

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Penelitian Terkait

Tinjauan pustaka dapat berisi tentang kerangka *konseptual* maupun landasan teori yang menjadi penguat ataupun pijakan ketika melakukan penelitian. Dalam penelitian ini ada beberapa penelitian sebelumnya tentang pengolahan *citra* terutama yang berkaitan dengan deteksi gerakan.

Penelitian sebelumnya tentang deteksi gerakan video CCTV dengan YOLO membahas pengembangan sistem berbasis algoritma YOLO (You Only Look Once) untuk mendeteksi objek manusia secara real-time dari rekaman CCTV. Proses penelitian melibatkan pengumpulan dataset yang relevan, pelatihan model menggunakan YOLOv8, dan pengujian akurasi terhadap data uji. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengawasan video dengan mendeteksi hanya objek manusia, mengurangi beban penyimpanan rekaman. Hasil uji menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata mencapai 92% pada berbagai kondisi video. Faktor seperti sudut kamera dan resolusi video memengaruhi hasil deteksi. Metode ini menunjukkan kecepatan dan efisiensi tinggi dibandingkan teknik lain meski masih menghadapi tantangan dalam mendeteksi objek kecil atau berdekatan (Efendi, 2024)

Penelitian selanjutnya membahas pengembangan sistem keamanan berbasis teknologi pengenalan wajah (face recognition) dan deteksi gerak (motion detection). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi sistem CCTV

konvensional yang boros memori dan kurang responsif. Metode utama yang digunakan adalah Haar Cascade Classifier, yang mampu mengenali wajah yang didaftarkan ke dalam basis data. Fungsi utamanya meliputi identifikasi wajah terpercaya dengan tanda hijau dan wajah asing dengan tanda merah. Jika wajah asing terdeteksi, sistem merekam kejadian, menyimpan data, dan mengirim notifikasi ke aplikasi Telegram secara real-time. Proses pengembangan menggunakan Python dengan pustaka seperti OpenCV dan NumPy. Akurasi deteksi sangat bergantung pada kualitas kamera yang digunakan, dengan hasil terbaik diperoleh dari kamera eksternal. Sistem ini menunjukkan keberhasilan yang tinggi dalam mendeteksi wajah asing, sekaligus menawarkan solusi hemat memori melalui perekaman berbasis event (Peling *dkk.*, 2024).

Penelitian selanjutnya bertujuan untuk mengidentifikasi pergerakan objek pada video. Metode Frame Difference bekerja dengan menghitung selisih antar frame berturut-turut, sementara Frame Subtraction membandingkan setiap frame dengan latar belakang yang telah ditentukan sebelumnya. Kedua algoritma ini efektif untuk mendeteksi perubahan gerakan dalam kondisi video statis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Frame Difference menghasilkan performa yang cepat dengan waktu eksekusi sekitar 0,36 detik, sedangkan Frame Subtraction memberikan akurasi deteksi lebih tinggi dalam kondisi lingkungan yang kompleks. Implementasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB, dan kinerja algoritma dievaluasi berdasarkan parameter akurasi, presisi, dan waktu eksekusi. Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis analisis frame adalah solusi yang efisien untuk sistem keamanan berbasis video (Yuha *dkk.*, 2019).

Penelitian selanjutnya menjelaskan tentang pengembangan sistem pendeteksian api berbasis pengolahan citra dengan metode segmentasi warna. Sistem ini memanfaatkan teknologi kamera pengawas (CCTV) untuk mendeteksi keberadaan api secara real-time dengan menganalisis karakteristik warna khas api. Proses deteksi dilakukan dengan menerapkan metode peningkatan kualitas gambar (image enhancement) yang kemudian dikombinasikan dengan segmentasi warna untuk memisahkan area api dari latar belakang. Sistem juga dirancang untuk mengidentifikasi jumlah objek api yang terdeteksi serta lokasi pusat objek tersebut. Pengujian menunjukkan bahwa akurasi sistem mencapai hingga 98% dalam kondisi pencahayaan malam hari, dengan kesalahan deteksi minimal yang sebagian besar disebabkan oleh pantulan cahaya dari benda mengkilap di sekitarnya. Implementasi seperti ini sangat berguna untuk meningkatkan deteksi dini kebakaran, yang dapat membantu meminimalkan kerugian materi dan menyelamatkan nyawa manusia (Amelia, 2023).

Penelitian yang terakhir membahas penerapan algoritma Sobel untuk mendeteksi gerakan melalui analisis perubahan piksel antara frame pada video. Sistem ini menggunakan perbedaan nilai piksel antara frame saat ini dan frame sebelumnya sebagai indikator keberadaan gerakan. Algoritma Sobel diterapkan dalam berbagai kondisi pencahayaan, seperti terang, redup, dan gelap, serta diuji di lingkungan dalam dan luar ruangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki kinerja terbaik dalam kondisi gelap dengan nilai *F1 Score* tinggi hingga 0,89, sedangkan kondisi terang dan redup menghasilkan nilai yang sedikit lebih rendah. Pengukuran dilakukan menggunakan parameter seperti *True Positive*

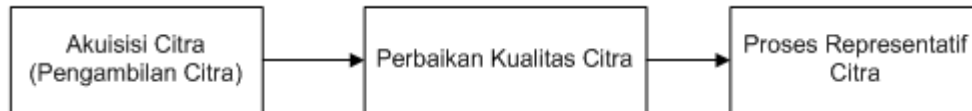
Rate (TPR), *False Negative Rate* (FNR), dan *Percentage Correct Classification* (PCC) untuk mengevaluasi akurasi dan efektivitas sistem. Studi ini menekankan pentingnya penyesuaian parameter untuk mencapai performa optimal dalam skenario yang berbeda (Fadhli, 2017)

2.2 Image Processing

Studi ilmiah tentang bagaimana gambar dibuat, diubah, dan ditafsirkan untuk menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia dikenal sebagai pemrosesan gambar digital. Pemrosesan gambar adalah pemrosesan gambar, terutama jika melibatkan penggunaan komputer untuk membuat gambar yang lebih baik. Di sisi lain, gambar didefinisikan sebagai representasi dari suatu objek atau tiruan objek. (Siaulhak, dkk 2021). Gambar digital adalah gambar yang telah direpresentasikan secara digital, artinya terdiri dari sekelompok piksel, yang merupakan elemen gambar individu terkecil. Pemrosesan gambar adalah sistem di mana gambar digunakan sebagai input dan output, masing-masing, juga merupakan gambar. (Yovi Apridiansyah, dkk 2023).

Pengolahan citra (image processing) merupakan bidang ilmu yang berfokus pada analisis dan manipulasi gambar digital untuk meningkatkan kualitas atau mengekstrak informasi yang berguna (Jumadi, Yupianti dan Sartika, 2021). Proses ini melibatkan berbagai teknik, termasuk peningkatan citra (image enhancement), restorasi citra (image restoration), segmentasi (segmentation), dan pengenalan pola (pattern recognition). Salah satu tujuan utama pengolahan citra adalah mengubah representasi visual menjadi bentuk yang lebih bermakna bagi manusia atau mesin.

Gambar 2.1 menyajikan diagram sederhana dalam pengolahan citra digital.



Gambar 2.1 Alur pemrosesan dalam pengolahan citra

2.3 Deteksi Gerakan

Deteksi gerak pada kamera pengawasan CCTV didasarkan pada beberapa teori utama dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer. Salah satu landasan utamanya adalah background subtraction dengan kalman filter, di mana sistem membandingkan frame saat ini dengan model latar belakang (background model) untuk mengidentifikasi perubahan yang menandakan gerakan. Metode ini efektif dalam lingkungan statis, tetapi dapat terganggu oleh perubahan pencahayaan atau bayangan. Pendekatan lain adalah frame differencing, yang menghitung perbedaan antara dua atau tiga frame berurutan untuk mendeteksi area yang berubah. Selain itu, optical flow digunakan untuk menganalisis pergerakan piksel antar frame berdasarkan vektor kecepatan dan arah, meskipun metode ini memerlukan komputasi yang lebih intensif.

Teknik-teknik modern juga menggabungkan pembelajaran mesin, seperti Convolutional Neural Networks (CNN), untuk meningkatkan akurasi deteksi dengan mempelajari pola gerakan dari data latih. Kombinasi dari berbagai metode ini memungkinkan sistem CCTV membedakan antara gerakan objek relevan (seperti manusia atau kendaraan) dan noise, sehingga meningkatkan keandalan pengawasan.

2.4 CCTV

Deteksi gerakan pada kamera pengawasan CCTV dapat ditingkatkan dengan menggunakan Kalman Filter, sebuah algoritma prediksi berbasis matematika yang optimal untuk sistem linier dengan noise Gaussian. Kalman Filter bekerja dengan memprediksi posisi objek bergerak berdasarkan model dinamik sebelumnya, kemudian melakukan koreksi menggunakan pengamatan aktual dari frame video. Dalam konteks CCTV, metode ini membantu mengurangi noise, mengkompensasi gangguan seperti perubahan pencahayaan, serta melacak objek yang bergerak secara lebih stabil bahkan saat terjadi oklusi (tertutup sebagian).

Kalman Filter terdiri dari dua tahap utama: prediksi (memperkirakan posisi berikutnya berdasarkan kecepatan dan arah gerakan sebelumnya) dan update (menyesuaikan prediksi dengan data pengamatan terbaru). Dengan pendekatan ini, sistem dapat membedakan gerakan nyata dari false alarm serta meningkatkan akurasi pelacakan objek dalam waktu nyata. Implementasi Kalman Filter sering dikombinasikan dengan metode deteksi gerakan lain seperti background subtraction atau optical flow untuk hasil yang lebih robust dalam berbagai skenario pengawasan.

2.5 Segmentasi

Segmentasi adalah proses memecah gambar menjadi beberapa wilayah sesuai dengan seberapa mirip atributnya. Nama lain untuk proses pemisahan gambar menjadi beberapa komponen atau objek adalah segmentasi. Dalam pemrosesan gambar digital, segmentasi bukanlah satu langkah. Meskipun

demikian, segmentasi merupakan langkah penting dalam pemrosesan gambar digital. (Effendi, Fitriyah dan Effendi, 2017).

Segmentasi merupakan tahap kritis dalam deteksi gerak pada sistem CCTV, di mana objek yang bergerak dipisahkan dari latar belakang untuk analisis lebih lanjut. Teknik segmentasi dapat dikategorikan ke dalam pendekatan berbasis piksel, region-based, dan kontur (Yuha *dkk.*, 2019). Segmentasi merupakan proses pemisahan objek foreground (yang bergerak) dari background (latar belakang statis) dalam suatu citra atau video, dan merupakan tahap kritis dalam deteksi gerak pada sistem CCTV (Pangaribuan, 2019). Background subtraction adalah salah satu metode segmentasi yang paling umum digunakan karena efisiensinya dalam memisahkan objek bergerak dengan memodelkan latar belakang dan membandingkannya dengan frame baru. Metode ini bekerja dengan asumsi bahwa latar belakang relatif stabil, sehingga perubahan signifikan pada piksel dapat diidentifikasi sebagai gerakan (Sulastriani, 2022)

2.6 Thresholding

Thresholding merupakan teknik fundamental dalam pemrosesan citra untuk deteksi gerak pada sistem CCTV yang berfungsi untuk mengkonversi citra ke dalam bentuk biner dengan memisahkan objek bergerak (foreground) dari latar belakang (*background*) berdasarkan nilai ambang (*threshold*) tertentu. Metode ini bekerja dengan membandingkan setiap nilai piksel pada citra difference (hasil pengurangan antara *frame* saat ini dengan *background* model) dengan suatu nilai *threshold* (Orisa dan Hidayat, 2019)

Dalam penelitian ini nantinya proses thresholding berperan dalam mendeteksi objek bergerak dengan proses input dari video original dikonversi menjadi hitam putih dimana objek yang bergerak akan terlihat dengan jelas.



Gambar 2.2 Thresholding

2.7 Metode Kalman Filter

Kalman Filter merupakan algoritma prediktif yang banyak diaplikasikan dalam pemrosesan citra untuk meningkatkan akurasi pelacakan objek bergerak pada sistem pengawasan CCTV. Algoritma ini bekerja secara rekursif melalui dua tahap utama, yaitu prediksi dan koreksi, yang memanfaatkan model dinamika sistem serta data pengukuran terkini. Dalam konteks deteksi gerakan, Kalman Filter membantu meminimalkan noise dan ketidakpastian dengan cara memprediksi posisi objek di frame berikutnya berdasarkan kecepatan dan arah pergerakan sebelumnya, lalu melakukan pembaruan estimasi ketika data aktual dari deteksi objek tersedia. Metode kalaman filter bekerja dalam dua tahap utama. Pertama, prediksi: Memperkirakan state berikutnya berdasarkan model dinamika sistem. Kedua, koreksi (Update): Memperbarui estimasi menggunakan pengukuran baru yang mengandung noise (Rudianto, Syafwann dan Sy, 2024).

Salah satu keunggulan utama Kalman Filter adalah kemampuannya beroperasi secara efisien dalam pemrosesan real-time, menjadikannya ideal untuk sistem CCTV yang membutuhkan respons cepat. Algoritma ini juga dapat dikombinasikan dengan teknik deteksi gerakan seperti background subtraction atau optical flow untuk menghasilkan pelacakan yang lebih stabil (Suheryadi *dkk.*, 2018). Namun, tantangan seperti oklusi atau perubahan pencahayaan dapat memengaruhi kinerjanya, sehingga sering kali diintegrasikan dengan pendekatan berbasis deep learning seperti SORT atau DeepSORT untuk meningkatkan ketahanan sistem. Dengan optimasi yang tepat, Kalman Filter mampu memberikan solusi andal dalam pelacakan objek dinamis, menjadikannya salah satu metode yang banyak diadopsi dalam pengembangan sistem keamanan berbasis komputer visi.

2.8 Matlab 2017b

Bahasa pemrograman matematika tingkat lanjut, Matlab adalah program untuk analisis numerik dan komputasi yang merupakan produk komersial dari Mathworks, Inc. Pada matlab melibatkan pemrosesan aljabar linier dan perhitungan matematika lainnya, Matlab telah berkembang menjadi program yang sangat membantu. Selain itu, Matlab menyertakan banyak fungsi bawaan yang sangat berguna saat menangani tugas yang melibatkan angka yang biasanya menantang, terutama yang melibatkan perhitungan numerik berbasis matriks. (Muhamad Fatwa, *dkk* 2022).

2.9 Jumlah Data

Dalam penelitian ini data diperoleh dari beberapa lokasi titik CCTV yang berada di lingkungan Fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Lingkungan perumahan Jl. RE Martadinata 02 RT 27 RW 05 No. 70, CCTV yang berada diwarung JL. Martadinata Pagar Dewa Selebar RT 26 RW 05, dan CCTV playtasion yang berada di ruko Jl. Depati Payung Negara Selebar. Dari keempat titik lokasi tersebut akan diambil sampel video masing masing 5 video, jadi dengan keempat titik lokasi tersebut jumlah sampel data yang akan dijadikan objek penelitian sebanyak 20 sampel data video.

2.10 Perhitungan

Dengan menghitung akurasi penelitian ini, keakuratan program dalam mendeteksi gerakan pada video CCTV. Perhitungan yang digunakan, khususnya Precision, Recall, dan Accuracy Precision, mewakili tingkat akurasi antara informasi yang diinginkan dan hasil yang dihasilkan oleh sistem. Tingkat penarikan adalah tingkat keberhasilan sistem dalam mendapatkan data kembali. Di sisi lain, akurasi mengukur seberapa benar hasil klasifikasi terhadap kenyataan (Yunita, 2022).