

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang masalah

Kebutuhan akan informasi memang sangat penting jika bisa digunakan dengan baik untuk tujuan tertentu. Tidak terkecuali informasi jumlah orang. Informasi jumlah orang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, misalnya untuk keperluan bisnis, pengawasan (*surveillance*) dan keamanan, serta kamera cerdas yang membantu otomatisasi. Untuk keperluan bisnis misalnya, informasi jumlah orang dapat digunakan sebagai bahan menganalisis pengunjung toko sehingga bisa membantu pengambilan kebijakan oleh pemilik toko. Banyaknya CCTV yang dimiliki pemerintah di tempat-tempat umum, dapat digunakan untuk menggali informasi jumlah orang sehingga informasi tersebut dapat digunakan sebagai alat menentukan lokasi yang tepat untuk pemasangan iklan. Informasi ini juga bisa digunakan untuk aplikasi pengawasan CCTV. Pada proses perekaman CCTV, dilakukan pemberian tanda pada tiap *frame* hasil perekamannya. Penanda ini merupakan indikator bahwa pada saat *frame* tertentu terdapat aktifitas pergerakan. Dalam hal ini, *people counting* dapat diimplementasikan sehingga pertanda tersebut juga mengandung informasi jumlah orangnya. *People counting* dapat diimplementasikan pada kamera cerdas yang digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk menciptakan saklar lampu otomatis yang menyala terang ketika ada orang di dalamnya, atau pengatur suhu ruangan berdasarkan jumlah orang yang sedang berada dalam ruangan tersebut, maupun digunakan pada lampu merah penyebarangan orang yang otomatis akan berganti tanda bila sudah ada banyak orang yang akan menyeberang jalan [2-4, 9, 11, 15, 21-22, 25-28].

Karena banyak manfaat yang bisa didapatkan dari informasi jumlah orang ini, maka penelitian ini sangat penting untuk dilakukan di negara kita sebagai langkah menuju negara maju. Untuk itu, dalam tugas akhir ini, penulis meneliti, menerapkan dan menganalisis sistem penghitung orang otomatis sehingga bisa dikembangkan untuk berbagai keperluan seperti yang telah disebutkan.

Penghitungan orang digolongkan menjadi dua kategori masalah yaitu *Line of Interest* (LOI) dan *Region of Interest* (ROI). LOI merupakan cara menghitung orang yang melintasi garis dalam durasi waktu tertentu seperti pada [3] yang menggunakan beberapa garis bayangan dalam menghitung orang dan [4] yang dapat menghitung dengan membedakan dua arah pergerakan orang. Sedangkan untuk tujuan mengetahui jumlah orang pada sebuah area pada setiap saat, ini yang dimaksud dengan ROI seperti yang dilakukan pada [15, 22, 25, 27]. Pada tugas akhir ini, penghitungan orang dilakukan berdasarkan masalah pada kategori yang kedua, yaitu ROI.

Awalnya, tiap *frame* akan diekstraksi *foreground*-nya yang merupakan piksel-piksel putih yang menunjukkan adanya benda yang bergerak pada *background*. Dalam hal ini, yang bergerak adalah manusia. Kemudian penghitungan orang dikembangkan dengan cara estimasi yang dikembangkan dari perhitungan sederhana, yaitu jumlah piksel *foreground* dibagi dengan jumlah piksel untuk satu orang.

Permasalahan yang muncul dalam penghitungan orang ini adalah seringkali bayangan orang terdeteksi sebagai *foreground*. Padahal, penghitungan akan lebih

akurat jika ekstraksi *foreground*-nya baik, misalkan bayangan dari orang sudah bisa dihilangkan dan tidak dikenali sebagai *foreground* lagi. Dengan kata lain, *foreground* yang diekstrak benar-benar murni objek orang itu sendiri.

Permasalahan kedua yaitu permasalahan perspektif. Orang yang jauh dari kamera akan terlihat lebih kecil daripada orang yang dekat dengan kamera. Sehingga penghitungan orang tidak bisa akurat jika hanya dengan cara sederhana, yaitu piksel *foreground* dibagi dengan jumlah piksel satu orang.

Kedua permasalahan di atas, yaitu penghilangan bayangan dan perspektif menjadi permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini. Untuk ekstraksi *foreground* digunakan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) yang sangat adaptif dalam menangani masalah perubahan lingkungan dinamis. Kemudian digunakan metode tambahan pada GMM untuk menghilangkan piksel bayangan. Untuk melakukan penghitungan orang, dilakukan metode dengan pendekatan energi potensial untuk menyelesaikan masalah perspektif.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *Gaussian Mixture Model* yang disertai dengan metode penghilangan bayangan.
2. Bagaimana mengimplementasikan Pendekatan Energi Potensial dalam penghitungan orang.
3. Menganalisis bagaimana performansi *Gaussian Mixture Model* dan penghapus bayangan jika digunakan dalam penghitungan orang menggunakan metode Pendekatan Energi Potensial.
4. Bagaimana menguji dan menganalisis hasil kerja sistem berdasarkan akurasi ketepatan menghitung orang dan waktu pemrosesannya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek manusia yang terdeteksi dalam video harus selalu bergerak, tidak berhenti.
2. Pada pengujian, tidak ada objek bergerak lain selain manusia yang sedang berjalan dengan tidak sedang menggunakan payung, berkendara, dan atau membawa barang yang sangat besar misalnya seperti papan tulis, lemari, dan barang-barang yang membuat hasil *foreground* lebih besar daripada objek orang itu sendiri. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan analisis.
3. Perekaman video dilakukan pada siang hari dengan inputan berupa video yang diambil menggunakan webcam dengan warna RGB dan resolusi sebesar 320 x 240 piksel.
4. Menggunakan library openCV dan IDE Qt.

1.4 Tujuan

1. Mengimplementasikan metode ekstraksi *foreground* menggunakan *Gaussian Mixture Model* dan penghilang bayangan serta menganalisis parameter-parameternya.
2. Mengimplementasikan metode Pendekatan Energi Potensial dalam penghitungan orang dan menganalisis parameternya.

3. Menganalisis hasil kerja apakah metode yang digunakan memiliki performansi yang bagus dalam melakukan penghitungan orang, diukur dari akurasi dan waktu pemrosesan dalam penghitungan orang.

1.5 Hipotesis

Hipotesa awal adalah *Gaussian Mixture Model* dapat mengatasi masalah perubahan lingkungan yang adaptif, seperti perubahan intensitas cahaya. Tetapi, GMM masih mengenali bayangan sebagai *foreground*. Seharusnya bayangan perlu dihilangkan supaya *foreground* yang dijadikan penghitungan orang benar-benar dari *foreground* objek itu sendiri sehingga dapat mencegah kesalahan dalam menganalisis. Dengan menambahkan metode penghilang bayangan, maka bayangan benda dapat dihilangkan. Setelah itu, akan dihasilkan ekstraksi *foreground* yang presisi sehingga penghitungan orang pun akan menjadi lebih akurat pada kondisi terdapat bayangan. Hipotesis penulis adalah akurasi rata-rata sistem ini lebih dari 90% dan waktu eksekusinya kurang dari 0,066 detik (periode satu *frame* pada video 15 *fps*) sehingga dapat dikatakan *real time*.

1.6 Metodologi penyelesaian masalah

1.6.1 Studi pustaka

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pembelajaran berbagai sumber referensi yang terkait dengan metode yang digunakan, diantaranya sebagai berikut:

- a. Pencarian referensi tentang metode-metode dalam menyelesaikan masalah penghitung orang (*people counting*).
- b. Pencarian referensi energi potensial dari segi fisika maupun informatika
- c. Pencarian referensi tentang GMM.
- d. Pencarian referensi tentang cara menghilangkan bayangan pada fitur hasil ekstraksi GMM.

1.6.2 Analisis kebutuhan dan algoritma dari model yang digunakan

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait dengan perancangan algoritma sistem dengan *foreground extraction* menggunakan GMM serta penghilang bayangannya dan dengan pendekatan energi potensial dalam penghitungan orang beserta perancangan *hardware*-nya. Berikut ini kegiatan analisis yang harus dipenuhi:

- a. Menganalisis bagaimana penggunaan GMM serta penghilang bayangannya dan Pendekatan Energi Potensial
- b. Membahas tentang analisis dan kebutuhan parameter-parameter, data-data, dan peralatan *hardware* yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem ini.

1.6.3 Perancangan sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem menggunakan GMM serta penghilang bayangan sebagai *foreground extraction*-nya dan pendekatan energi potensial untuk menghitung jumlah orang. Sistem dirancang supaya bisa bekerja secara *real-time* dan juga dapat bekerja sebaliknya untuk pengujian menggunakan data video.

1.6.4 Implementasi sistem

Pada tahap ini dilakukan implementasi sistem menggunakan GMM serta penghilang bayangan sebagai *foreground extraction*-nya dan pendekatan energi potensial dengan menggunakan bahasa pemrograman yang bisa menyelesaikan permasalahan secara real-time maupun dengan data video.

1.6.5 Pengujian dan analisis hasil

Pada tahap ini dilakukan pengujian menggunakan data video yang sudah dibuat sebelumnya lalu menganalisis hasil yang diperoleh berdasarkan acuan perumusan masalah dan tujuan penelitian.

1.6.6 Penyusunan laporan tugas akhir.

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan laporan tugas akhir sesuai dengan panduan dan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan oleh institusi, yang berfungsi sebagai dokumentasi apa yang selama ini telah dikerjakan.