan dalam proses identifikasi bentuk manusia melalui analisis distribusi gradien pada citra yang dipecah menjadi bagian-bagian kecil atau sel, yang menggambarkan ciri khas visual setiap gambar. Setiap sel terdiri dari histogram gradien, dan kombinasi gradien ini digunakan sebagai deskriptor yang mewakili sebuah objek (Anggraeny et al., 2020).

Dalam penelitian ini, ROI diterapkan untuk pemantauan kelas di FIKTI. Sistem ini dirancang untuk fokus pada area penting di dalam ruangan, seperti pintu, jendela, atau dinding, yang memiliki pola atau struktur yang khas. Selanjutnya, metode Haar Cascade dan HOG digunakan untuk mendeteksi objek lain yang mungkin masuk ke dalam bidang pandang kamera, seperti keberadaan manusia. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu dalam manajemen ruangan tetapi juga meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna ruangan. Dalam mengembangkan penelitian ini, pemanfaatan Python oleh peneliti didasarkan pada kemampuannya mengintegrasikan fungsionalitas yang kuat dengan gaya penulisan kode yang mudah dipahami, sekaligus menyediakan pustaka standar yang sangat ekstensif dan mendalam (Buana, 2018).

Dalam lingkungan akademis, seperti Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI), manajemen ruang kelas otomatis adalah kebutuhan yang sangat penting. Ruang kelas yang digunakan secara efisien dapat meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kenyamanan dalam pengajaran dan pembelajaran. Dengan menerapkan teknologi berbasis ROI, yang didukung oleh metode Haar Cascade dan HOG, sistem dapat mendeteksi keberadaan manusia dan memberikan informasi waktu nyata mengenai penggunaan ruangan. Misalnya, jika seseorang terdeteksi di dalam ruangan selama lebih dari 1 menit, sistem dapat mengirimkan notifikasi ke database manajemen ruangan. Ini dapat membantu membuat manajemen ruangan menjadi lebih efisien dan terorganisir.

1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada penjelasan yang telah dipaparkan dalam latar belakang, maka inti dari masalah yang hendak dikaji dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem deteksi kehadiran manusia berbasis ROI yang efektif?
2. Bagaimana menentukan dan mengimplementasikan area ROI yang relevan dalam ruang kelas untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan citra?
3. Bagaimana mengevaluasi kinerja sistem deteksi kehadiran manusia dalam lingkungan ruang kelas secara real-time?

1.3. Batasan Masalah

Studi ini dibatasi oleh beberapa aspek yang telah dirumuskan agar hasil penelitian tetap relevan dengan tujuan yang ingin dicapai:

1. Sistem hanya mendeteksi kehadiran manusia yang berada di dalam ruangan selama lebih dari 1 menit.
2. Area pengawasan dibatasi pada ruang kelas di FIKTI.
3. Sistem menggunakan kamera webcam Logitech C270 HD dengan resolusi 720p.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai topik yang dikaji:

1. Mengembangkan dan menguji sistem deteksi kehadiran manusia berbasis ROI.

2. Menganalisis efektivitas sistem dalam kondisi nyata.
3. Menemukan solusi terhadap kendala teknis yang memengaruhi performa sistem.

1.5. Manfaat Penelitian

Penulis berharap bahwa hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan yang bermanfaat bagi berbagai pihak yang berkepentingan berikut:

1. Mengembangkan ilmu dalam bidang pengolahan citra digital, khususnya penerapan ROI untuk sistem pengawasan.
2. Mendukung implementasi teknologi pemantauan otomatis yang lebih efisien dan akurat, khususnya untuk pengelolaan ruang kelas.

BAB II

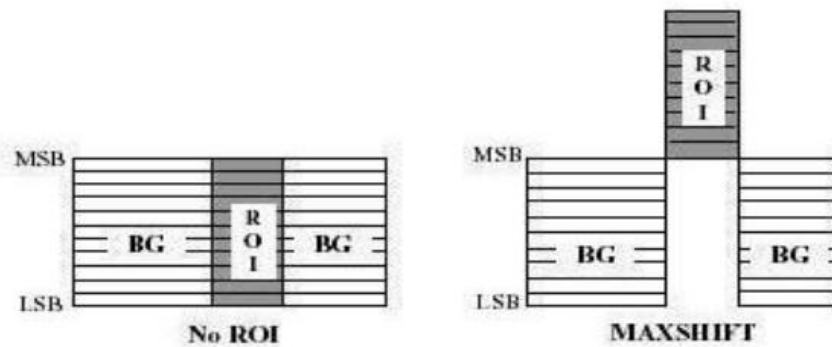
LANDASAN TEORI

2.1. ROI (Region of Interest)

Region of Interest atau RoI merupakan tahapan dalam pengolahan citra digital yang berfungsi memisahkan latar belakang dari objek utama agar proses analisis menjadi lebih efektif. Dalam proses Region of Interest, area latar belakang diberi nilai intensitas nol dan berwarna gelap sementara bagian objek utama tetap dipertahankan dengan intensitas maksimum, (Widiyanto, 2020).

Region of Interest atau ROI digunakan sebagai metode segmentasi yang memungkinkan pengguna untuk memproses citra sesuai dengan area yang mengandung informasi penting. Dalam penerapan ROI, sistem pengkodean citra difokuskan pada area tertentu agar bagian yang memiliki nilai signifikan memperoleh resolusi atau kualitas yang lebih unggul daripada area lain (Falah et al., 2016).

Teknik pengkodean yang diterapkan pada ROI menggunakan pendekatan Maxshift, di mana prinsip kerjanya memindahkan bitplane pada koefisien ROI agar berada pada tingkat yang lebih tinggi dari area latar belakang. Penggunaan metode Maxshift menyebabkan penggeseran bitplane berlangsung hingga titik maksimum sehingga keseluruhan bagian ROI berada di posisi lebih tinggi dari latar di sekitarnya. Dampak dari mekanisme pengkodean ini ialah terciptanya area ROI yang memiliki kualitas optimal bila dibandingkan dengan bagian lain pada citra digital. Pada fase pengkodean Entropy, sistem terlebih dahulu mengolah koefisien ROI sebelum melanjutkan ke pengkodean pada bagian background atau komponen lain (Agustina Linda, 2005).



Gambar 2.1 Pergeseran bitplane untuk ROI dengan metode Maxshi(Agustina Linda, 2005)

Analisis data dilakukan dengan penentuan video yang akan digunakan. Kemudian mengimplementasikan system yang menggunakan algoritma Region Of Interest (ROI) dan Frame Substraction untuk mendeteksi objek-objek yang bergerak menggunakan python. Ada beberapa langkah dalam program ini, yaitu:

- a Memanggil video yang akan digunakan.
- b Pembagian frame-frame video.
- c Melakukan dan Frame Substraction ROI pada frame.
- d Kemudian menandai dan mengitung objek yang bergerak (area) pada frame dan menampilkannya dalam video (Hendrizal, 2023).

Untuk melihat bagaimana ROI digunakan, misalkan kita ingin memuat sebuah gambar dan memodifikasi sebagian wilayah dari gambar tersebut. Kode dalam gambar 2.2 membaca sebuah gambar, lalu menetapkan nilai x, y, lebar, dan tinggi dari ROI (*Region of Interest*) yang diinginkan, serta sebuah nilai integer add untuk menambahkan ke wilayah ROI tersebut..(Bradski & Kaehler, 2008).

```

// roi_add <image> <x> <y> <width> <height> <add>
#include <cv.h>
#include <highgui.h>

int main(int argc, char** argv)
{
    IplImage* src;
    if( argc == 7 && ((src=cvLoadImage(argv[1],1)) != 0 ))
    {
        int x = atoi(argv[2]);
        int y = atoi(argv[3]);
        int width = atoi(argv[4]);
        int height = atoi(argv[5]);

        int add = atoi(argv[6]);
        cvSetImageROI(src, cvRect(x,y,width,height));
        cvAddS(src, cvScalar(add),src);
        cvResetImageROI(src);
        cvNamedWindow( "Roi_Add", 1 );
        cvShowImage( "Roi_Add", src );
        cvWaitKey();
    }
    return 0;
}

```

Gambar 2.2 Menjumlahkan Piksel dalam ROI dengan ImageROI (Bradski & Kaehler, 2008)

Dalam upaya menetapkan ROI, sistem melewati sejumlah tahapan agar objek sasaran memperoleh identitas visual yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur pada bingkai berikutnya:

a Memotong Citra

Sesudah area awal objek ditetapkan, proses penentuan ROI dimulai dengan memotong gambar agar ukurannya selaras dengan tingkat ketajaman resolusi dari frame video.

b Konversi Citra

Gambar yang telah dipangkas selanjutnya diubah dari format warna RGB menuju HSV, yang dikenal dengan istilah *color space*, yaitu pendekatan untuk mengelompokkan, merekayasa, serta menampilkan warna dalam citra. Hasil akhirnya ialah citra berwarna HSV.

c Segmentasi

Langkah lanjutan berupa proses segmentasi yang dikenal di OpenCV sebagai masking, dipakai untuk mengidentifikasi dan membedakan area objek utama dari bagian non-objek menggunakan fungsi `inRange()`.

d Kalkulasi Histogram

Perhitungan histogram di OpenCV dilakukan dengan fungsi `calcHist()`, yang mengambil parameter dari citra HSV, khususnya komponen hue karena memiliki jangkauan warna yang mampu memisahkan area kulit dari non-kulit. Elemen hue dihitung histogramnya berdasarkan sebagian area citra, di mana parameter mask sebelumnya dijadikan acuan dengan jumlah histogram mencapai 180. Proses ini dimaksudkan untuk menghindari dominasi elemen lain dalam citra yang diproses, sehingga diharapkan hasil identifikasi objek menjadi lebih tepat dan bebas kesalahan.

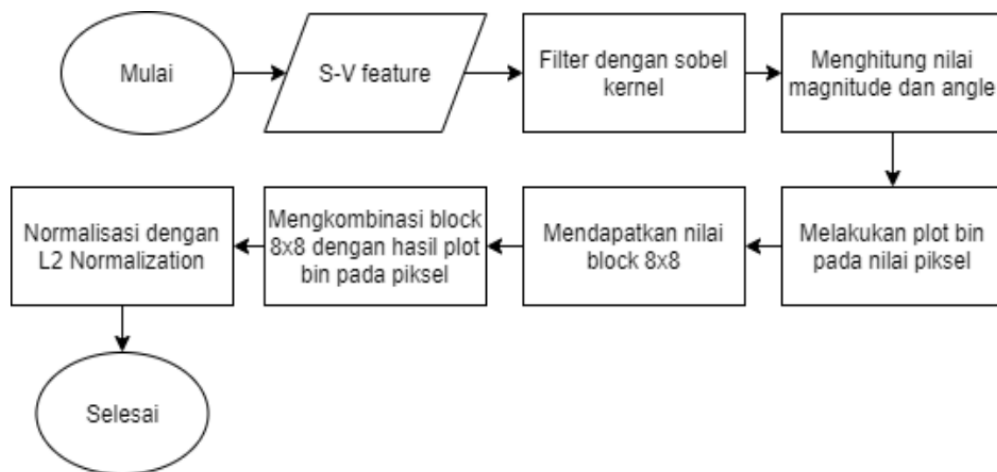
e Normalisasi Nilai

Setelah hasil kalkulasi histogram didapatkan, maka nilainya dinormalisasikan dengan normalisasi min-max. Normalisasi MIN MAX pada sistem ini digunakan untuk memperkecil rentang nilai terkecil dan nilai terbesar agar dapat mempercepat proses pembelajaran pada suatu

klasifikasi. Jumlah piksel diperkecil rentang nilainya menjadi ukuran 1 byte yaitu jangkauan antara 0 – 255.(YULIANI, 2022)

2.2. HOG (History of Oriented Gradients)

Metode History of Oriented Gradients (HOG) adalah pendekatan dalam pengolahan citra yang berfungsi untuk mendeteksi objek dengan cara menghitung nilai gradien pada area spesifik dari gambar. Setiap gambar menampilkan karakteristiknya melalui pola distribusi gradien. Karakteristik citra ditentukan dengan cara membagi gambar menjadi bagian-bagian kecil atau sel, kemudian setiap sel menghasilkan histogram gradien yang jika digabungkan menghasilkan deskriptor representatif bagi objek (Anggraeny et al., 2020). Penjabaran mengenai algoritma HOG divisualisasikan dalam bentuk Gambar 2.3 yang ditempatkan di bagian bawah dokumen sebagai acuan pengamatan.



Gambar 2.3 Algoritma *Histogram of Oriented Gradients*

(Anggraeny et al., 2020)

2.3. Haar Cascade

Mekanisme deteksi wajah menggunakan Haar Cascade mencakup beberapa fase penting, meliputi pengambilan fitur, pembuatan classifier, serta proses identifikasi wajah. Pendekatan Haar Cascade sendiri merupakan algoritma pengenalan objek berbasis pembelajaran mesin yang pertama kali diperkenalkan oleh Paul Viola bersama Michael Jones (Rochmawati, 2024). Pada tahapan ini, setiap bidang persegi diproses untuk menampilkan perbedaan nilai intensitas cahaya antara zona terang dan gelap yang kemudian dimanfaatkan sebagai acuan dasar pengolahan gambar yang disebut Haar-Like Feature. Perhitungan fitur pada algoritma Haar dilakukan melalui pengurangan nilai piksel antara area berwarna putih dan hitam. Pendekatan ini memanfaatkan konsep *integral image* dari citra dalam skala abu-abu dengan menjumlahkan seluruh nilai piksel dari titik kiri atas hingga titik bawah gambar.

Dalam metode Cascade Classifier dilakukan serangkaian langkah yang bertujuan untuk memperbarui perhitungan nilai Haar Feature agar lebih presisi. Proses awal klasifikasi menyeleksi subcitra berdasarkan fitur tertentu dan apabila tidak memenuhi standar evaluasi maka hasil tersebut akan dikeluarkan dari tahapan berikutnya. Proses klasifikasi yang kedua difokuskan untuk menentukan batas ambang nilai yang relevan melalui pengklasifikasian ulang, sedangkan pada klasifikasi ketiga, bagian subcitra yang terpilih akan disesuaikan dengan karakter visual citra aslinya. (Rosid et al., 2022)

2.4. Pengolahan Citra

Citra digital merupakan array dua dimensi dengan nilai $f(x,y)$ nya telah dikonversi ke dalam bentuk diskrit baik pada koordinat citra maupun kecerahannya. Secara umum, pengolahan citra digital diartikan sebagai serangkaian proses komputasional yang dilakukan pada gambar dua dimensi untuk dianalisis dan dimanipulasi secara digital, di mana input dan output keduanya berupa citra yang diinterpretasikan melalui persepsi visual.

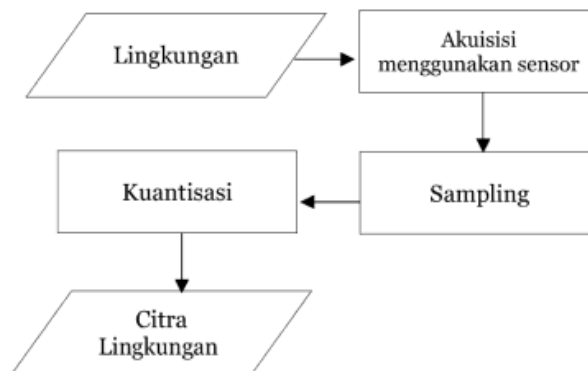
Prosedur dalam pengolahan citra digital berfungsi untuk menyempurnakan kualitas tampilan gambar supaya lebih jelas secara visual bagi manusia serta memproses informasi gambar tersebut guna mendukung sistem pengenalan objek otomatis (Sumijan & Purnama, 2021). Menurut (Pratomo et al., 2020) “Dalam memanipulasi citra dilakukan beberapa cara yang disebut dengan teknik-teknik pengolahan citra”. Terdapat lima tahapan mendasar dalam prosedur pengolahan citra yang diterapkan pada penelitian ini sebagai dasar dari keseluruhan analisis data visual:

1. Tahapan ekstraksi objek dari area latar belakang dicapai dengan teknik *Background Subtractor MOG2* agar hasil segmentasi menjadi lebih akurat.
2. Metode *thresholding* diterapkan guna memperjelas batas tepi antara objek dan latar belakang dalam gambar
3. Tahap *smoothing* dilakukan menggunakan metode *Gaussian Blur* guna memperoleh tampilan gambar yang lebih lembut dan stabil secara visual

4. Prosedur *thresholding* diterapkan sekali lagi agar bentuk objek semakin jelas dan mudah dipisahkan dari area sekitarnya
5. Dengan menerapkan operasi *morfologi closing*, celah atau rongga pada permukaan objek dapat tertutup secara menyeluruh guna menghasilkan citra yang lebih sempurna.

2.2.1 Akuisisi Citra Digital

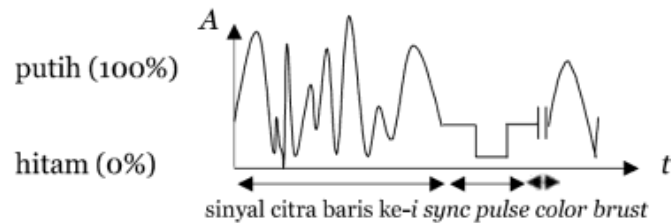
Sistem akuisisi citra digital (pengambilan citra digital) ditunjukkan pada Gambar 2.4 . Tahapan permulaan mencakup perekaman area sekitar dengan sensor visual elektronik yang menggunakan teknologi CCD sebagai komponen pendeteksi cahaya (*charge - coupe device*) atau CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) . Perangkat sensor mengubah energi cahaya berupa intensitas serta frekuensi menjadi sinyal analog sebelum akhirnya diterjemahkan ke dalam bentuk sinyal digital yang siap dianalisis.



Gambar 2.4 Sistem Akuisisi Citra

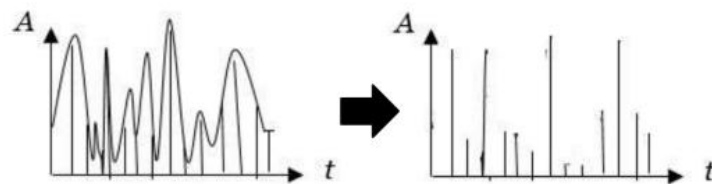
Gelombang analog yang ditangkap oleh sensor elektronik ditunjukkan pada Gambar 2.5 . Pada setiap baris sinyal , diawal oleh color brust sebagai informasi gelombang warna dan antar baris dibatasi oleh sinyal sinkronisasi

(sync pulse) . Sementara itu , sinyal tersebut terbentuk dalam fungsi waktu t dan amplitudo A .



Gambar 2.5 Gelombang Analog pada Sensor Citra (Kirana, 2021)

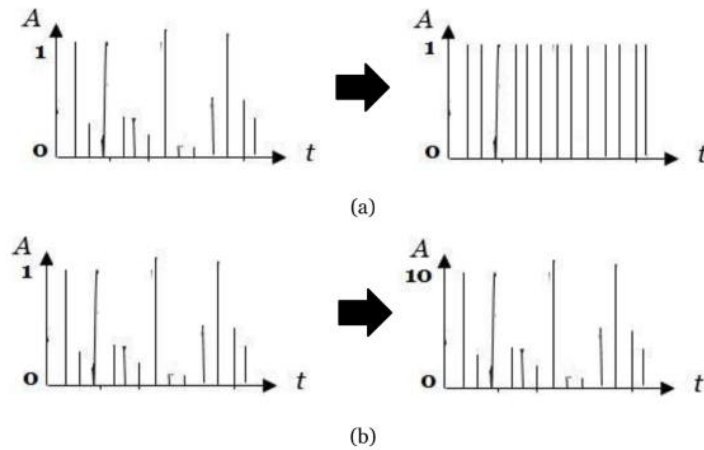
Untuk mendapatkan citra digital , sinyal analog harus menjalani proses digitalisasi yang terdiri dari sampling dan kuantisasi (quantization) . Sampling merupakan penentuan jumlah sampel piksel dan ditunjukkan Gambar 2.6 . Kecepatan proses sampling dipengaruhi oleh resolusi citra yang diinginkan . Asumsikan sebuah pemindai memiliki resolusi D dpi (dot per inchi) dengan kecepatan pemindaian t ms (micro second) untuk setiap P inchi objek , maka kecepatan sampling yang dihasilkan perinchi.



Gambar 2.6 Sampling Gelombang Analog (Kirana, 2021)

Setelah melewati proses sampling , tahap kedua adalah kuantisasi. Kuantisasi merupakan konversi nilai aplitudo menjadi intensitas kontinu.

Dimana q adalah level kuantisasi , A_s adalah amplitudo sampel , A_{max} adalah amplitudo maksimum , dan f adalah hasil kuantisasi dengan interval $[0, q - 1]$.



Gambar 2.7 Kuantisasi Interval . (Kirana, 2021)

Berdasarkan Gambar 2.7 , hasil kuantisasi antara interval $f = [0-2]$ dan $f = [0-11]$ menghasilkan intensitas warna yang berbeda , walaupun amplitudo yang dihasilkan dari proses sampling sama (Kirana, 2021).

2.5. Jenis Citra

Secara umum citra tebagi atas 3 jenis citra berdasarkan representasi ruang warna yaitu:

2.3.1. Citra Biner

Jenis citra biner hanya menyajikan dua kemungkinan nilai, yakni 1 untuk warna putih dan 0 untuk warna hitam, dengan kapasitas data yang kecil karena tersusun dari 1 bit. Proses konversinya menggunakan metode *threshold* untuk menentukan apakah setiap

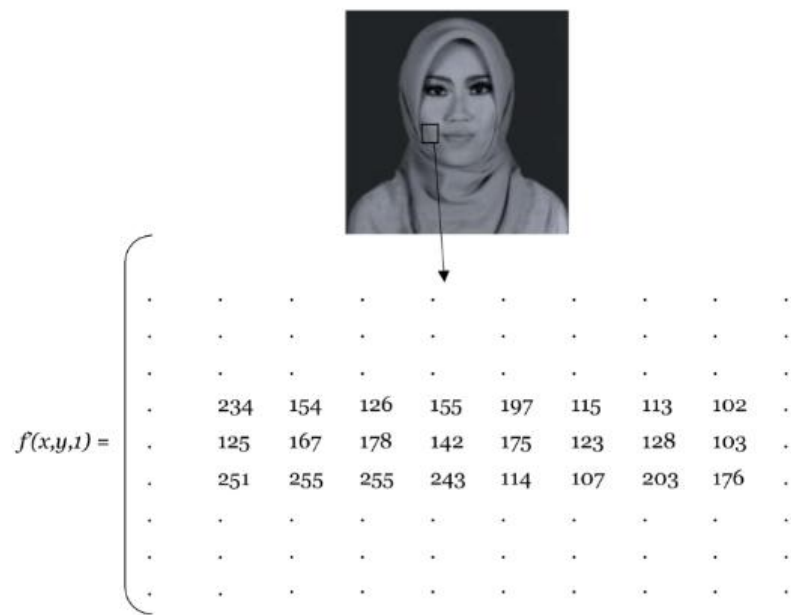
piksel tergolong bernilai 1 atau 0. Contohnya diperlihatkan pada Gambar 2.8 (Kirana, 2021).



Gambar 2.8 Contoh Konversi Citra Biner (Kirana, 2021)

2.3.2. Citra Grayscale

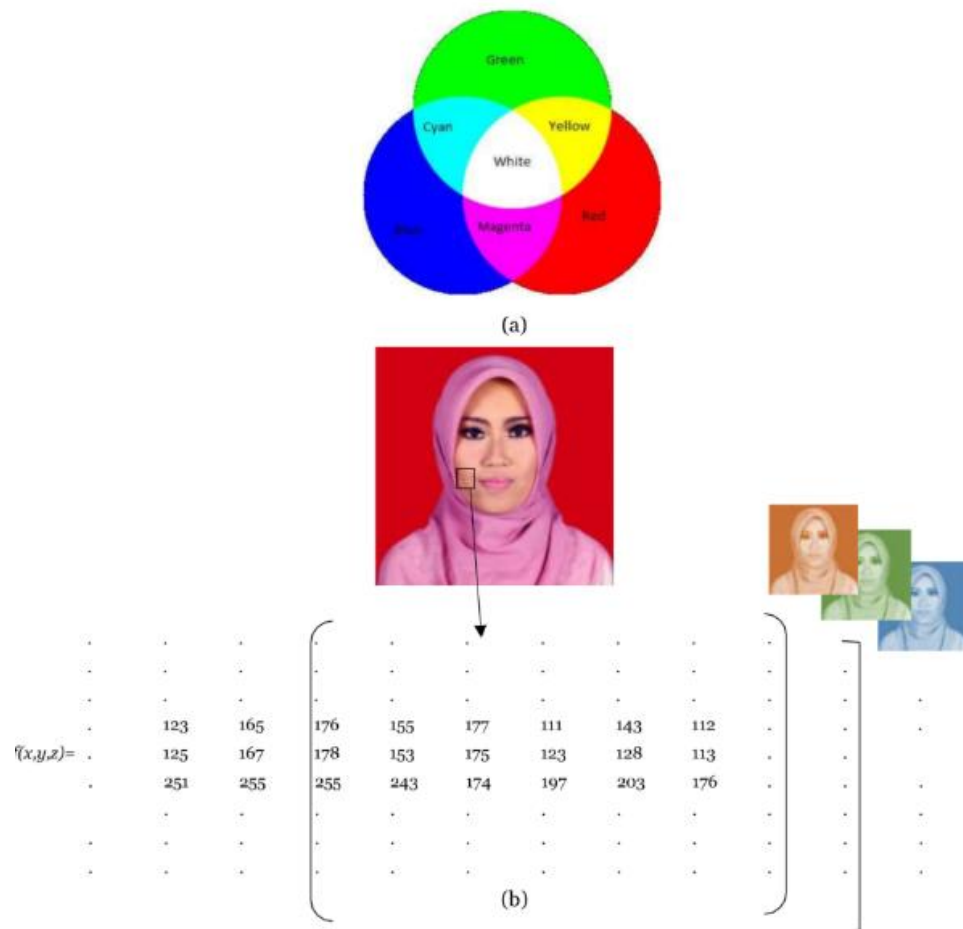
Jenis citra keabuan memiliki tingkat kecerahan mulai dari 0 (hitam) hingga 255 (putih), dikodekan dengan 8 bit, sehingga menghasilkan variasi warna abu-abu tunggal tanpa lapisan warna lain. Contoh visualnya ditampilkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Contoh Konversi Citra Grayscale (Kirana, 2021)

2.3.3. Citra Warna

Ruang warna terdiri dari tiga layer , yaitu : merah (red) , hijau (green) , dan biru (blue) . Pada Gambar 2.10 , terlihat bahwa “kombinasi merah , hijau , dan biru dapat membentuk ruang warna yang lain , seperti : kuning , cyan , magenta , dan putih . Karena terdapat tiga layer , maka citra RGB dikodekan dengan 24 bit nilai (224)” .(Kirana, 2021) mengatakan “Warna-warna setiap piksel ini ditentukan oleh kombinasi dari intensitas warna RGB yang disimpan pada bidang warna di lokasi piksel tersebut”. Setiap intensitas warna pada citra warna ini membutuhkan 8 bit, jadi karena citra memiliki 3 komponen warna maka format file grafis menyimpan citra warna sebanyak 24 bit. Hal tersebut menyebabkan citra warna memiliki 24 juta kemungkinan warna dari hasil kombinasi warna RGB.(Andono et al., 2018)



Gambar 2.10 Representasi Ruang Warna RGB (a) Warna Aditif RGB (b)

(Kirana, 2021)

2.6. OpenCV

Di kutip dari buku yang dibuat oleh Gary Bradski dan Adrian Kaehler, “OpenCV (Open Source Computer Vision Library), library ini ditulis dalam bahasa pemrograman C dan C++ serta dapat dijalankan pada sistem operasi Linux, Windows, dan Mac OS X”. Pengembangan sistem juga terus dilakukan agar pustaka ini dapat terintegrasi dengan berbagai bahasa pemrograman populer, termasuk *Python*, *Ruby*, dan *Matlab*.

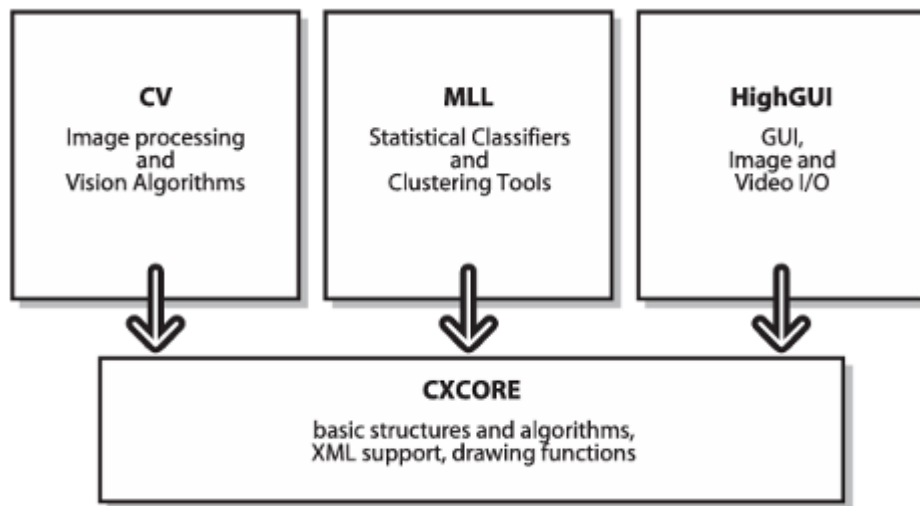
OpenCV dibangun dengan desain yang mengutamakan kinerja komputasi maksimal untuk kebutuhan aplikasi real-time, ditulis dalam bahasa C yang dirancang efisien dan mendukung penggunaan banyak inti prosesor. Dalam rangka mencapai performa maksimal pada sistem berbasis Intel, pengguna disarankan menggunakan *Integrated Performance Primitives (IPP)*, yaitu kumpulan rutin tingkat rendah yang telah disempurnakan untuk berbagai bidang pemrosesan algoritmik.

Salah satu tokoh utama dalam tim pengembangan OpenCV di Rusia adalah Vadim Pisarevsky, yang bertanggung jawab atas manajemen, pengkodean, serta optimalisasi sebagian besar pustaka OpenCV, dan hingga kini masih berperan aktif dalam pengembangannya. Selain itu, Victor Eruhimov turut berkontribusi dalam pengembangan infrastruktur awal, sementara Valery Kuriakin mengelola laboratorium di Rusia dan memberikan dukungan yang signifikan terhadap proyek ini. Sejak awal, OpenCV memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

- Meningkatkan kemajuan studi dalam bidang visi dengan memberikan akses terbuka terhadap kode serta menyiapkan sistem yang telah dioptimalkan untuk menopang fondasi utama visi, agar tidak terjadi pengulangan dalam penciptaan solusi yang sesungguhnya telah ada.
- Mengoptimalkan penyampaian pengetahuan dalam bidang visi melalui pembangunan struktur infrastruktur terbuka yang dapat dimanfaatkan oleh pengembang, sehingga hasil kode dapat dipindahkan antar sistem dengan lebih fleksibel dan mudah dibaca.
- Menstimulasi peningkatan inovasi dalam pembuatan aplikasi komersial berbasis komputer melalui penyediaan kode portabel yang telah

disempurnakan dari aspek performa, tanpa adanya keharusan bahwa aplikasi komersial yang memanfaatkan OpenCV harus bersifat terbuka atau tanpa biaya (Bradski & Kaehler, 2008).

Struktur OpenCV secara menyeluruh terdiri atas lima bagian penting, dengan empat bagian yang dapat diamati dalam Gambar 2.11. Bagian CV berfungsi untuk melakukan pengolahan gambar dasar serta algoritma visi komputer, sedangkan ML merupakan kumpulan alat *machine learning* yang memuat beragam model klasifikasi dan sistem pengelompokan data. Modul HighGUI berisi sekumpulan fungsi serta rutinitas yang memungkinkan proses penyimpanan dan pembukaan berkas multimedia, sementara CXCore menyediakan elemen-elemen data fundamental beserta struktur penyimpanan intinya.



Gambar 2.11 Struktur dasar OpenCV. (Bradski & Kaehler, 2008)

2.7. Kamera

2.7.1. Kamera CCTV (*Closed Circuit Television*)

Kamera CCTV adalah perangkat perekam digital yang dirancang untuk mengirimkan sinyal visual secara langsung ke monitor tertentu di suatu area, dengan tujuan utama memantau aktivitas, situasi, dan kondisi tempat tersebut secara terus menerus. Secara umum, kamera CCTV digunakan sebagai alat pengawasan di ruang publik. Pada masa awal pengembangannya, gambar yang ditangkap hanya dapat dikirim melalui sambungan kabel ke ruang pengendali dan harus diawasi oleh operator secara langsung dengan resolusi visual yang rendah. Seiring kemajuan pesat teknologi saat ini, berbagai kamera CCTV telah dilengkapi dengan sistem modern yang memungkinkan pengoperasian serta pengendalian melalui komputer pribadi maupun telepon genggam, sehingga proses pemantauan dapat dilakukan dari lokasi mana pun asalkan tersedia koneksi internet atau akses GPRS (Adriansyah et al., 2014).

2.7.2. Kamera Webcam

Web Camera merupakan perangkat perekam gambar bergerak yang secara langsung menampilkan hasil tangkapan videonya pada laman internet tertentu, di mana istilah webcam mencakup seluruh bentuk teknologi visual daring yang terkadang diberi nama berbeda sesuai fokus pengamatannya, seperti *StreetCam* yang menyoroti lalu lintas jalan raya. Ada juga *Metrocam* yang memperlihatkan pemandangan

panorama kota dan pedesaan, TrafficCam yang digunakan untuk memonitor keadaan jalan raya, WeatherCam untuk Cuaca, bahkan keadaan gunung berapi dengan VolcanoCam. Webcam atau Web Camera adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui port USB ataupun port COM.

Sebuah web kamera biasanya dilengkapi dengan software, software ini mengambil gambar-gambar dari kamera digital secara terus menerus ataupun dalam interval waktu tertentu dan menyiarkannya melalui koneksi internet. Ada beberapa metoda penyiaran, metoda yang paling umum adalah software mengubah gambar ke dalam bentuk file JPEG dan mengupload nya ke web server menggunakan *File Transfer Protocol* (FTP). *Frame rate* mengindikasikan jumlah gambar sebuah software dapat ambil dan transfer dalam satu detik. Untuk streaming video, dibutuhkan minimal 15 *frame per second* (fps) atau idealnya 30 fps (Lestari & Gata, 2011).

2.8. Anaconda

Anaconda merupakan ekosistem pemrograman yang dirancang untuk mengatur berbagai paket, dependensi, serta lingkungan analisis data dengan bahasa Python, memberikan kemudahan bagi pengembang untuk bekerja pada proyek *data science* melalui beragam IDE seperti *Jupyter Notebook*, *Jupyter Lab*, atau *Spider*. Anda dapat mengunduh perangkat lunak Anaconda dari situs resmi mereka di <https://www.anaconda.com/products/distribution> (Rahman et al., 2023).

2.9. Python

Python merupakan bahasa pemrograman serbaguna yang bekerja secara interpretatif dengan prinsip utama pada kejelasan dan keterbacaan sintaksnya, menghadirkan kekuatan pemrograman tinggi melalui pustaka standar yang luas dan beragam untuk berbagai kebutuhan pengembangan perangkat lunak (Buana, 2018).

Python memiliki sintaksis yang intuitif dan kekuatan dalam analisis data, pengembangan web, serta kecerdasan buatan. Python menjadi bahasa yang sangat dominan dalam bidang pengolahan citra dan pembelajaran mesin karena kemampuannya yang unggul dalam mengelola data visual secara efisien, sehingga banyak digunakan untuk membangun aplikasi yang berkaitan dengan penglihatan buatan. Kelebihan Python mencakup sintaksis yang mudah dimengerti, berbagai pustaka yang mendukung pengolahan citra, dan fleksibilitas dalam integrasi dengan perangkat keras dan perangkat lunak lainnya (Anzari et al., 2024).

2.10. Database

Database merupakan himpunan data yang disusun secara sistematis dan disimpan dalam format digital, berfungsi sebagai media penyimpanan dan pengelolaan informasi yang memudahkan akses serta manipulasi data secara efisien. Dalam dunia modern, Database dimanfaatkan di banyak ranah kegiatan seperti organisasi, perusahaan, maupun aplikasi berbasis web, sebab mampu menyimpan dan mengelola kumpulan data yang sangat besar dengan tingkat efisiensi tinggi. Sebuah Database dapat diatur untuk melaksanakan berbagai fungsi penting seperti penelusuran informasi, pemfilteran konten, pengurutan catatan, hingga penggabungan data antar tabel sesuai kebutuhan pengguna. Bahasa kueri

Structured Query Language (SQL) memungkinkan pengguna memperoleh informasi yang spesifik dari Database dengan mudah, sementara sistem tersebut juga mendukung interaksi multi-pengguna secara bersamaan untuk membaca dan mengubah data. Keberadaan sistem ini berperan sebagai komponen vital di dunia usaha yang memerlukan keseragaman akses bagi banyak pengguna dalam memperoleh data serta informasi yang sepadan (Prayoga et al., 2023).

2.11. Website

Web atau situs merupakan suatu himpunan halaman digital yang berfungsi menyajikan data berupa tulisan, gambar, video, serta elemen multimedia lain yang saling terintegrasi dan terstruktur dalam satu kesatuan informasi yang dinamis (Husain et al., 2016).

Website merupakan media digital yang tersusun atas banyak halaman dengan topik informasi beragam yang disusun dalam satu domain agar pengguna internet dapat menemukannya melalui platform pencarian. Konten yang dimasukkan dalam situs web umumnya mencakup gambar, visualisasi, rekaman video, dan naskah tulisan yang ditujukan untuk beragam fungsi komunikasi serta penyebaran informasi. Pada dasarnya, akses awal menuju situs dilakukan melalui homepage yang dituju dengan mengetikkan alamat lengkap pada browser, dan di dalamnya terdapat sejumlah halaman tambahan yang saling terintegrasi (Santoso, 2022).

2.12. Penelitian Sejenis

Penelitian oleh (Pratomo et al., 2020) menunjukkan bahwa “penerapan algoritma *Region of Interest* (ROI) pada sistem deteksi dan klasifikasi kendaraan mampu meningkatkan performa secara signifikan dengan membatasi pemrosesan hanya pada area penting seperti jalan raya”. Hasilnya, “waktu pemrosesan turun dari rata-rata 248 ms menjadi 9,541 ms per *frame*, dan akurasi deteksi meningkat hingga lebih dari 87%, bahkan pada perangkat dengan spesifikasi rendah seperti Raspberry Pi3 dan Odroid XU4”.

Penelitian oleh (Alauddin & Usrah, 2024) berhasil mengembangkan “sistem kendali pencahayaan otomatis berbasis Arduino Mega dan sensor inframerah yang terintegrasi dengan IoT melalui ESP8266”. Sistem ini mampu menghitung dan memantau jumlah absen dalam ruangan secara *real-time* melalui web, serta mengontrol lampu secara otomatis berdasarkan keberadaan orang. Selain berkontribusi pada penghematan energi dan edukasi teknologi, sistem ini masih memiliki keterbatasan pada keandalan sensor dalam pencahayaan ekstrem dan kapasitas server saat menangani banyak permintaan sekaligus.

lalu ada juga penelitian yang dilakukan oleh (Osberger & Rohaly, 2001) dengan judul “Automatic detection of regions of interest in complex video sequences” mengembangkan sebuah model otomatis untuk mendeteksi dengan Region of Interest (ROI) dalam video kompleks, berdasarkan perhatian visual manusia, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti gerakan objek, kontras, ukuran, bentuk, lokasi dalam bingkai, keberadaan manusia, serta latar depan dan latar belakang. Model ini divalidasi melalui eksperimen perekaman gerakan mata terhadap 24 partisipan yang menonton 130 gambar dan 46 klip video, dan hasilnya

menunjukkan bahwa “sekitar 75% titik fiksasi partisipan berada dalam 30% area yang diprediksi sebagai paling penting oleh model”.

Penelitian oleh (Jeong et al., 2006) mengembangkan “sistem deteksi citra tidak senonoh berbasis ROI dengan memanfaatkan peta saliensi dari fitur kontras dan warna kulit untuk meningkatkan akurasi klasifikasi”. Metode ini menggunakan kombinasi fitur WSCD dan SCSD serta algoritma SVM, menghasilkan akurasi 90,75% dan recall 92,25%, lebih unggul dibanding metode konvensional. Sistem ini terbukti efektif dalam memblokir konten negatif, dengan potensi pengembangan lebih lanjut melalui integrasi informasi tekstur dan bentuk.

Penelitian yang dilakukan (Vu et al., 2003) mengembangkan “sistem *Content-Based Image Retrieval* (CBIR SamMatch.) menggunakan pendekatan *Region of Interest* (ROI) berbasis *framework*”. Teknik ini memungkinkan pencarian gambar berdasarkan area relevan saja, tanpa terpengaruh oleh bagian citra yang tidak relevan. Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan ROI jauh lebih efektif dibanding metode tradisional seperti *Local Color Histogram* atau *Color Correlogram*, terutama dalam menangani citra dengan ukuran objek yang bervariasi. Hasil penelitian ini adalah “dengan metode ini terbukti lebih unggul 40% dalam akurasi dibanding teknik tradisional seperti *Local Color Histogram* atau *Color Correlogram*, terutama untuk query dengan objek berukuran kecil”. Selain itu, sistem ini mampu menangani variasi skala dan posisi objek secara robust, serta diuji pada database berskala besar (15.808 gambar) dengan efisiensi indeks yang optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Tiwari & Kaushik, 2012) mengusulkan arsitektur sistem infotainment berbasis lokasi yang menampilkan informasi dinamis

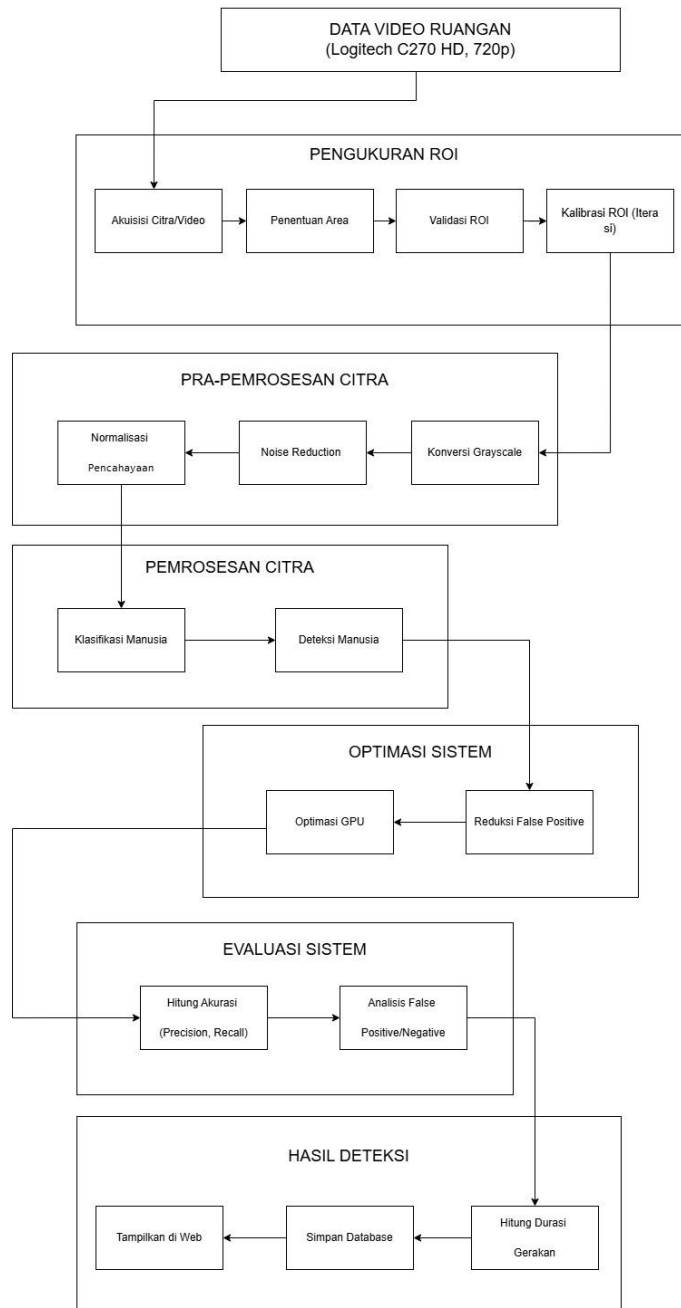
dan relevan berdasarkan Region of Interest geografis. Sistem memanfaatkan infrastruktur *Location-Based Services* (LBS), *reverse geocoding*, serta sumber informasi daring seperti Wikipedia untuk menyajikan detail suatu wilayah (sejarah, budaya, atraksi, dll.) ke perangkat mobile secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa “sistem mampu menampilkan informasi dengan granularitas bervariasi, mulai dari tingkat jalan hingga negara, disesuaikan dengan lokasi dan preferensi pengguna”. Arsitektur yang dikembangkan juga mendukung integrasi data spasial (koordinat geografis) dan non-spasial dari basis data lokal maupun sumber daring terbuka. Prototipe berbasis J2ME berhasil dibangun untuk menguji konsep, di mana sistem dapat menampilkan informasi teks dan gambar secara real time dengan efisiensi tinggi, bahkan pada perangkat mobile yang memiliki keterbatasan memori.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Rangkaian langkah penelitian yang disusun berdasarkan kerangka arsitektur umum dapat dilihat secara visual melalui ilustrasi pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan dari gambar 3.1 sebagai berikut :

1. Data video ruangan di dapatkan menggunakan rekaman video dari kamera Logitech C270 HD dengan resolusi 720p (1280×720 piksel). Kamera ini dipilih karena kemampuannya merekam gambar jernih dalam kondisi pencahayaan standar, cocok untuk analisis gerakan dan objek dalam ruangan. Video disimpan dalam format digital dan menjadi input utama untuk seluruh proses.
2. Pengukuran ROI bertujuan untuk menentukan area spesifik dalam *frame* video yang menjadi fokus utama analisis. Proses ini dimulai dengan akuisisi citra atau video, yaitu pengambilan *frame* dari video mentah untuk diproses lebih lanjut. Selanjutnya, dilakukan penentuan area dengan memilih ROI secara manual, seperti pada area pintu atau jendela, atau secara otomatis, seperti deteksi tepi. Setelah area ditentukan, dilakukan validasi ROI untuk memastikan bahwa area yang dipilih mencakup objek-objek relevan, seperti jalur pergerakan manusia. Pada tahap akhirnya kalibrasi ROI secara iteratif, yaitu penyesuaian ulang batas-batas ROI berdasarkan hasil deteksi awal, guna menghindari gangguan dari noise atau area yang tidak diperlukan.
3. Pra-pemrosesan data dilakukan sebagai tahap persiapan sebelum analisis utama dengan tujuan meningkatkan kualitas citra dan efisiensi pemrosesan. Proses ini dimulai dengan konversi citra berwarna (RGB) ke skala abu-abu guna mengurangi kompleksitas komputasi. Selanjutnya, dilakukan pengurangan noise menggunakan filter seperti Gaussian atau median untuk mengatasi gangguan akibat sensor atau pencahayaan yang tidak stabil. Tahap akhirnya melakukan normalisasi pencahayaan, yang bertujuan

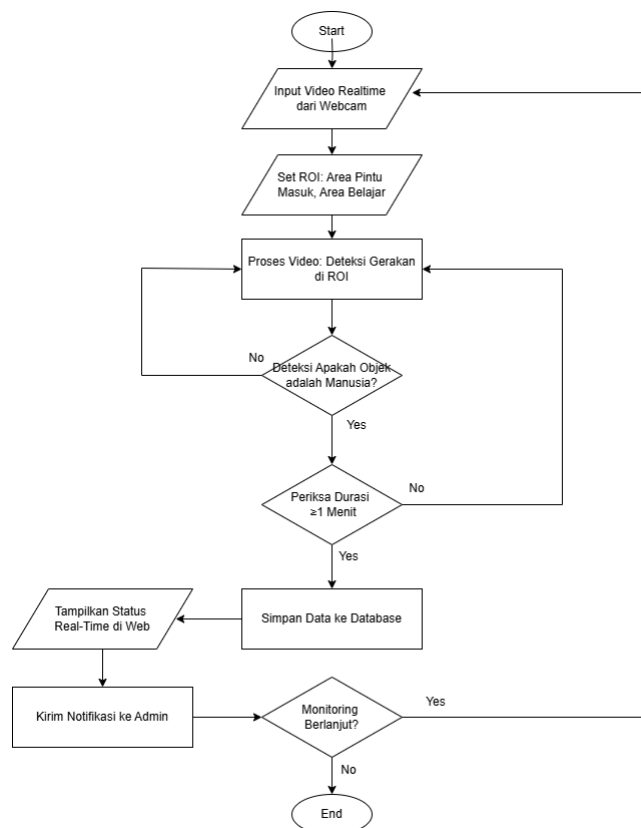
menyamakan tingkat kecerahan citra agar proses deteksi menjadi lebih konsisten.

4. Pada tahap pemrosesan citra, dilakukan analisis untuk mengekstraksi informasi penting dari citra yang telah dipra-proses. Proses ini mencakup deteksi manusia, yaitu mengidentifikasi lokasi keberadaan manusia dalam setiap *frame* video, serta klasifikasi manusia untuk memastikan bahwa objek yang terdeteksi benar-benar merupakan manusia dan bukan hewan atau objek lain yang menyerupai.
5. Dalam tahapan optimasi, dilakukan peningkatan performa sistem untuk memastikan efisiensi dan akurasi deteksi yang lebih tinggi. Salah satu langkahnya adalah optimasi GPU, yaitu mempercepat pemrosesan data dengan memanfaatkan kemampuan paralelisasi yaitu proses membagi suatu tugas komputasi menjadi beberapa bagian yang dapat dijalankan secara bersamaan pada beberapa unit pemrosesan dari perangkat keras GPU. Selain itu, dilakukan reduksi *false positive* dengan mengurangi kesalahan deteksi seperti bayangan atau gerakan akibat angin, melalui teknik thresholding intensitas gerakan atau analisis ukuran objek.
6. Sementara itu, pada tahap evaluasi sistem, dilakukan pengukuran kinerja untuk menilai efektivitas metode yang digunakan. Evaluasi ini mencakup perhitungan akurasi dengan menggunakan metrik seperti *precision*, yaitu rasio deteksi benar terhadap seluruh deteksi, dan *recall*, yaitu rasio deteksi benar terhadap jumlah kasus aktual. Selain itu, dilakukan analisis terhadap *false positive* dan false negative untuk mengidentifikasi penyebab kesalahan

deteksi, seperti kondisi pencahayaan yang buruk atau kemunculan objek yang memiliki kemiripan dengan manusia.

7. Hasil deteksi merupakan output akhir dari sistem yang mencakup berbagai informasi penting. Sistem menghitung durasi aktivitas gerakan dengan memanfaatkan timestamp atau frame rate dari video untuk mengetahui berapa lama seseorang berada dalam area pantauan. Hasil deteksi ini kemudian ditampilkan secara *real-time* melalui antarmuka web, misalnya menggunakan framework seperti Flask atau React.js, serta disimpan ke dalam database seperti MySQL, MongoDB atau lainnya untuk keperluan dokumentasi dan analisis lebih lanjut.

3.2. Perancangan Sistem



Gambar 3.2 Flowchart Deteksi Manusia

3.3. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Region of Interest* untuk membatasi area analisis dalam frame video, seperti pintu masuk atau area duduk di ruang kelas. ROI ditetapkan secara statis dengan koordinat (x, y, width, height) berdasarkan pemetaan ruangan. Sistem akan menghitung durasi kehadiran menggunakan frame counting (30 fps = 1800 frame untuk 1 menit). Jika manusia terdeteksi dalam ROI selama ≥ 1800 frame, data akan dikirim ke database dan ditampilkan di web dengan status “Ruangan Terpakai”.

3.4. Populasi dan Sampel Penelitian

Sampel penelitian diperoleh melalui proses perekaman video secara langsung di ruang tertutup dengan penerapan dua keadaan berbeda sebagai pembanding hasil:

1. Kondisi 1: Ruangan terisi 1-2 orang.
2. Kondisi 2: Ruangan kosong .

3.5. Metode Pengumpulan Data

3.5.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil perekaman video secara nyata tanpa perantara pihak lain menggunakan kamera webcam Logitech C270 HD di ruang kelas FIKTI dengan resolusi 1280×720 piksel.

3.5.2. Studi Pustaka

Studi Pustaka pada penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan merangkum berbagai penelitian dan teori yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan penting untuk studi pustaka. Studi pustaka juga membantu untuk menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian dengan mencari referensi seperti dari penelitian sejenis, artikel jurnal, skripsi maupun thesis baik berbentuk fisik maupun elektronik dalam upaya pemecahan masalah yang ada dalam penelitian ini.

3.6. Perangkat penelitian

Perangkat penelitian adalah komponen penting untuk mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasikan sebuah data. Penelitian ini memanfaatkan teknologi berbasis hardware dan software yang dipilih secara khusus guna mendukung proses pengujian sistem.

3.1 Tabel Kebutuhan Perangkat Keras

NO	Nama Perangkat	Deskripsi Perangkat
1	Laptop	Asus TUF Dash F15
2	Kamera Webcam	Logitech c270 HD
3	Prosesor	Intel i5-11300H
4	Graphical Processing Unit (GPU)	NVIDIA GeForce RTX 3050
5	Random Access Memory (RAM)	16 GB
6	Storage	512 SSD

3.2 Tabel Kebutuhan Perangkat Lunak

NO	Nama Perangkat	Deskripsi Perangkat
1	Windows 11 64-bit	Sistem operasi yang digunakan untuk menjalankan seluruh aplikasi dan perangkat lunak pendukung.
2	Anaconda	Platform distribusi Python untuk mengelola lingkungan dan pustaka, serta membangun dan melatih model
3	Python	Bahasa pemrograman utama untuk pengembangan sistem.
4	OpenCV	Pustaka untuk pemrosesan citra dan video secara real-time.
5	Numpy	Pustaka Python untuk array multidimensi dan komputasi numerik.
7	HTML dan CSS	Bahasa markup dan gaya untuk membangun antarmuka web

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Video Ruangan

Dalam pengujiannya Data video di ambil secara langsung dengan kamera webcam Logitech C270 HD dengan resolusi 720p (1280×720 piksel). Data diambil dengan kondisi ruangan yang berbeda untuk menguji apakah tetap berfungsi program ketika ruangan dengan struktur yang berbeda



Gambar 4.1 Tangkapan layar pengambilan video dari ruangan kelas

4.2. Pengukuran ROI

Pengukuran ROI diimplementasikan untuk memfokuskan deteksi pada area yang paling relevan. Pendekatan ini secara efektif mengurangi beban komputasi dan meminimalisir gangguan dari area latar belakang yang tidak penting. Sistem secara otomatis menghitung dan membatasi area analisis pada 90% bagian tengah dari pandangan kamera. Batas area ini divisualisasikan dengan jelas melalui kotak kuning pada jendela video, memberikan umpan balik langsung mengenai zona pemantauan aktif.

```
# Konfigurasi luas area deteksi (ROI) diatur ke 90%
ROI_PERCENTAGE = 0.90

# Menentukan dan memotong area ROI dari frame
h, w = frame.shape[:2]
roi_size = int(min(h, w) * ROI_PERCENTAGE)
x, y = (w - roi_size) // 2, (h - roi_size) // 2
roi = frame[y:y+roi_size, x:x+roi_size]

# Menggambar kotak kuning untuk visualisasi ROI
cv2.rectangle(display_frame, (x, y), (x+roi_size, y+roi_size), (0, 255, 255), 2)
cv2.putText(display_frame, "Area Deteksi (ROI)", (x, y - 15),
```

Potongan kode python dalam tahap pengukuran ROI

4.3. Pra-Pemrosesan Citra

Tahap pra-pemrosesan dalam sistem ini berfokus pada konversi ruang warna ke skala abu-abu. Citra di dalam ROI diubah menjadi skala abu-abu (*grayscale*) sebelum dianalisis, langkah ini krusial untuk mengoptimalkan kinerja algoritma deteksi wajah (*Haar Cascade*) yang bekerja lebih cepat dan efisien pada citra dengan satu *channel* warna.

Selanjutnya Setiap *frame* yang telah dipotong sesuai ROI akan dikonversi menjadi *gray_roi*. Versi *grayscale* inilah yang kemudian digunakan untuk proses deteksi wajah, sementara deteksi tubuh menggunakan ROI yang masih berwarna.

```
# Mengubah ROI berwarna menjadi skala abu-abu
gray_roi = cv2.cvtColor(roi, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Menggunakan gray_roi sebagai input untuk detektor wajah
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray_roi, scaleFactor=1.1, minNeighbors=5)
```

Potongan kode untuk menampilkan tahap Pra-Pemrosesan Citra

4.4. Pemrosesan Citra

Disini Sistem melakukan analisis citra menggunakan dua model deteksi yaitu HOG (*Histogram of Oriented Gradients*) untuk tubuh dan *Haar Cascade* untuk wajah. Hasilnya tidak hanya untuk menentukan keberadaan, tetapi juga untuk menghitung jumlah orang menggunakan heuristik cerdas, serta memberikan visualisasi kotak deteksi untuk setiap objek yang ditemukan..

Sistem tidak lagi hanya mendeteksi keberadaan (ya/tidak), tetapi setelah kedua model deteksi dijalankan, jumlah orang diestimasi dengan mengambil angka terbesar antara jumlah tubuh dan wajah yang terdeteksi untuk menghindari penghitungan ganda. Sistem kemudian menggambar kotak merah (untuk tubuh) dan hijau (untuk wajah) secara *real-time* untuk memberikan bukti visual dari setiap deteksi.

```
# Menjalankan kedua model deteksi
humans, _ = hog.detectMultiScale(roi)
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray_roi, scaleFactor=1.1, minNeighbors=5)

# Logika menghitung orang dengan mengambil nilai maksimum
person_count = max(len(humans), len(faces))

# Menggambar kotak merah untuk setiap deteksi "Manusia"
for (hx, hy, hw, hh) in humans:
    cv2.rectangle(display_frame, (x+hx, y+hy), (x+hx+hw, y+hy+hh), (0, 0, 255), 2)

# Menggambar kotak hijau untuk setiap deteksi "Wajah"
for (fx, fy, fw, fh) in faces:
    cv2.rectangle(display_frame, (x+fx, y+fy), (x+fx+fw, y+fy+fh), (0, 255, 0), 2)
```

Potongan kode menampilkan tahapan Pemrosesan Citra

4.5. Optimasi Sistem

Optimasi dalam sistem ini berfokus pada penalaran waktu untuk menyaring hasil deteksi, memastikan status yang ditampilkan stabil dan hanya dipicu oleh aktivitas yang signifikan, bukan oleh gerakan sesaat. Sebuah deteksi harus bertahan secara konsisten selama 60 detik untuk dapat mengubah status ruangan menjadi “TERISI”, yang secara efektif mereduksi *false positive*. Sistem akan memberikan toleransi 5 detik jika target hilang dari pandangan, mencegah status “berkedip” dan membuat sistem lebih akurat.

```
# Konfigurasi ambang batas waktu untuk optimasi
MIN_DURATION = 60
GRACE_PERIOD = 5

# Logika optimasi dalam loop utama
if human_detected:
    last_detection_time = current_time
    if presence_start is None: presence_start = current_time
elif last_detection_time and (current_time - last_detection_time >=
GRACE_PERIOD):
    presence_start = None

# Status “TERISI” hanya aktif jika durasi deteksi terpenuhi
new_status = 1 if presence_start and (current_time - presence_start) >=
MIN_DURATION else 0
```

Potongan kode menampilkan tahapan Optimasi Sistem

4.6. Evaluasi Sistem

Sebuah skrip terpisah, `evaluate.py`, disediakan untuk melakukan evaluasi kinerja sistem secara kuantitatif dan otomatis. Skrip ini mengukur seberapa akurat logika deteksi saat diuji pada dataset video berlabel. Dengan memproses video uji, skrip ini membandingkan setiap prediksi sistem dengan status yang sebenarnya (*ground truth*) untuk menghitung metrik standar industri seperti *precision* dan

recall. Skrip ini juga secara otomatis menyimpan *frame-frame* di mana terjadi kesalahan deteksi untuk mempermudah analisis kualitatif.

```
PS E:\Kuliah\Skripsi\program\evaluate> python evaluate.py
[INFO] Memuat model deteksi...
[INFO] Memuat data ground truth...
[INFO] Memulai proses evaluasi untuk 853 frame...
> Frame 852/853 | Aktual: 0 | Prediksi: 0
[INFO] Evaluasi selesai.

--- HASIL EVALUASI SISTEM ---
Total Frame Diproses: 853
-----
True Positives (TP) : 26
False Positives (FP): 710
True Negatives (TN) : 117
False Negatives (FN): 0
-----
Precision : 0.04
Recall    : 1.00
F1-Score  : 0.07
```

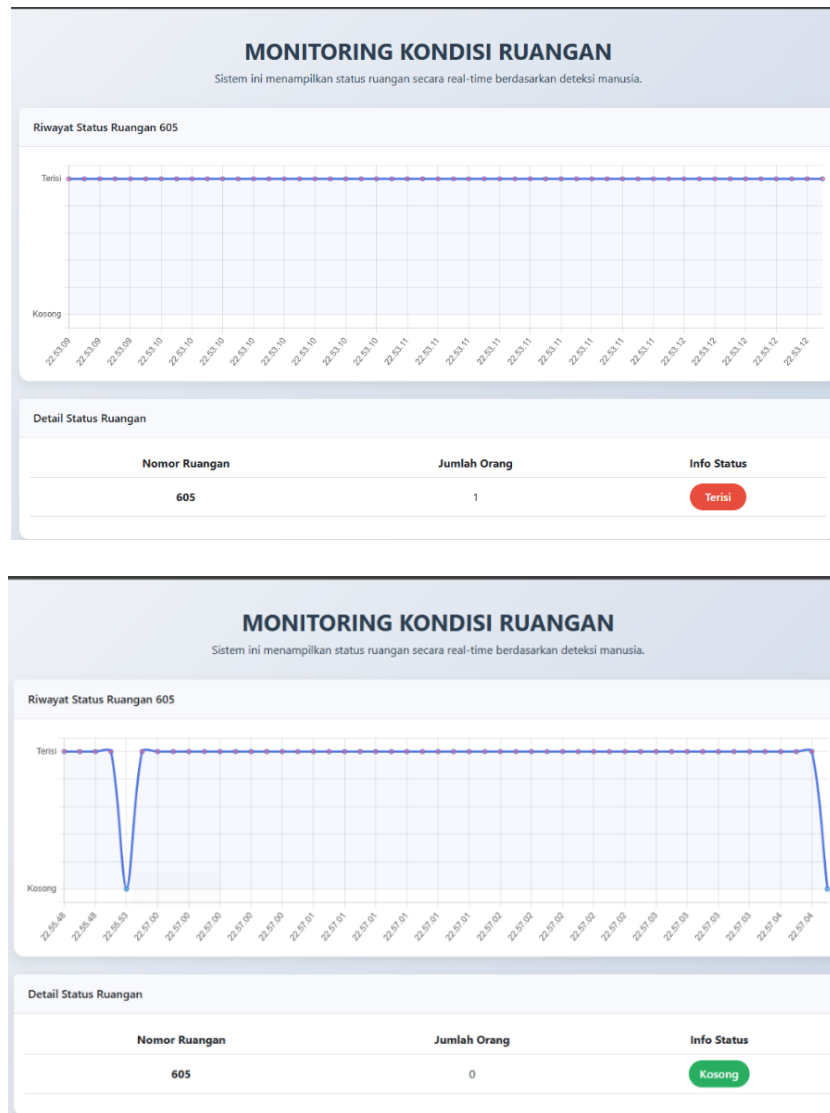
Gambar 4.2 Hasil Evaluasi

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan nilai *recall* yang didapatkan yaitu 1.00 dan *false negatives* = 0 berarti sistem Anda berhasil menemukan setiap *frame* yang seharusnya ada manusianya. Ini adalah pencapaian yang sangat baik dari segi sensitivitas. Tetapi nilai *precision* yang sangat rendah (0.04 atau 4%) dan *False Positives* (FP) = 710 adalah masalah utama. Ini berarti, dari semua deteksi “manusia” yang dibuat sistem, hanya 4% yang benar-benar akurat. Sistem Anda 710 kali salah mengira ada manusia di *frame* yang kosong. Ini dikarenakan kemungkinan kondisi spesifik pada video misalnya, pencahayaan, sudut kamera, atau objek di latar belakang yang membingungkan model.

4.7. Hasil Deteksi

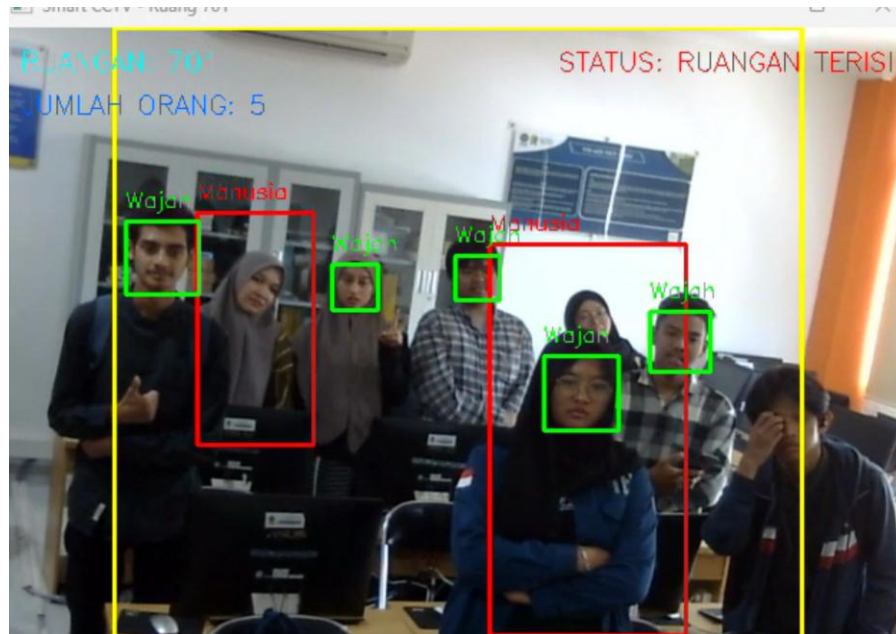
Output akhir dari sistem ini adalah status ruangan yang terukur, yang kemudian disimpan dan ditampilkan. Hasilnya monitoring akan di tampilkan dalam dasbor web seperti pada (gambar 4.3) yang menampilkan status ruangan. Dalam gambar bagian atas menampilkan grafik riwayat status ruangan.

Bagian bawah memberikan rincian status terkini untuk setiap ruangan yang dipantau, contohnya pada ruangan 605: Statusnya saat ini “Terisi” (ditandai dengan warna merah), dengan deteksi terakhir pada tanggal



Gambar 4.3 Halaman Monitoring

Ilustrasi pada Gambar 4.4 memperlihatkan tampilan antarmuka sistem dalam proses pendeteksian individu, di mana layar menampilkan data lingkungan ruangan secara interaktif, jumlah orang dan status ruangan. Untuk perhitungan jumlah orang di gunakan logika penghitungan `max()` dengan menghitung berapa tubuh dan wajah yang terdeteksi lalu mengambil angka terbesar antara jumlah tubuh dan wajah yang terdeteksi, pada gambar dapat dilihat tubuh terdeteksi 2 dan wajah terdeteksi 5 maka sistem akan menampilkan hasil yaitu 5. Dalam perhitungan *countdown* akan menghitung mundur dari 60 sampai 0 untuk merubah status yang mulanya jika “Ruangan Kosong” berwarna hijau akan berubah jika “Ruangan Terisi” menjadi berwarna merah.



Gambar 4.4 Tangkapan layar pada jendela video sistem ROI

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil dari tahapan desain, penerapan, dan analisis evaluatif sistem memberikan beberapa simpulan penting terkait efektivitas rancangan yang diterapkan:

1. Telah berhasil dibangun sebuah sistem monitoring ruangan yang menjadikan teknik *Region of Interest* (ROI) sebagai pilar utama untuk efisiensi dan akurasi. Sistem ini menerapkan ROI statis berbasis persentase yang secara otomatis memfokuskan analisis pada area tengah *frame* video, mengabaikan area periferal yang tidak relevan.
2. Implementasi ROI terbukti secara signifikan mengurangi beban komputasi sebuah sistem monitoring ruangan secara *real-time* yang mampu mendeteksi keberadaan manusia menggunakan kamera Webcam. Dengan membatasi area pemrosesan hanya pada bagian yang telah ditentukan yaitu 90% dari *frame*, sistem dapat menjalankan algoritma deteksi yaitu *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk mendeteksi tubuh manusia dan *Haar Cascade* untuk mendeteksi wajah.
3. Penerapan logika waktu yang cerdas yang mencakup MIN_DURATION (durasi minimum) dan GRACE_PERIOD (periode toleransi) terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas status. Logika ini berhasil mengurangi kesalahan akibat gerakan sesaat yang tidak signifikan dan mencegah status “berkedip”, sehingga hasil yang ditampilkan lebih praktis dan sesuai dengan kondisi nyata.

4. Penggunaan ROI secara efektif meningkatkan kualitas deteksi dengan cara meminimalisir potensi *false positive* yang berasal dari gangguan di luar area fokus. Gerakan atau perubahan cahaya di latar belakang yang tidak penting berhasil diabaikan, sehingga sistem hanya bereaksi terhadap aktivitas di dalam zona pantauan yang telah divalidasi.
5. Meskipun sukses dalam memfokuskan deteksi, metode ROI statis ini menunjukkan kelemahan fundamental: ia tidak mampu mengatasi gangguan visual yang ada *di dalam* area ROI itu sendiri. Nilai *False Positives* adalah 710 dan nilai *Precision* adalah 0.04 ini menunjukkan bahwa ROI hanya bertindak sebagai filter spasial, bukan filter kontekstual. Ia berhasil mengabaikan gangguan di luar zona, namun tidak bisa membantu model membedakan antara manusia dan objek membingungkan (seperti bayangan atau pantulan cahaya) di dalam zona tersebut.
6. Logika penghitungan `max()` berfungsi sesuai rencana dengan detektor tubuh membaca 2 dan wajah membaca 5, maka sistem akan menampilkan jumlah orang=5. Ini membuktikan bahwa logika `person_count = max(len(humans), len(faces))` bekerja dengan benar. Ia secara cerdas memilih hasil yang lebih akurat dari kedua metode deteksi.
7. Melalui studi kasus pada gambar multi-objek, dapat disimpulkan bahwa “pendekatan deteksi ganda terbukti efektif, di mana detektor wajah berhasil memberikan jumlah individu yang akurat saat detektor tubuh HOG mengalami kesulitan dalam memisahkan objek yang tumpang tindih”.
8. Arsitektur sistem yang terdiri dari skrip deteksi (`cctv.py`), server API (`server.py`), dan antarmuka web (`status.html`) mampu bekerja secara

terintegrasi. Data status dari setiap ruangan disimpan dalam database SQLite dan disajikan melalui dasbor web yang dinamis, memungkinkan pemantauan terpusat untuk beberapa ruangan sekaligus.

5.2. Saran

Penelitian ini masih menyisakan sejumlah keterbatasan yang memerlukan penyempurnaan serta pengembangan lanjutan agar hasilnya lebih optimal. Maka dalam pengembangan selajutnya penulis memiliki beberapa saran:

1. Mengganti HOG dan Haar Cascade dengan model deteksi objek modern seperti YOLO (*You Only Look Once*) atau SSD. Model-model ini dilatih pada dataset yang jauh lebih besar dan beragam, sehingga memiliki kemampuan pemahaman konteks yang jauh lebih baik untuk membedakan manusia dari objek lain yang membingungkan.
2. mengembakan lebih lanjut dengan menambahkan fitur seperti Autentikasi untuk admin dan konfigurasi ROI melalui antarmuka web, Notifikasi melalui WhatsApp/Email, Streaming video langsung ke web, Deteksi objek tambahan seperti tas, senjata, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, A., M, M. R. G., & Yuliza, Y. (2014). Rancangbangun dan Analisa Cctv Online Berbasis Raspberry Pi. *SINERGI*, 18(2), 105–110.
- Agustina Linda, S. (2005). *Penerapan Region of Interest (ROI) pada Metode Kompresi JPEG2000*. 1–14.
- Alauddin, R. A., & Usrah, I. (2024). Sistem Penghitung Otomatis Jumlah Orang Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things. *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal Of Innovation Technology)*, 5(1), 1–5.
- Andono, P. N., T.Sutojo, & Muljono. (2018). *Pengolahan Citra Digital* (A. Pramesta, Ed.). ANDI.
- Anggraeny, F. T., Rahmat, B., & Pratama, S. P. (2020). Deteksi Ikan Dengan Menggunakan Algoritma Histogram of Oriented Gradients. *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput*, 15(2), 114.
- Anzari, Y., Novriadi, F., Rahmawati, N., Aktan, R. N., Aminuddin, F. H., & Djauhari, T. (2024). DETEKSI OBJEK REAL TIME DENGAN YOLOV4-TINY DAN ANTARMUKA GRAFIS MENGGUNAKAN OPENCV PYTHON. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 3(6), 2711–2727.
- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library* (M. Loukides, Ed.; 1st ed.). O'Reilly.
- Buana, I. K. S. (2018). *Aplikasi untuk pengoprasian komputer dengan mendeteksi gerakan menggunakan opencv python*.
- Falah, R. F., Nurhayati, O. D., & Martono, K. T. (2016). Aplikasi pendeteksi kualitas daging menggunakan segmentasi region of interest berbasis mobile. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(2), 333–343.
- Hendrizar, S. (2023). Penentuan Region Of Interest (ROI) Untuk Menghitung Jumlah Kendaraan Pada Jalan Raya Menggunakan Frame Substracion. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi*, 2(2), 455–460.
- Husain, A., Ariyanti, F., & Sinudarwati, S. (2016). Perancangan Database Relational Pada Toko Buku Online. *Journal Cerita*, 2(2), 133–141.
- Jeong, C. Y., Han, S. W., Choi, S. G., & Nam, T. Y. (2006). An objectionable image detection system based on region of interest. *2006 International Conference on Image Processing*, 1477–1480.
- Kirana, K. C. (2021). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Penerapan Pengolahan Citra Digital pada Deteksi Wajah* (A. H. Nadana, Ed.; 1st ed.).
- Lestari, J., & Gata, G. (2011). Webcam monitoring ruangan menggunakan sensor gerak PIR (Passive Infra Red). *Bit (Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur)*, 8(2).
- Osberger, W. M., & Rohaly, A. M. (2001). Automatic detection of regions of interest in complex video sequences. *Human Vision and Electronic Imaging VI*, 4299, 361–372.
- Pratomo, A. H., Kaswidjanti, W., & Mu'arifah, S. (2020). Implementasi Algoritma Region of Interest (ROI) Untuk Meningkatkan Performa Algoritma Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7, 155–162.
- Prayoga, J., Sinurat, S., Rachman, A., Carolina, I., Jumaryadi, Y., Frieyadie, Irmayana, A., Supriyatna, A., Pasnur, Meilani, B. D., & Munawarah. (2023). *Sistem Basis Data* (M. Syahrizal, Ed.; 1st ed.). CV. Graha Mitra Edukasi.
- Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., KhairI, H., Prahmana, G., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). *PYTHON : DASAR DAN PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBJEK* (1st ed.). TAHTA MEDIA GROUP.

- Rochmawati, D. R. (2024). DETEKSI WAJAH DENGAN METODE HAAR CASCADE MENGGUNAKAN OPENCV (FACE DETECTION WITH HAAR CASCADE METHOD USING OPENCV). *Jurnal Teknologi Komputer Dan Informatika*, 3(1).
- Rosid, J., Sakti, D. M., Murti, W. S., & Kurniasari, A. (2022). Face recognition dengan metode Haar Cascade dan Facenet. *Indonesian Journal of Data and Science*, 3(1), 30–34.
- Santoso, A. B. (2022). *PEMROGRAMAN WEB PHP DASAR DATABASE MYSQLI DENGAN BOOTSTRAP* (N. Rismawati, Ed.; 1st ed.). WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG .
- Sumijan, & Purnama, P. A. W. (2021). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Penerapan dalam Bidang Citra Medis* (S. J. Insani & Y. Alhidayah, Eds.). INSAN CENDEKIA MANDIRI.
- Tiwari, S., & Kaushik, S. (2012). Extracting region of interest (roi) details using lbs infrastructure and web-databases. *2012 IEEE 13th International Conference on Mobile Data Management*, 376–379.
- Vu, K., Hua, K. A., & Tavanapong, W. (2003). Image retrieval based on regions of interest. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15(4), 1045–1049.
- Widiyanto, D. (2020). Tinjauan Algoritma RoI (Region of Interest) dengan Metode Pengembangan Otsu dan Klasterisasi K-Mean; Hasil dan Tantangannya. *JURNAL INFORMATIK*, 16, 75–86.
- YULIANI, F. (2022). *Analisis Dan Implementasi Object Tracking Pada Kamera Webcam Dengan Image Processing Menggunakan Metode Mean Shift*.