

BAB III

USULAN PENJEJAKAN WAJAH DAN PENGHITUNGAN PENGUNJUNG DENGAN JARAK EUCLIDIAN DAN TEORI PENGUKURAN FUZZY

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metode penjejukan pengunjung yang akan digunakan pada sistem yang akan dikembangkan. Informasi dari penjejukan pengunjung sangat penting untuk mengambil keputusan apakah pengunjung tersebut memasuki ruangan atau tidak. Proses penjejukan pengunjung menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu metode Euclidian dan metode pengukuran *Fuzzy*.

3.1 FUNGSI DETEKSI WAJAH

Untuk dapat melakukan penghitungan pengunjung, harus dilakukan proses penjejukan pada pengunjung yang terekam. Proses penjejukan dapat dilakukan bila informasi lokasi dan kecepatan pergerakan dari pengunjung diperoleh. Untuk mendapatkan informasi tersebut, dibutuhkan proses deteksi objek, dalam hal ini objek tersebut adalah wajah manusia.

Yang akan dilakukan untuk mendeteksi keberadaan pengunjung, diputuskan untuk mendeteksi bagian wajah pengunjung sebagai acuan. Pendeteksian wajah dilakukan karena wajah merupakan bagian yang dianggap dapat merepresentasikan manusia [8]. Disamping itu fungsi pendeteksi wajah, yang menggunakan basis data

wajah hasil pelatihan dengan menggunakan algoritma *adaptive boosting*, memiliki kinerja yang baik.

Sistem Penghitung Pengunjung menerima masukan berupa video. Video merupakan gambar bergerak (setiap gambar dikenal dengan istilah *frame*), sehingga proses pendeteksian wajah akan dilakukan pada setiap *frame*. Dengan melakukan pendeteksian wajah dapat diperoleh informasi berupa letak koordinat wajah pada *frame* dan ukuran wajah [14]. Kedua informasi ini dibutuhkan untuk melakukan penjejakan pengunjung.

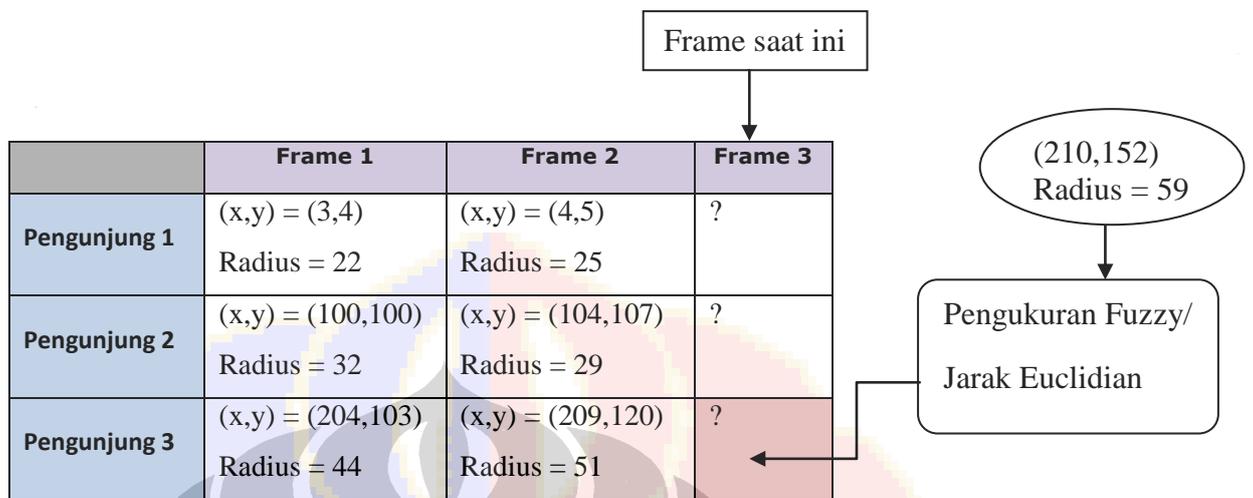
3.2 PENJEJAKAN WAJAH

Proses penjejakan adalah proses untuk mengikuti pergerakan seorang pengunjung dari satu *frame* ke *frame* lainnya. Karena informasi dari pengunjung yang didapatkan adalah letak koordinat piksel wajah dan ukuran radius wajah, maka proses penjejakan akan dilakukan pada bagian wajah.

Untuk dapat menjejaki wajah, perlu ditentukan apakah suatu wajah yang terdeteksi pada *frame* saat ini merupakan wajah yang sama dari *frame* sebelumnya. Oleh karena itu, setiap informasi wajah pada setiap *frame* perlu dicatat. Karena sistem tidak mengetahui identitas dari pengunjung (bukan merupakan pengenalan wajah), maka hanya informasi koordinat piksel wajah dan radius wajah akan digunakan.

Proses penjejakan wajah akan memadankan wajah – wajah yang terdeteksi di *frame* saat ini terhadap tepat satu *frame* sebelumnya. Proses pemadanan wajah akan menggunakan dua buah metode, yaitu metode jarak Euclidian dan pengukuran *fuzzy* yang akan dijelaskan di subbab selanjutnya. Kedua metode ini akan dibandingkan kinerjanya di bab Uji Coba dan Analisis.

Untuk melakukan pemadanan, penulis menggunakan *array* untuk mencatat berbagai informasi yang diperlukan untuk menjejaki seorang pengunjung.



Gambar 3. Ilustrasi Array yang Mencatat Informasi Wajah Pengunjung

Pada Gambar 3 di atas dapat dilihat proses penjejakan wajah antar *frame*. Pada ilustrasi, diketahui bahwa *frame* saat ini adalah *frame* ketiga, dan juga telah diketahui bahwa pada *frame* pertama dan *frame* kedua ada tiga orang yang terdeteksi lengkap dengan koordinat dan radius wajahnya masing – masing. Pada *frame* ketiga, sedang terdeteksi sebuah wajah dengan koordinat piksel (210,152) dan radius wajah sebesar 59 piksel. Kedua informasi ini akan dijadikan masukan ke dalam proses pengukuran *Fuzzy* atau jarak Euclidian. Proses ini seharusnya akan menghasilkan keputusan, kepada pengunjung nomor berapakah ia termasuk. Seharusnya proses penghitungan yang tepat akan menghasilkan keputusan untuk memadankannya ke dalam pengunjung nomor 3, karena dilihat dari koordinat piksel dan radius wajahnya, pengunjung yang sedang dideteksi saat ini terletak paling dekat dengan pengunjung 3 pada *frame* sebelumnya. Proses pemadanan akan memutuskan berdasarkan jarak paling minimum pada metode jarak Euclidian. Sementara pada metode pengukuran *fuzzy*, akan dimasukkan berdasarkan total nilai kepercayaan paling maksimum.

3.3 PENGHITUNGAN PENGUNJUNG

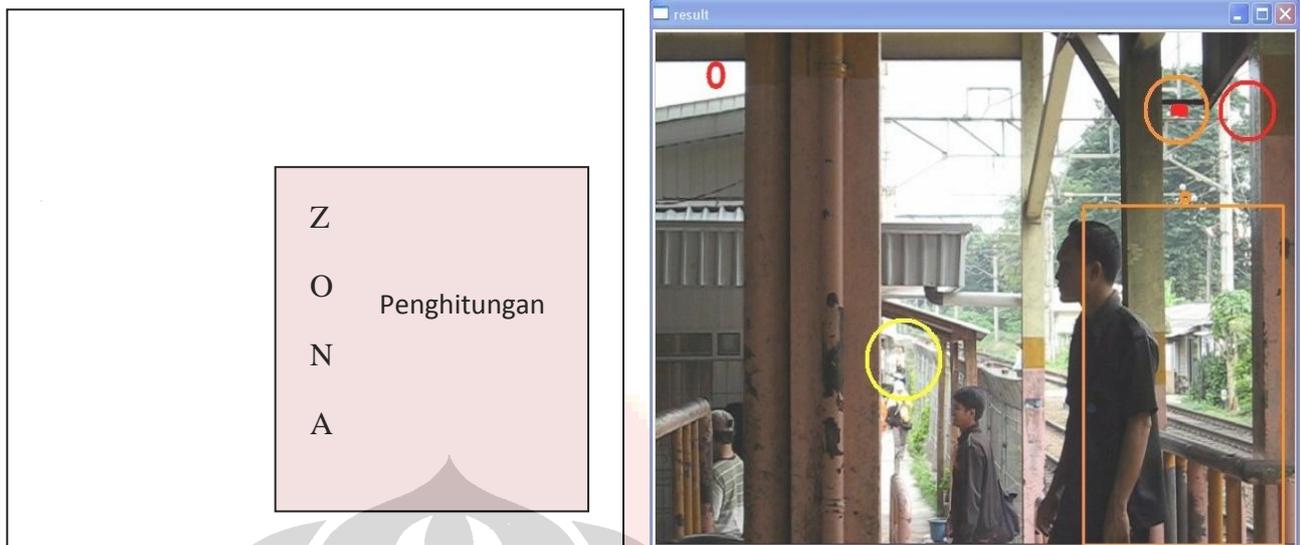
Berbeda dengan metode yang dilakukan oleh Oliver Sidla et al. [8], pada penelitian ini, seorang pengunjung akan dianggap telah memasuki ruangan apabila ia telah memenuhi semua kondisi berikut, yaitu:

1. Terdeteksi pada 4 *frame* sebelumnya.
2. Telah menghilang keberadaannya dari *frame* saat ini.
3. Tepat pada satu *frame* sebelumnya berada di dalam zona penghitungan.

Syarat pertama berguna untuk memastikan validitas bahwa pengunjung yang terdeteksi bukanlah *false positives*, sehingga ia perlu tampil pada empat *frame* sebelumnya. Angka empat dipilih, karena mengingat proses pendeteksian wajah pada banyak citra berurutan sangat rawan terjadinya *false negative*, sehingga jika angka yang dipilih terlalu besar, ada kemungkinan proses penjejakan terputus dan berpengaruh pada kinerja penghitungan pengunjung.

Syarat kedua untuk memastikan bahwa pengunjung telah menghilang keberadaannya, sehingga diasumsikan akan memasuki ruangan jika kondisi ketiga juga terpenuhi. Zona penghitungan (dikenal juga sebagai *virtual gate* [8]) yang terdapat pada syarat ketiga merupakan zona yang telah ditentukan sebelumnya (*predetermined*) dan tergantung pada posisi ruangan. Zona penghitungan umumnya berada tepat di dekat pintu masuk.

Pada Gambar 4 diilustrasikan letak zona penghitungan. Letak zona penghitungan yang cocok untuk stasiun UI terletak pada bagian kanan bawah dengan ukuran yang telah ditentukan. Jika kamera akan dipasang ditempat lain, maka zona penghitungan beserta dengan proses penjejakannya harus diatur ulang.



Gambar 4. Letak Zona Penghitungan Pada Video

3.4 JARAK EUCLIDIAN

Jarak Euclidian adalah jarak terpendek antara dua buah titik. Jika terdapat dua buah titik, maka jarak terpendek tersebut didapatkan dengan cara menarik garis lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut. Dalam ruang Euclidian berdimensi n , R^n , jarak antara titik x dan y dapat dirumuskan sebagai berikut [18]:

$$D = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2}$$

Dimana n adalah jumlah titik dalam R^n .

Karena sistem yang dikembangkan bekerja dalam ruang Euclidian berdimensi dua, maka jarak Euclidian antara titik $p(x_1, y_1)$ dan $q(x_2, y_2)$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$D(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Jarak Euclidian (jarak antar objek pada citra) maksimum yang ditoleransi dalam berbagai video dapat beragam, tergantung dari letak kamera.

3.5 PENGUKURAN FUZZY

Pengukuran *fuzzy* dilakukan untuk menentukan apakah objek yang terdapat pada *frame* saat ini merupakan objek yang sama pada *frame* sebelumnya. Berbeda dengan jarak Euclidian yang hanya mengukur jarak perpindahan seorang pengunjung antar *frame*, pada pengukuran *fuzzy*, informasi perubahan ukuran wajah pengunjung juga menjadi data masukan. Pengukuran *fuzzy* menghasilkan *output* sebuah nilai yang dinamakan *total confidence value* [2]. Nilai tersebut dapat dipergunakan untuk menilai berbagai hal, dalam Tugas Akhir ini, *total confidence value* akan digunakan untuk menilai kewajaran pergerakan pengunjung antar *frame*.

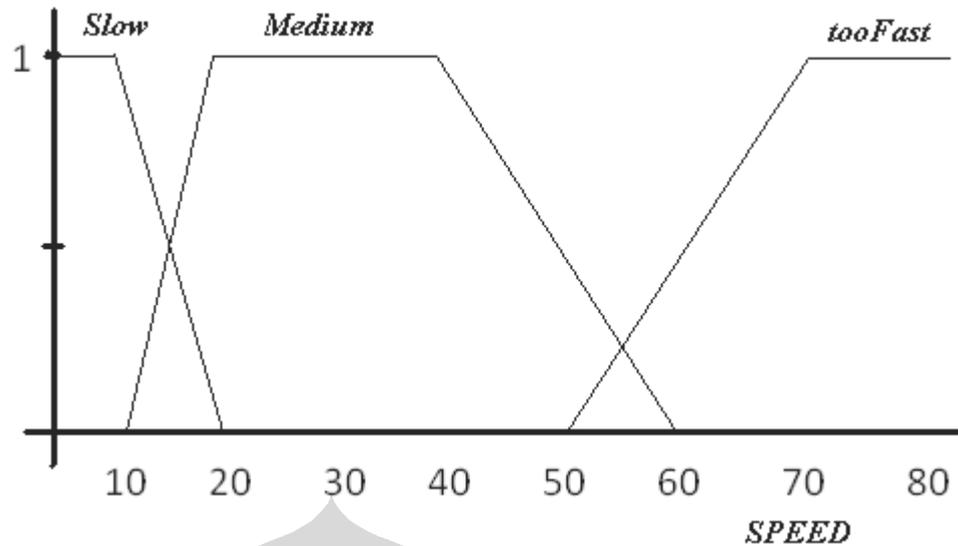
Untuk membuat pengukuran *fuzzy*, perlu dibuat aturan – aturan *fuzzy*. Aturan – aturan *fuzzy* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Fuzzy Rule #1 : if velocity is slow and deltaRadius is small then same object

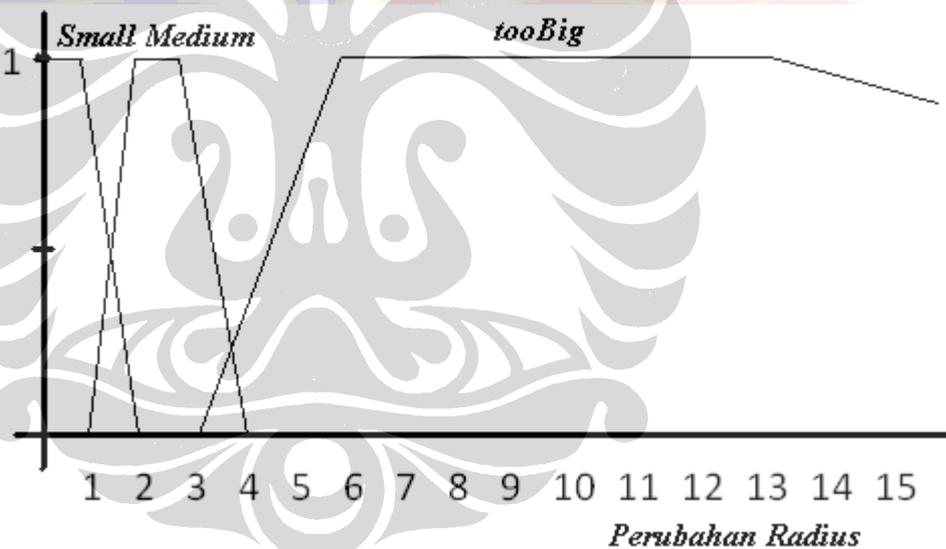
Fuzzy Rule #2 : if velocity is medium and deltaRadius is medium then probably same object

Fuzzy Rule #3 : if velocity is tooFast or deltaRadius is tooBig then not the same object

Velocity adalah kecepatan pergerakan antar frame seorang pengunjung, sementara *deltaRadius* adalah perubahan radius wajah seorang pengunjung antar frame. Dari ketiga aturan *fuzzy* di atas, dapat diperoleh nilai dari setiap aturan *fuzzy*. Setiap aturan *fuzzy* diberikan bobot sama besar, yaitu 0,9 untuk setiap aturan. Dari sini, dapat ditentukan nilai g_{λ} dan dapat dihitung nilai *total confidence value* dengan menggunakan *fuzzy integral* Sugeno.



Gambar 5. Himpunan *Fuzzy* untuk Kecepatan



Gambar 6. Himpunan *Fuzzy* untuk Perubahan Radius

Gambar 5 dan gambar 6 adalah himpunan *fuzzy* untuk kecepatan dan perubahan radius. Fungsi keanggotaan yang dipilih adalah fungsi keanggotaan trapesium, karena fungsi tersebut dapat memiliki fase yang panjang untuk nilai satu, selain itu waktu komputasinya juga tidak besar. Angka - angka yang digunakan untuk membentuk fungsi trapesium dipilih berdasarkan uji coba yang dilakukan penulis.