

Metode Haar-Cascade dan LBPH Untuk Face Detection dan Recognition dalam Pencatatan Kehadiran

Syaiful Adam^(*), Angga Binsar Saputra, Cucu Nurjanah

Universitas Indraprasta PGRI Jakarta

Jl. Nangka Raya No.58C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia

Abstract

Face recognition technology has been widely implemented in various fields such as security systems, access control, and automated attendance recording due to its non-invasive and real-time capabilities. This study aims to design and implement a real-time face detection and recognition system using a laptop camera by combining the Haar Cascade Classifier and Local Binary Pattern Histogram (LBPH) methods based on the OpenCV library. The research method applied is Research and Development (R&D), which focuses on developing a functional system and evaluating its effectiveness. The Haar Cascade method is utilized to detect facial regions efficiently using Haar-like features and a cascade classifier, while the LBPH method is employed to recognize faces by extracting local texture features and representing them in histogram form. The system workflow includes dataset collection, dataset training, face detection, face recognition, and attendance recording. Experimental results show that the proposed system is capable of detecting and recognizing registered users in real time with satisfactory accuracy under normal lighting conditions. The system can differentiate registered faces from unregistered ones and successfully record attendance based on recognized identities. However, performance may be affected by variations in lighting intensity, face orientation, and image quality. Overall, this research demonstrates that the combination of Haar Cascade and LBPH methods can be effectively applied to real-time face recognition-based attendance systems and may serve as a reference for further development in biometric identification applications.

Keywords:

Haar Cascade, LBPH, Face Detection, Face Recognition, Attendance Recording.

(*) Corresponding Author:

Syiafuladam90@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi visi komputer dan kecerdasan buatan telah mendorong pemanfaatan sistem pengenalan wajah (face recognition) secara luas pada berbagai bidang, seperti sistem keamanan, kontrol akses, presensi otomatis, hingga interaksi manusia-komputer. Pengenalan wajah merupakan bagian dari teknologi biometrik dengan memanfaatkan karakteristik unik wajah manusia untuk melakukan proses identifikasi maupun autentikasi individu. Teknologi ini banyak diminati karena bersifat non-invasif, mudah digunakan, serta dapat diimplementasikan secara real-time menggunakan perangkat sederhana seperti kamera laptop (Rochmawati, 2024).

Pada umumnya, sistem pengenalan wajah terdiri atas dua tahapan utama, yaitu deteksi wajah (face detection) dan pengenalan wajah (face recognition). Tahap deteksi wajah bertujuan mengidentifikasi keberadaan serta posisi wajah pada suatu citra maupun video. Setelah wajah berhasil dideteksi, tahap berikutnya adalah pengenalan wajah yang berfungsi untuk mengenali atau memverifikasi identitas seseorang berdasarkan karakteristik wajah yang telah dipelajari sebelumnya. Dalam implementasinya, sistem pengenalan wajah masih menghadapi berbagai tantangan, seperti variasi intensitas pencahayaan, perubahan sudut pengambilan gambar, perbedaan ekspresi wajah, serta kualitas citra yang digunakan (Miftahuddin & Tsabit, 2024).

Salah satu algoritma yang banyak diterapkan pada proses deteksi wajah adalah Haar Cascade Classifier, yang dikembangkan oleh Viola dan Jones. Metode ini memanfaatkan fitur Haar-like serta mekanisme Cascade Classifier sebagai metode untuk mendeteksi wajah secara cepat serta efektif, sehingga sangat sesuai digunakan pada aplikasi berbasis real-time dengan pustaka OpenCV (Rochmawati, 2024). Setelah proses deteksi selesai, identifikasi wajah dapat dilakukan dengan metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Algoritma LBPH bekerja dengan mengekstraksi karakteristik tekstur lokal pada wajah, kemudian merepresentasikannya dalam bentuk histogram sehingga memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap perubahan pencahayaan maupun variasi ekspresi wajah (Kosasih & Daomara, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang sekaligus membangun sistem deteksi dan pengenalan wajah secara real-time menggunakan kamera laptop dengan mengombinasikan metode Haar Cascade Classifier untuk proses deteksi dan Local Binary Pattern Histogram (LBPH) untuk proses pengenalan berbasis pustaka OpenCV. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik dalam aspek praktis maupun akademis, sebagai salah satu referensi dalam pengembangan sistem pengenalan wajah, khususnya pada bidang keamanan, sistem presensi, dan autentikasi berbasis visi komputer.

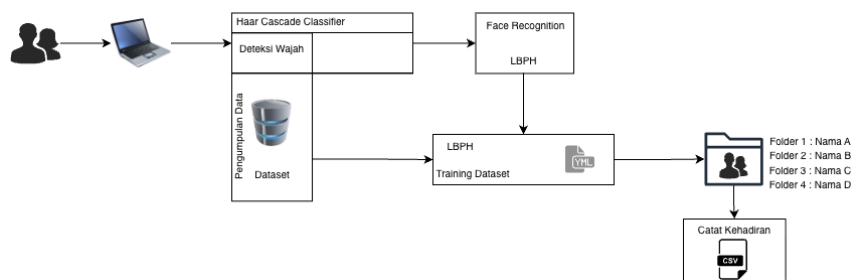
METODE

Research and Development (R&D) atau penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan dalam penelitian dengan tujuan untuk membuat suatu produk baru sekaligus menguji tingkat efektivitasnya sebelum dilakukan penyempurnaan atau pengembangan lebih lanjut (Sugiyono dalam Adam et al. 2023). Menurut Samsu (2017), penelitian dan pengembangan (R&D) merupakan salah satu metode penelitian yang berfokus pada proses pengembangan hasil penelitian atau produk agar memiliki kualitas, fungsi, dan manfaat yang lebih optimal sesuai dengan kebutuhan.

Objek dalam penelitian ini adalah data wajah pengguna yang didaftarkan ke dalam sistem untuk keperluan presensi. Alat dan bahan yang digunakan meliputi laptop dengan kamera bawaan sebagai perangkat penangkap citra wajah secara real-time, serta pustaka OpenCV sebagai media pengolahan citra yang mengimplementasikan metode Haar Cascade Classifier untuk tahap deteksi wajah dan metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH) untuk tahap pengenalan wajah. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap, yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan alur sistem, pengumpulan dan pelatihan dataset wajah, implementasi proses deteksi dan pengenalan wajah, hingga pengujian sistem secara keseluruhan.

HASIL & PEMBAHASAN

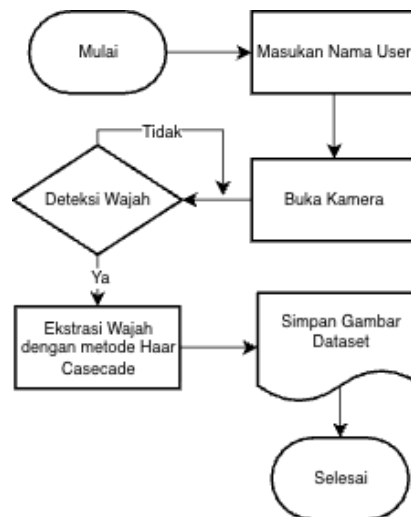
Hasil



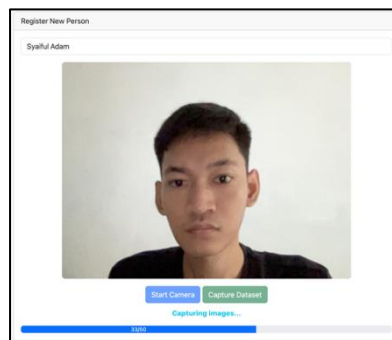
Gambar 1. FlowChart Pengembangan Sistem (Sumber : Pribadi)

Pengumpulan Data Set

Sebelum memulai pengenalan wajah, pengguna harus didaftarkan terlebih dahulu ke dalam sistem menggunakan metode Haar Cascade Classifier agar sistem dapat mengenali bagian wajah, kemudian sistem akan mengambil gambar wajah dari video kamera. Data set yang diambil berupa gambar yang telah melalui proses pendeteksian. Berikut flow chart proses pengumpulan dataset.



Gambar 2. FlowChart Pengumpulan Data Set (Sumber : Pribadi)



Gambar 3. Pengumpulan Data Set (Sumber : Pribadi)

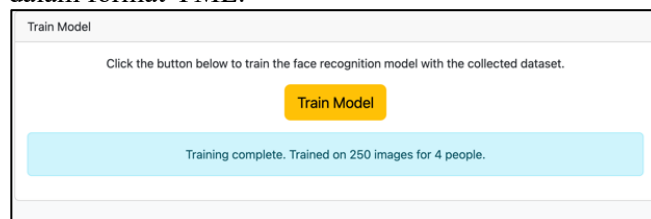
Pada saat program dijalankan, pengguna diminta untuk memasukkan nama, yang digunakan untuk memberi nama folder dataset agar dapat dibedakan dengan dataset pengguna lain. Setelah kamera terbuka dan mulai mendeteksi bagian wajah, wajah yang terdeteksi kemudian diekstraksi menggunakan metode Haar Cascade untuk selanjutnya disimpan pada folder dataset yang telah diberi nama sebelumnya. Data yang telah diproses merupakan data grayscale dari hasil pemrosesan sebelumnya. Pengambilan dataset ini sebanyak 50 gambar per pengguna dalam satu folder.



Gambar 4. Folder Data Set (Sumber : Pribadi)

Training Data Set

Training dataset data yang telah terkumpul dalam masing masing folder kemudian perlu di training menggunakan algoritma LBPH untuk mendapatkan nilai dari masing-masing piksel dari gambar yang telah dikumpulkan. Data gambar yang akan di training diambil dari file directory yang sudah ditentukan kemudian diubah dalam bentuk binary dan disimpan ke dalam format YML.

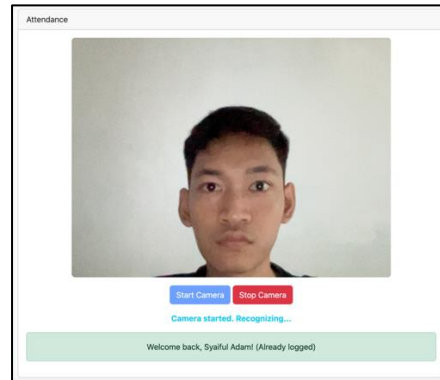


Gambar 5. Training Dataset (Sumber : Pribadi)

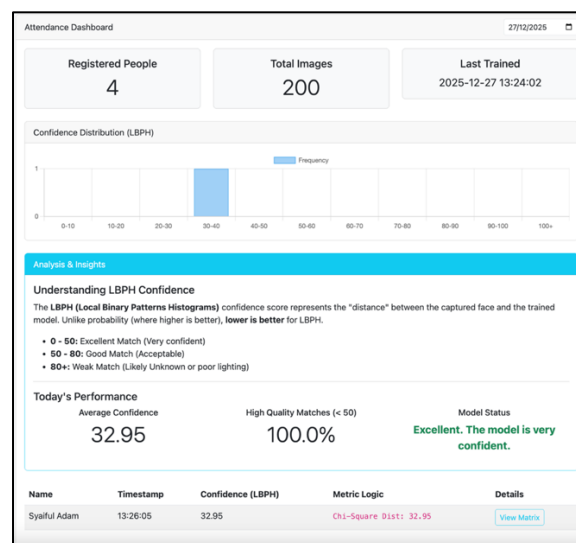
Face Detection dan Recognition

Setelah melakukan pengumpulan dataset dan training dataset selanjutnya user dapat melakukan pendeteksian wajah user sesuai nama yang ada pada dataset. Pada sistem pengenalan wajah secara real-time, kamera berfungsi untuk menangkap citra yang selanjutnya diproses untuk mendeteksi objek berupa wajah dengan memanfaatkan fitur Haar. Sistem kemudian melakukan pencocokan antara fitur Haar yang telah ditentukan dengan citra wajah hasil tangkapan kamera. Proses ini bertujuan untuk mengirimkan data ke sistem agar dihasilkan fitur data uji, sekaligus membedakan antara citra wajah dan bukan wajah berdasarkan dataset yang telah melalui proses pelatihan sebelumnya. Apabila wajah berhasil terdeteksi, sistem akan menampilkan penanda pada area wajah yang teridentifikasi.

Selanjutnya, metode LBPH akan memanggil hasil pelatihan yang tersimpan dalam berkas .yml untuk melakukan proses prediksi dengan membandingkan citra wajah dari webcam. Jika wajah pengguna dikenali, maka layar akan menampilkan nama pengguna sesuai nama folder yang tersimpan.



Gambar 6. Face Detection dan Recognition (Sumber : Pribadi)

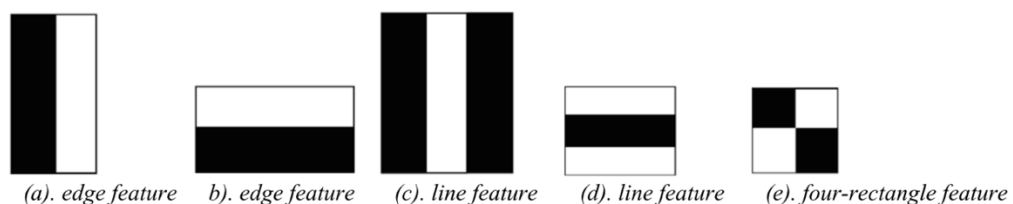


Gambar 7. Pencatatan Kehadiran (Sumber : Pribadi)

Pembahasan

Haar Cascade

Algoritma Haar Cascade merupakan salah satu algoritma yang banyak digunakan dalam pendeteksian objek, khususnya deteksi wajah pada pustaka OpenCV. Algoritma ini diperkenalkan oleh Michael Jones dan Paul Viola melalui penelitian *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features* pada tahun 2001. Metode tersebut bekerja dengan memanfaatkan fungsi cascade classifier yang telah dilatih menggunakan kumpulan citra positif dan citra negatif untuk mengenali pola suatu objek. Hasil proses deteksi ditampilkan dalam bentuk kotak persegi panjang (*bounding box*) yang mengelilingi area wajah yang berhasil dikenali pada gambar (Atmojo et al., 2023).



Gambar 8. Haar Like Feature (Kenda & Witanti, 2021)

Perhitungan Integral Image

Citra integral (integral image) adalah representasi citra di mana nilai setiap piksel diperoleh dari hasil akumulasi nilai seluruh piksel yang berada di atas dan di sebelah kirinya. Teknik Integral Image digunakan untuk mempercepat proses perhitungan nilai fitur dengan mengubah nilai setiap piksel ke dalam bentuk representasi citra baru. Sebagai ilustrasi, pixel (a, b) merupakan jumlah kumulatif seluruh nilai piksel (x, y) dimana $x \leq a$ dan $y \leq b$. Hal ini didefinisikan pada Persamaan (1).

$$I_{int}(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} I(x', y')$$

Dengan menggunakan citra integral, penjumlahan intensitas piksel citra dalam area persegi panjang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Sum}(x_1, y_1, x_2, y_2) = I_{int}(x_2, y_2) - I_{int}(x_2, y_1 - 1) - I_{int}(x_1 - 1, y_2) + I_{int}(x_1 - 1, y_1 - 1)$$

Adaptive Boosting Training (AdaBoost)

Metode AdaBoost merupakan algoritma yang membangun pengklasifikasi yang kuat dengan cara menggabungkan beberapa weak classifier menjadi satu model klasifikasi yang lebih akurat. Pengklasifikasi tersebut kemudian diorganisasikan dalam bentuk rangkaian filter (*cascade*) yang digunakan untuk mengklasifikasikan setiap wilayah pada citra secara efisien. Setiap filter dalam rangkaian bekerja sebagai pengklasifikasi AdaBoost yang melakukan proses evaluasi secara bertahap. Apabila pada salah satu tahap suatu wilayah citra tidak memenuhi kriteria sebagai wajah, proses klasifikasi langsung dihentikan dan wilayah tersebut dinyatakan bukan wajah. Sebaliknya, wilayah citra yang berhasil melewati seluruh tahapan filter akan diklasifikasikan sebagai wajah (Pratama et al., 2025). Proses pembelajaran pada AdaBoost dilakukan dengan meningkatkan kemampuan weak classifier menjadi strong classifier melalui pemberian bobot yang diperbarui pada setiap iterasi pelatihan, sehingga pengklasifikasi lebih berfokus pada data yang sebelumnya mengalami kesalahan klasifikasi (Hartika & Ahmad, 2021).

Haar Cascade Classifier

Menurut (Ramadini & Haryatmi, 2022), untuk meningkatkan efisiensi dalam perhitungan nilai fitur, algoritma Haar memanfaatkan Integral Image sebagai representasi citra. Pada Integral Image, setiap nilai piksel merupakan hasil akumulasi nilai piksel dari area yang dimulai dari sudut kiri atas hingga posisi piksel tersebut. Sebagai contoh piksel (a, b) memiliki nilai akumulasi dari semua piksel dari (x, y) .

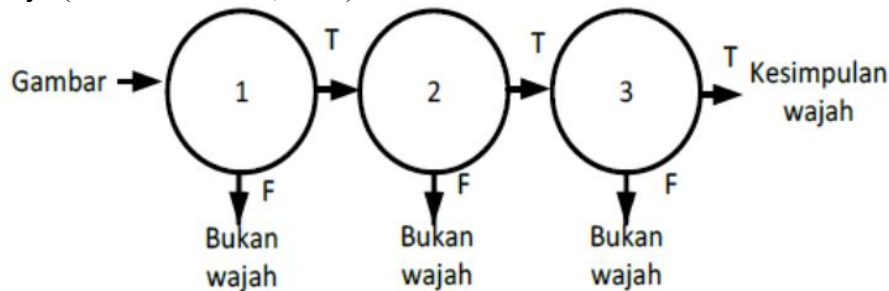
Dimana:

$$x \leq a \text{ dan } y \leq b.$$

Dalam penerapan metode Haar Cascade, terdapat beberapa jenis citra yang dapat diproses, salah satunya adalah citra grayscale. Penggunaan citra grayscale membantu menyederhanakan proses komputasi, sedangkan Haar Cascade Classifier berperan sebagai tahap klasifikasi untuk menghasilkan deteksi objek yang lebih akurat.

Metode Cascade Classifier menerapkan beberapa tahapan klasifikasi untuk memperoleh hasil yang lebih akurat melalui perhitungan ulang nilai Haar Feature. Pada tahap klasifikasi pertama, sub-citra dievaluasi menggunakan satu fitur; apabila tidak memenuhi kriteria yang ditentukan, maka sub-citra tersebut langsung ditolak. Pada tahap klasifikasi kedua, sub-citra yang lolos akan diklasifikasikan kembali untuk memperoleh nilai ambang (threshold) tertentu. Selanjutnya, pada tahap klasifikasi ketiga, sub-citra yang

berhasil melewati seluruh proses akan dianggap mendekati karakteristik citra wajah yang sebenarnya (Kenda & Witanti, 2021).



Gambar 9. Alur kerja Haar Cascade Classifier (Ramadini & Haryatmi, 2022)

LBPH (Local Binary Pattern Histogram)

Local Binary Pattern Histogram (LBPH) merupakan metode klasifikasi berbasis histogram yang dikembangkan dari algoritma Local Binary Pattern (LBP) untuk meningkatkan tingkat akurasi dalam proses pengenalan wajah. Metode ini mampu mengenali wajah dengan baik meskipun terdapat variasi ekspresi, perubahan intensitas pencahayaan, maupun rotasi pada citra. Dalam prosesnya, LBPH mengekstraksi karakteristik dari citra digital dengan membagi gambar menjadi beberapa wilayah kecil, kemudian membentuk representasi tekstur dan pola wajah yang lebih informatif sehingga proses identifikasi dapat dilakukan dengan lebih akurat (Atmojo et al., 2023).

Local Binary Pattern (LBP) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengenalan objek. Metode ini berfungsi untuk membedakan objek utama dengan latar belakang melalui analisis tekstur citra. Local Binary Pattern Histogram (LBPH) adalah algoritma yang mengombinasikan metode LBP dengan Histogram of Oriented Gradients (HOG). Proses pengenalan wajah dilakukan dengan membandingkan histogram fitur wajah yang diperoleh dari kamera dengan histogram wajah yang tersimpan di dalam basis data (Gunawan et al., 2024). Gambar wajah yang diambil oleh kamera dibandingkan dan dicocokkan menggunakan histogram yang diekstraksi terhadap gambar wajah di database.

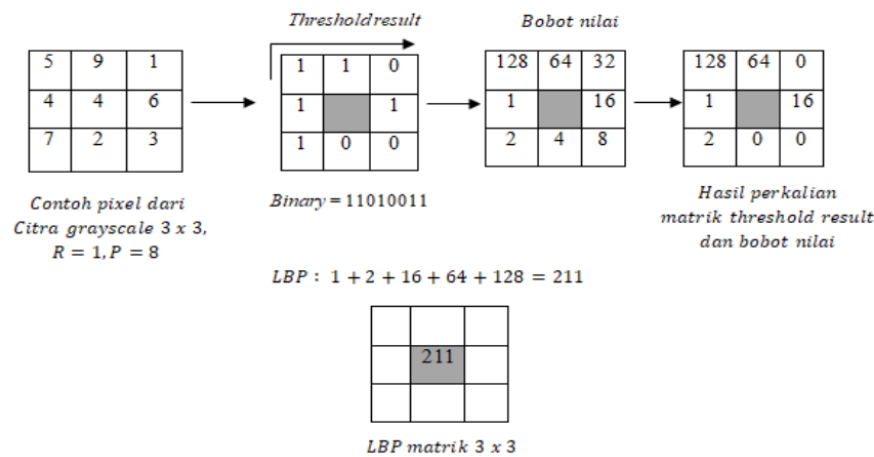
Algoritma LBPH digunakan untuk merepresentasikan citra wajah dan mengurangi kompleksitas dimensi gambar. Ekstraksi fitur tekstur dilakukan dengan membagi citra ke dalam beberapa area lokal dan menghasilkan pola biner pada tiap area. Operator LBP standar memanfaatkan delapan piksel tetangga, di mana citra dibagi menjadi sel-sel kecil. Setiap piksel dalam sel dibandingkan dengan piksel pusat sebagai nilai ambang. Piksel tetangga akan bernilai satu jika nilainya lebih besar atau sama dengan piksel pusat, dan bernilai nol jika lebih kecil (Setiawan & Rahayu, 2020).

Operator dasar LBP dengan ukuran jendela 3×3 memanfaatkan delapan piksel di sekitar piksel pusat I_c . Setiap piksel tetangga ke- n dibandingkan dengan nilai keabuan piksel pusat sebagai nilai ambang, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1), sedangkan fungsi ambang batas $s(x)$ ditunjukkan pada Persamaan (2). Pola biner yang dihasilkan dari proses tersebut kemudian digunakan sebagai representasi fitur dari piksel pusat I_c (Gunawan et al., 2024). LBP yang dihasilkan dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^8 s(i_n - i_c), 2^n$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq 0 \\ 0, & \text{if } x < 0 \end{cases}$$

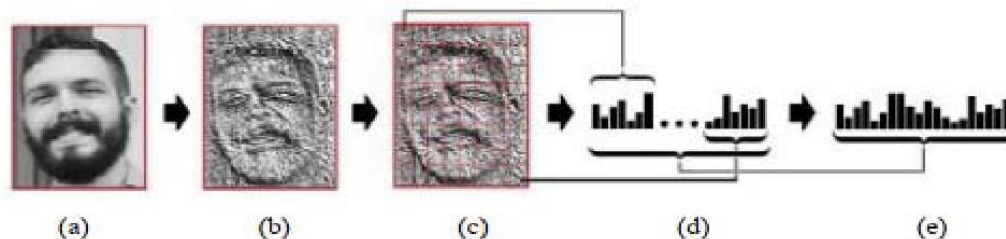
Secara umum, algoritma ekstraksi menggunakan LBP terdiri dari dua langkah: langkah thresholding dan langkah encoding. Langkah thresholding, membandingkan semua nilai piksel tetangga dengan nilai pusat pada setiap polanya, dan mengubah nilai tersebut menjadi nilai biner, yaitu 0 dan 1



Gambar 10. Ilustrasi Proses Operator LBP (Pradista et al., 2024)

Setelah citra biner lokal (*Local Binary Pattern/LBP*) diperoleh, proses berikutnya selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur dengan Histograms of Oriented Gradients (HOG). Metode HOG mengekstraksi karakteristik citra berdasarkan distribusi arah dan besar gradien intensitas pada tingkat lokal sehingga mampu merepresentasikan pola bentuk suatu objek. Pada proses pengenalan wajah, citra dibagi menjadi beberapa cell yang masing-masing terdiri atas sekumpulan piksel, sedangkan beberapa cell tersebut dikelompokkan menjadi sebuah block. Jumlah orientation bin yang digunakan untuk mengelompokkan arah gradien berpengaruh terhadap kualitas vektor fitur yang dihasilkan, sehingga turut menentukan tingkat akurasi sistem pengenalan wajah.

Metode HOG pada penelitian ini dilakukan melalui empat tahap. Pertama, citra hasil LBP dibagi beberapa area kecil (grid). Kedua, histogram dihitung untuk setiap grid tersebut. Ketiga, citra hasil LBP merupakan citra grayscale, jadi setiap grid histogram memiliki 256 nilai intensitas (0–255) yang merepresentasikan nilai piksel. Keempat, seluruh histogram dari masing-masing grid digabungkan menjadi satu histogram global. Dengan menggunakan ukuran grid 8×8 , diperoleh total fitur sebesar $8 \times 8 \times 256 = 16.384$ elemen pada histogram akhir. Histogram tersebut selanjutnya direpresentasikan sebagai sebuah vektor fitur yang digunakan untuk menggambarkan citra wajah. Ilustrasi proses LBPH meliputi citra asli, citra hasil LBP operator, pembagian grid, histogram pada setiap grid, serta penggabungan seluruh histogram menjadi satu vektor fitur (Pradista et al., 2024).



Gambar 11. Ilustrasi Proses Operator LBPH (Pradista et al., 2024)

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi wajah dan pengenalan wajah secara real-time dengan metode Haar Cascade Classifier dan Local Binary Pattern Histogram (LBPH) berbasis pustaka OpenCV. Metode Haar Cascade mampu mendeteksi wajah dengan cepat dan efisien, sedangkan metode LBPH dapat mengenali wajah berdasarkan dataset yang telah dilatih dengan tingkat akurasi yang cukup baik pada kondisi pencahayaan normal. Sistem yang dikembangkan mampu membedakan wajah pengguna yang telah terdaftar dan tidak terdaftar serta melakukan pencatatan kehadiran secara otomatis berdasarkan hasil pengenalan wajah. Selain itu, sistem ini dapat dikembangkan untuk berbagai hal, seperti sistem keamanan, kontrol otomatis, dan pendeteksian jumlah orang, serta dapat digunakan dan diintegrasikan dalam berbagai bidang dan industri jasa untuk validasi data pelanggan. Meskipun demikian, performa sistem masih dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti intensitas pencahayaan, posisi wajah, dan kualitas citra yang ditangkap kamera. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan untuk menyempurnakan sistem ini.

REFERENSI

- Adam, S., Novianti, D., & Apriyani, D. D. (2023). Perancangan Aplikasi Inventory dan Penjualan Pada Toko Ghaizan Cosmetic. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 04.
- Atmojo, T., W., Adi Rizky Pratama, & Ayu Ratna Juwita. (2023). Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haarcascade dan Local Binary Pattern Histogram. *Teknologi*, 13(2), 19–29. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v13i2.3931>
- Gunawan, M. A., Purba, H. S., Saputra, N. A. B., Wiranda, N., & Adini, M. H. (2024). Perancangan Pendeteksi Wajah dengan Metode Haar Cascade dan Local Binary Pattern Berbasis OpenCV. *Computing and Education Technology Journal*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.20527/cetj.v4i1.12332>
- Hartika, B., & Ahmad, D. (2021). Face Recognition Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier dan Convolutional Neural Network. In *Journal Of Mathematics UNP* (Vol. 6).
- Kenda, P., & Witanti, A. (2021). Sistem Presensi Berbasis Wajah Dengan Metode Haar Cascade. *Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 1 : 419-429. 10.24002/konstelasi.v1i2.4305.
- Kosasih, R., & Daomara, C. (2021). Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode Local Binary Patterns Histograms (LBPH). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(4), 1258. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3171>
- Miftahuddin, Y., & Tsabit. (2024). *Implementasi Face Recognition Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier*.
- Pradista, R., Darmanto, T., & Yulius, A. (2024). Simulasi Pengenalan Wajah Dengan Metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH). *Jurnal InTekSis*, 11(1) : 78-88.
- Pratama, R., A., Nasrudin, M., Adziima, F., A., & Wara, S.,M. (2025). Optimalisasi Deteksi Wajah Real-Time Menggunakan HAAR Cascade Classifier berbasis OpenCV. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, 7(1), 50–61. <https://doi.org/10.26905/jasiek.v7i1.15485>
- Ramadini, L., F., & Haryatmi, E. (2022). Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime. *Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 6(2) : 289-296. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v6i2.4714>

- Rochmawati, D. R. (2024). Deteksi Wajah Dengan Metode Haar Cascade Menggunakan OPENCV. *Jurnal Teknologi Komputen dan Informatika*, 3(1) : 12 pages.
- Samsu. (2017). *Metode Penelitian: Teori dan Aplikasi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Mixed Methods, serta Research and Development*. Pusat Studi Agama dan Kemasyarakatan (PUSAKA).
- Setiawan, F., & Rahayu, D. A. (2020). Sistem Pengenalan Wajah dengan Metode Local Binary Pattern Histogram pada Firebase Berbasis OpenCV. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, 4(1), 19–25.