

DETEKSI WAJAH MENGGUNAKAN HAAR CASCADE DAN FEATURE DESCRIPTOR HOG MELALUI KAMERA IP CCTV DIRUANG KELAS

Syefrida Yulina^{*1}, Warnia Nengsih²

^{1,2}Teknologi Informasi, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, Indonesia

Email: 1syefrida@pcr.ac.id, 2warnia@pcr.ac.id

(Naskah masuk : 29 April 2024, Revisi : 18 Mei 2024, Diterbitkan : 31 Mei 2024)

Abstrak

Closed Circuit Television (CCTV) secara umum untuk tujuan keamanan mendapatkan informasi dalam jangka waktu tertentu. Identifikasi wajah manusia adalah salah satu fokus utama untuk teknologi ini. Pada penelitian ini, metode deteksi wajah manusia diterapkan pada ruang kelas belajar siswa dengan nilai akurasi. Metode ini nantinya dapat digunakan secara luas di era teknologi karena identifikasi biometrik adalah salah satu metode verifikasi terbaik. Dalam metode yang diusulkan, menyebarkan bagian-bagian fitur wajah yang berbeda seperti: hidung, mata dan mulut dapat dilakukan secara efektif dan cepat, tanpa memperhatikan cahaya atau iluminasi di latar belakang orang tersebut agar dapat digunakan di dalam ruangan kelas.

Kata kunci: biometrik, *cctv*, deteksi wajah manusia, fitur wajah.

FACE DETECTION USING HAAR CASCADE AND FEATURE DESCRIPTOR HOG THROUGH CCTV IP CAMERA IN CLASSROOM

Abstract

Closed Circuit Television (CCTV) is generally for security purposes to obtain information within a certain period of time. Human face identification is one of the main focuses for this technology. In this research, the human face detection method was applied to student learning classrooms with accuracy values. This method can later be widely used in the technological era because biometric identification is one of the best verification methods. In the proposed method, distributing different parts of facial features such as: nose, eyes and mouth can be done effectively and quickly, without paying attention to the light or illumination in the background of the person so that it can be used in the classroom.

Keywords: *biometric, cctv, face detecion, facial feature*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kamera *CCTV* secara umum digunakan untuk tujuan keamanan dan pengawasan. Biasanya kamera *CCTV* dipasang pada tempat yang strategis seperti rumah, kantor, sekolah, pusat perbelanjaan, ataupun tempat umum lainnya. Hal ini bertujuan untuk memantau dan merekam segala aktivitas yang terjadi pada tempat yang telah dipasang kamera *CCTV* tersebut. Dalam institusi pendidikan, kamera *CCTV* tidak hanya dipakai untuk keamanan dan pemantauan area penting seperti pintu, masuk, koridor, dan area parkir, namun banyak penelitian saat ini memanfaatkan kamera *CCTV* untuk memantau aktifitas belajar mengajar di dalam ruang kelas. Misalnya, presensi otomatis untuk siswa, evaluasi efektifitas pembelajaran, pemantauan keterlibatan siswa dalam belajar, dan banyak lainnya [1][2].

Seiring berjalannya waktu, pemanfaatan dari *CCTV* hanya sebagai pemantau sehingga tidak ada tindakan yang berguna dalam menggunakan informasi yang dimiliki kamera tersebut [3]. Sebagian besar hanya bergantung kepada sumber daya manusia untuk memvisualisasikan. Hal ini membuat pengamatan yang disampaikan tidak efisien dan tidak layak [4]. Sistem pemantauan saat ini berdasarkan pada pemeriksaan manual sehingga tidak dapat diandalkan. Kemudian struktur dari *CCTV* pintar dengan kemampuan tinggi adalah kebutuhan saat ini. Pengenalan wajah manusia adalah salah satu fokus utama untuk struktur *CCTV* [5].

Menggunakan teknologi pengenalan wajah *CCTV* pintar dimungkinkan menyaring area penting wajah manusia dari citra bergerak atau video [6][7][8][9]. Pengenalan wajah memainkan peran penting dalam sebagian besar kerangka pengenalan manusia. Pengenalan wajah merupakan identifikasi personal yang terdiri atas beberapa fitur

statistik dari citra wajah manusia. Deteksi wajah dapat dipandang sebagai masalah klasifikasi pola dimana inputnya adalah suatu citra dan outputnya adalah label kelas dari citra tersebut. Dalam hal ini terdapat dua label kelas, yaitu wajah dan non-wajah. Secara dasar ada empat pendekatan berbeda dalam permasalahan deteksi wajah, yaitu:

- a. Metode berbasis pengetahuan: Aturan didapatkan berdasarkan pengetahuan manusia mengenai fitur terdefinisi dari wajah seseorang manusia. Mayoritas dari aturan-aturan ini membahas tentang hubungan antar fitur.
- b. Metode invarian fitur: algoritma dirancang untuk mencari fitur struktural dari wajah yang invariant terhadap masalah umum mengenai pose, halangan, ekspresi, kondisi citra, dan pengotrasian.
- c. Metode pencocokan template: dengan suatu set sample yang diberikan, sebuah set pola wajah standar yang serupa dapat dihasilkan. Hubungan antara citra sample dan set pola yang telah didefinisikan dapat dihitung dan digunakan untuk menarik kesimpulan.
- d. Metode berbasis penampilan: mirip dengan metode pencocokan template. Tujuannya adalah untuk mendapatkan keakuratan yang lebih tinggi dengan variasi yang lebih besar pada data latih.

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu obyek [11]. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpan. Sedangkan citra digital pada umumnya berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai lebar x tinggi y . *Citra digital* memiliki koordinat spasial, dengan tingkat kecerahan atau intensitas cahaya (skala keabu-abuan) yang memiliki numeric yang diskrit dipresentasikan dalam bentuk fungsi matematis $f(x,y)$ yang menyatakan intensitas cahaya pada titik (x,y) itu sendiri.

Computer vision merupakan suatu bidang ilmu computer yang bekerja untuk membuat computer yang mungkin untuk melihat, mengidentifikasi, dan memproses gambar dengan cara yang sama seperti yang dilakukan oleh manusia dan kemudian memberikan output yang sesuai [9]. Hal ini seperti menanamkan naluri dan kecerdasan manusia ke dalam computer. *Computer vision* berkaitan erat dengan kecerdasan buatan karena computer harus menginterpretasikan apa yang dilihatnya dan kemudian melakukan analisis. Tujuan *Computer vision* tidak hanya untuk melihat, tetapi juga untuk memproses dan memberikan hasil yang bermanfaat berdasarkan pengamatan.

Penelitian ini akan melakukan deteksi dan pengenalan wajah pada citra bergerak atau video secara realtime yang merupakan perluasan dari penelitian sebelumnya [10] untuk mendeteksi wajah manusia dari citra statik atau foto. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Haar Cascade Classifier dan Histogram of Gradients (*HOG*). Deteksi objek menggunakan Haar Cascade merupakan metode deteksi objek efektif yang dikemukakan oleh Paul Viola dan Michael Jones. Metode ini didasarkan pada pembelajaran mesin di mana fungsi Cascade dilatih dari banyak gambar positif dan negatif, kemudian digunakan untuk mendeteksi objek pada gambar lain [12]. *HOG* merupakan *feature descriptor* untuk gambar yang digunakan pada citra komputer dan pemrosesan gambar untuk tujuan deteksi gambar [13]. *Feature descriptor* merepresentasi gambar yang hanya berisi informasi paling penting tentang gambar tersebut.

Dua metode tersebut diharapkan dapat melakukan pendeteksian wajah didalam ruang kelas secara realtime sehingga dapat menentukan wajah terdeteksi atau tidak terdeteksi. Penelitian ini terbatas untuk wajah yang memakai topeng atau masker, kemudian pengambilan citra bergerak didalam ruang kelas dalam kondisi intensitas cahaya normal, serta jarak maksimal 9-meter mengikuti ukuran standar sebuah ruang kelas. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan lebih lanjut untuk sistem presensi, keamanan, analisis pola belajar, dan lain sebagainya.

2. METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini, seperti: pengumpulan citra wajah, analisis data, deteksi wajah dan komponen wajah, perancangan arsitektur sistem, model implementasi, dan terakhir pengujian. Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



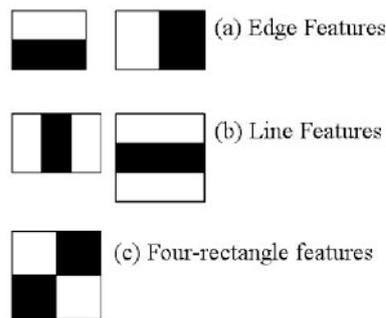
Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pengumpulan data citra wajah berupa gambar statik dari citra foto berbagai wajah manusia. Dataset gambar wajah digunakan untuk akurasi dari model yang akan dilatih. Pada analisis data terdapat beberapa proses, seperti: akuisisi citra, *pre-processing citra*, *cropping*, *resizing*, *converting*, dan *normalization*. Deteksi wajah atau *face detection* menggunakan algoritma *Haar Cascade* untuk menghilangkan bagian yang tidak diidentifikasi sebagai wajah dan meningkatkan kinerja sistem dalam memcocokkan citra wajah. Sedangkan ekstraksi fitur wajah dilakukan untuk proses pengambilan ciri atau fitur wajah yang penting seperti mata, hidung dan mulut. Algoritma yang akan digunakan pada proses ekstraksi fitur adalah *Histogram of Oriented Gradients (HOG)*.

Merancang arsitektur sistem melibatkan integrasi teknologi, beberapa komponen yang digunakan seperti: perangkat keras seperti kamera, dan perangkat lunak. Pembentukan model *face recognition* dengan menggunakan beberapa algoritma machine learning yang kemudian akan dihasilkan nilai akurasi yang terbaik. Algoritma ini digunakan pada data latih dan model yang sesuai. Kemudian dilakukan tahapan terakhir yaitu pelatihan dan evaluasi model menggunakan dataset citra wajah yang telah diproses. Model dievaluasi menggunakan dataset pengujian yang berbeda untuk memastikan performa model yang optimal terhadap data wajah baru. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen dari sistem yang telah dibangun dapat bekerja dengan baik dan memenuhi tujuan. Pengujian yang dilakukan adalah uji fungsionalitas sistem pada satu ruang kelas yang terdiri dari kurang lebih 30 siswa pada jam belajar berlangsung.

2.1. Haar Cascade

Algoritma *Haar* membutuhkan banyak gambar positif (gambar wajah) dan gambar negatif (gambar tanpa wajah) untuk melatih pengklasifikasinya. Kemudian ekstrak fitur gambarnya. Fitur Haar ditunjukkan pada Gambar 2. dan Gambar 3. Setiap fitur merupakan nilai tunggal yang diperoleh dengan mengurangi jumlah piksel di bawah persegi panjang putih dengan jumlah piksel di bawah persegi panjang hitam.



Gambar 2. Fitur Haar



Gambar 3. Fitur Haar untuk Citra Gambar

2.2. Histogram of Gradients (HOG)

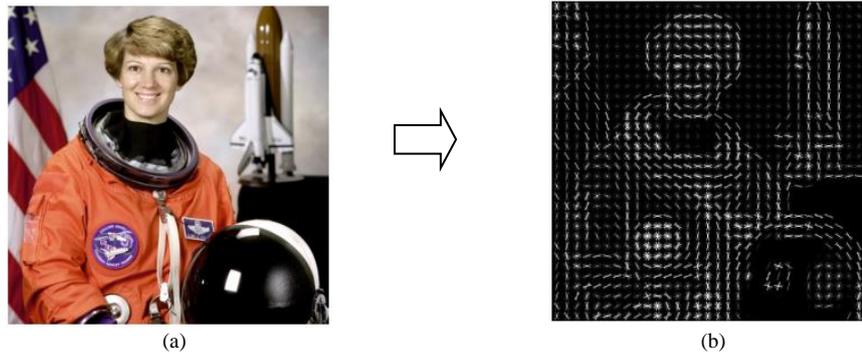
HOG menganalisis distribusi orientasi tepi dalam suatu objek untuk menggambarkan bentuk dan tampilannya. *HOG* melibatkan komputasi besaran gradien dan orientasi untuk setiap piksel dalam gambar dan kemudian membagi gambar menjadi sel-sel kecil. *HOG* menghitung kemunculan orientasi gradien di bagian gambar yang dilokalkan. Menurut referensi [14][15] Tahapan *HOG* meliputi:

a. *Preprocessing*.

Tahap pertama menerapkan pemerataan normalisasi gambar global opsional yang dirancang untuk mengurangi pengaruh efek pencahayaan. Kekuatan tekstur gambar biasanya sebanding dengan iluminasi permukaan lokal

sehingga kompresi ini membantu mengurangi efek bayangan lokal dan variasi iluminasi. *Gamma* adalah tingkat kontras dan kecerahan yang digunakan.

- b. *Computing the Gradients*. *Gadien* merupakan perubahan kecil pada sumbu x dan y. Menghitung gradien gambar dalam citra komputer mengungkapkan lokasi-lokasi di mana intensitas gradien piksel berubah.
- c. *Spatial Orientation Binning (Dividing the image into cells)*. Gambar dibagi menjadi 8x8 pixel dan melakukan perhitungan gradien pada setiap cell berdasarkan dimensi gambar.
- d. *Block Normalization*. Melakukan pengelompokan cell dan menormalisasi nilai gradien pada setiap block (kelompok).
- e. *Get the HOG Feature Vector*. Menggabungkan kedalam vektor tunggal dan memperoleh hasil vektor fitur.



Gambar 4. *Histogram of Gradients (HOG)*

Pada Gambar 4. merupakan salah satu contoh citra gambar yang diproses menggunakan algoritma *HOG*. Citra gambar asli (a) berupa citra RGB (*Red Green Blue*) dikonversi menjadi citra keabuan (*grayscale*), kemudian melalui tahapan-tahapan *HOG* lainnya sehingga menghasilkan citra gambar baru (b) dengan beberapa cell yang dikelompokkan menjadi block-block dalam vektor fitur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Requirement

- i. Sistem dapat mengenali wajah
- ii. Sistem dapat menghitung jumlah orang

3.2. Spesifikasi Komputer

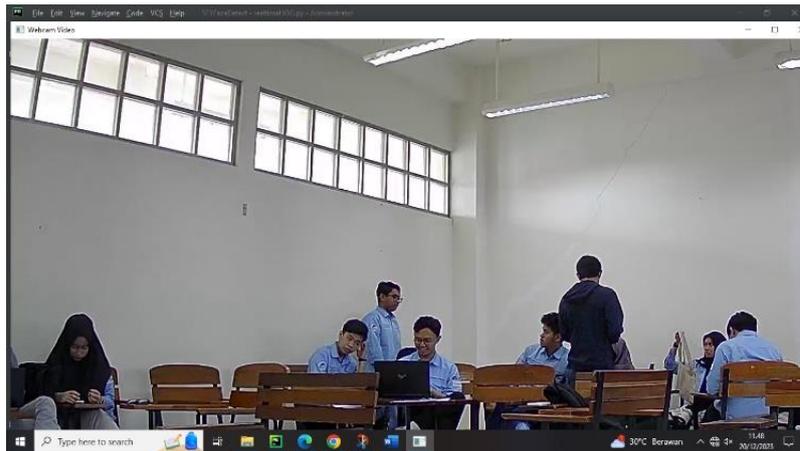
Perangkat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop dan kamera *CCTV*, detail spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Komputer

Perangkat	Spesifikasi
Laptop	Merk: HP
	CPU: 8
	Processor: Core i5-7200U @2.50GHz
	Ram: 12 GB
	Hardisk: SSD
	GPU: Intel HD Graphics 620 dan AMD Radeon R5 M330
CCTV IP Cam	Merk: EZVIZ C6N
	Full HD 1080p
	Wifi 2.4 GHz
	Frame rate: 30 fps

3.3. Implementasi *HOG* untuk Deteksi Wajah Pada Video Menggunakan *CCTV*

Hasil implementasi deteksi wajah dapat dilihat pada Gambar 5. dan Gambar 6.



Gambar 5. Deteksi Wajah di Ruang Kelas

```

Found face 2 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:984,right:1472,bottom:1092,left:1364
Found face 2 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:676,right:2264,bottom:780,left:2160
Found face 2 at top:984,right:1468,bottom:1092,left:1360
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:672,right:2276,bottom:772,left:2176
Found face 2 at top:988,right:1472,bottom:1096,left:1364
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:672,right:2292,bottom:776,left:2188
Found face 2 at top:988,right:1468,bottom:1092,left:1364
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:668,right:2304,bottom:776,left:2196
Found face 2 at top:984,right:1472,bottom:1092,left:1364
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:672,right:2316,bottom:776,left:2212
Found face 2 at top:988,right:1472,bottom:1096,left:1364
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:672,right:2340,bottom:772,left:2240
Found face 2 at top:984,right:1476,bottom:1096,left:1364
Found face 3 at top:1012,right:276,bottom:1116,left:172
Found face 1 at top:988,right:1476,bottom:1100,left:1364
Found face 1 at top:988,right:1468,bottom:1092,left:1364
    
```

Gambar 6. Jumlah Wajah Terdeteksi

Pada Gambar. 5 memperlihatkan tangkapan layar sistem pada saat pengujian dilakukan. Pada gambar tersebut menunjukkan aktifitas belajar pada suatu kelas diruang belajar dari video hasil rekaman kamera CCTV. Objek pada video tersebut berupa objek yang bergerak yang akan mendeteksi setiap wajah pada jarak dengan batas tertentu. Wajah yang terdeteksi dapat diketahui dari kotak persegi berwarna biru. Jumlah wajah yang terdeteksi dihitung dan ditampilkan pada keluaran sistem (pada Gambar 6). Jumlah wajah yang terdeteksi sesuai *frame rate* pada objek manusia yang bergerak menggunakan kamera CCTV. Posisi gerakan wajah yang terdeteksi berdasarkan posisi wajah bagian atas, kanan, bawah, dan kiri.

Tabel 2. Hasil Pengujian.

Algoritma	Jarak (cm)				
	200	300	500	700	900
<i>Haar Cascade</i>	N = 25	N = 25	N = 20	N = 20	N = 20
<i>HOG</i>	N = 20	N = 18	N = 15	N = 15	N = 11

N = jumlah wajah terdeteksi

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengeksplorasi kinerja algoritma deteksi wajah seperti Haar cascade dan Histogram of Gradient pada berbagai kondisi pengambilan gambar seperti pencahayaan dan jarak tertentu. Sebuah prototype aplikasi web telah dikembangkan untuk deteksi wajah dalam video real-time menggunakan kamera CCTV. Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah algoritma dan dataset gambar yang digunakan untuk analisis kinerja sedikit. Ada dua algoritma deteksi wajah dengan 500 dataset yang diimplementasikan. Penelitian selanjutnya perlu divalidasi pada algoritma dan kumpulan data yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada semua pihak yang membantu serta memberikan dukungan terkait dengan penelitian ini, seperti bantuan fasilitas penelitian, dana hibah, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Deniz *et al.*, “Computer vision for Attendance and Emotion Analysis in School Settings,” in *2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, Jan. 2019, pp. 0134–0139, doi: 10.1109/CCWC.2019.8666488.
- [2] B. Ngoc Anh *et al.*, “A Computer-Vision Based Application for Student Behavior Monitoring in Classroom,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 22, p. 4729, Nov. 2019, doi: 10.3390/app9224729.
- [3] Y. Wu and C. Chang, “Commerce Management Surveillance of Public Space : CCTV , Privacy and Sense of Safety Department of Information Management , I-Shou University , Taiwan ,” *Glob. J. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 173–174, 2016.
- [4] J. Brands, T. Schwanen, and I. van Aalst, “What are you looking at? Visitors’ perspectives on CCTV in the night-time economy,” *Eur. Urban Reg. Stud.*, vol. 23, no. 1, pp. 23–39, Jan. 2016, doi: 10.1177/0969776413481369.
- [5] M. J. Wilber, V. Shmatikov, and S. Belongie, “Can we still avoid automatic face detection?,” in *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, WACV 2016*, Mar. 2016, pp. 1–9, doi: 10.1109/WACV.2016.7477452.
- [6] D. O. Gorodnichy, “Video-based framework for face recognition in video,” in *Proceedings - 2nd Canadian Conference on Computer and Robot Vision, CRV 2005*, 2005, pp. 330–338, doi: 10.1109/CRV.2005.87.
- [7] M. S. Hidayatulloh, “Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (You Only Look Once),” Universitas Dinamika, 2021.
- [8] R. Susanti and N. Fadillah, “Deteksi Wajah Secara Real Time Menggunakan Metode Camshift,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 3, no. 2, p. 133, Apr. 2019, doi: 10.30865/mib.v3i2.1113.
- [9] A. W. Wibowo, A. Karima, Wiktasari, A. Yobioktabera, and S. Fahriah, “Pendeteksian dan Pengenalan Wajah Pada Foto Secara Real Time Dengan Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram,” *JTET (Jurnal Tek. Elektro Ter.)*, vol. Vol. 9 No., no. 1, pp. 6 – 11, 2020.
- [10] S. Yulina, “Implementation of Haar Cascade Classifier for Face Detection and Grayscale Image Transformation Using OpenCV,” *J. Komput. Terap.*, no. Vol. 7 No. 1 (2021), pp. 100–109, Jun. 2021, doi: 10.35143/jkt.v7i1.3411.
- [11] S. Hangaragi, T. Singh, and N. N, “Face Detection and Recognition Using Face Mesh and Deep Neural Network,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 218, pp. 741–749, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.054.
- [12] “Tutorial Haar Cascade.” https://docs.opencv.org/4.x/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html. (accessed Jan. 17, 2024).
- [13] N. Dalal and B. Triggs, “Histograms of Oriented Gradients for Human Detection,” in *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer vision and Pattern Recognition (CVPR’05)*, vol. 1, pp. 886–893, doi: 10.1109/CVPR.2005.177.
- [14] “Histogram of Gradients.” <https://learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/> (accessed Jan. 17, 2024).
- [15] F. B. Antono, F. Rofii, and I. Istiadi, “Deteksi Jumlah dan Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradient dan Viola Jones,” *Techno.Com*, vol. 19, no. 1, pp. 12–23, Feb. 2020, doi: 10.33633/tc.v19i1.2626.