

ANALISA KINERJA VIOLA-JONES ALGORITHM DAN DLIB LIBRARY UNTUK KLASIFIKASI PENGENALAN CITRA WAJAH

PERFORMANCE ANALYSIS OF VIOLA-JONES ALGORITHM AND DLIB LIBRARY FOR FACIAL IMAGE RECOGNITION CLASSIFICATION

Farid Wahyu Wicaksono¹, Aswin Rosadi²

¹Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Raya Sutorejo No.59, Dukuh Sutorejo, Kec. Muhyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60113

¹email: wahyufarid71@gmail.com

Abstract

The performance analysis of the Viola-Jones Algorithm and the Dlib Library in facial image recognition is a crucial aspect in the development of artificial intelligence systems. Both methods represent different approaches in handling the challenges of facial recognition, with Viola-Jones utilizing heuristic-based feature detection and Dlib employing deep learning techniques based on CNN.

The Viola-Jones Algorithm, although a well-known method for object detection including faces, particularly in face detection, has limitations in accurately recognizing variations in rotation and complex facial expressions. On the other hand, the Dlib Library, based on deep learning, offers more adaptability to these variations due to its superiority in feature extraction and deeper understanding of facial images.

The use of evaluation metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-Score in this analysis provides a comprehensive understanding of the performance of both approaches. The findings of this research offer valuable guidance in selecting the most suitable approach for specific system needs. Thus, this research not only highlights the technical advantages of each algorithm but also provides important insights for practical implementation in facial recognition systems across various fields, ranging from security to authentication technology.

Keywords: Face Recognition, Viola-Jones Algorithm, Dlib Library

Abstrak

Analisis kinerja Viola-Jones Algorithm dan Dlib Library dalam pengenalan citra wajah adalah aspek krusial dalam pengembangan sistem kecerdasan buatan. Kedua metode tersebut mewakili pendekatan yang berbeda dalam menangani tantangan pengenalan wajah, dengan Viola-Jones memanfaatkan fitur-deteksi berbasis heuristik dan Dlib menggunakan teknik deep learning berbasis CNN.

Viola-Jones Algorithm, meskipun merupakan metode yang terkenal untuk deteksi objek termasuk wajah, terutama dalam deteksi wajah, namun memiliki keterbatasan dalam hal ketepatan pengenalan pada variasi rotasi dan ekspresi wajah yang kompleks. Sementara itu, Dlib Library yang berbasis deep learning menawarkan kemampuan yang lebih adaptif terhadap variasi tersebut karena keunggulannya dalam mengekstraksi fitur dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap citra wajah.

Penggunaan metrik evaluasi untuk memperkirakan akurasi, recall, presisi, dan F1-Score didalam analisis ini memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai performa kedua pendekatan. Temuan dari penelitian ini memberikan panduan yang berharga dalam memilih pendekatan yang paling sesuai dengan kebutuhan sistem tertentu. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya menyoroti keunggulan teknis dari masing-masing algoritma, tetapi juga memberikan pandangan yang penting untuk penerapan praktis dalam sistem pengenalan wajah di herbage bidang, mulai dari keamanan hangar teknologi otentikasi.

Kata kunci: Pendeteksiwajah, Algoritma Viola-Jones, Dlib Library

Pendahuluan

Teknologi biometrik mencakup identifikasi manusia melalui bagian tubuh atau perilaku khusus. Sidik jari, tanda tangan, DNA, telinga, wajah, inframerah, cara berjalan, bentuk tangan, iris mata, aroma, telapak tangan, retina, suara, gigi, dan bibir semuanya termasuk dalam cabang biometrik yang berkembang pesat saat ini. Sistem pengenalan diri secara otomatis mengidentifikasi individu dengan bantuan teknologi komputer untuk meningkatkan keamanan sistem dan mengenali individu dengan cepat dan akurat [1].

Teknologi pengenalan wajah memegang peran penting dalam perkembangan aplikasi saat ini. Hal ini dapat menjadi solusi untuk berbagai tantangan manusia saat ini. Misalnya, pengenalan wajah dapat digunakan dalam aplikasi absensi, keamanan, Internet of Things, verifikasi kartu kredit, serta identifikasi pelaku kriminal di bandara, asrama, dan lokasi lainnya. Pengenalan wajah menggabungkan pembelajaran mesin dan teknik biometrik, fokusnya tidak hanya pada akurasi tetapi juga kehandalan operasional. Sistem pengenalan wajah yang efisien mencakup database wajah yang telah diproses dengan ekstraksi fitur tertentu yang umumnya digunakan untuk autentikasi, validasi, otorisasi, dan identifikasi [2].

Penelitian oleh Perani Rosyani dan Retnawati [3] bertujuan melakukan ekstraksi ciri pada pemrosesan gambar untuk memungkinkan sistem atau komputer mengidentifikasi dan membedakan berbagai objek wajah. Penelitian ini mengembangkan metode Viola-Jones dengan menggunakan alat Cascade Detector untuk mengenali 15 gambar yang terdiri dari 5 fitur, yakni wajah, mata kanan, mata kiri, mulut, dan hidung. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata akurasi sebesar 83,22%, dengan tingkat kesalahan sekitar 3%.

Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas metode deteksi wajah Viola-Jones dan Dlib, dilanjutkan dengan evaluasi terhadap presisi dan kinerja sistem yang dihasilkan. Diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam domain deteksi wajah dan menjadi inspirasi untuk penelitian lebih lanjut dalam pengenalan dan analisis wajah. Dengan pemahaman lebih mendalam terhadap metode deteksi wajah yang ada, diharapkan akan terjadi peningkatan dalam aplikasi pengenalan wajah, baik dari segi akurasi maupun efisiensi, serta menyajikan solusi yang lebih optimal dalam berbagai bidang aplikasi, khususnya dalam pendekatan Viola-Jones dan Dlib.

Metode Penelitian

2.1 Dataset

Dataset dipakai perihal penelitian ini berasal dari Georgia Tech Database yang dapat diakses secara publik melalui tautan http://www.anefian.com/research/face_reco.htm. Dataset ini berasal 750 gambar wajah manusia yang terbagi lagi ke dalam 50 kategori, di mana setiap kategori memiliki 15 gambar. Semua gambar memiliki ukuran yang seragam, yaitu 640 x 480 pixel.

Untuk pengambilan sampel, digunakan metode purposive sampling serta teknik Human Selection dalam pemilihan gambar-gambar tersebut. Setelah proses sampling dan seleksi manusia, dilakukan ekstraksi fitur dari data yang telah terpilih. Fitur-fitur yang diekstraksi meliputi Mu, entropi, skewness, energi, deviasi, dan smoothness yang menjadi tolak ukur Kelompok individu berdasarkan jenis kelamin, yang akan diekstraksi fiturnya untuk digunakan sebagai dasar dalam proses klasifikasi.

2.2 Dlib Library

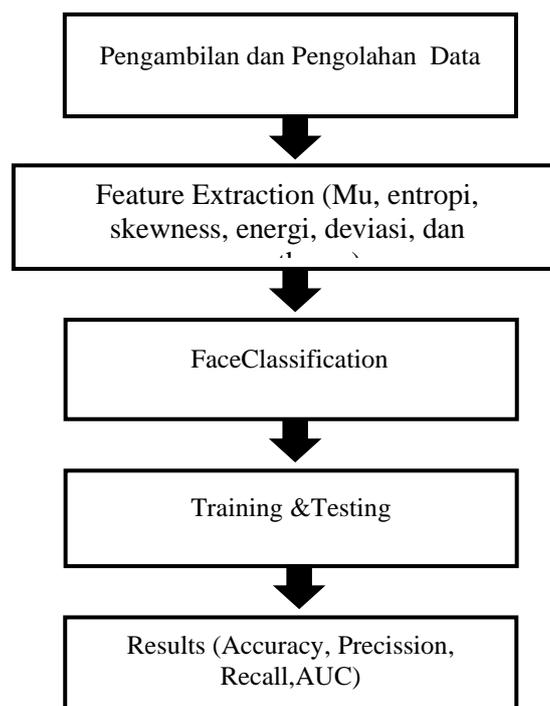
Dlib adalah sebuah perpustakaan (library) sumber terbuka yang menyediakan lingkungan untuk pengembangan perangkat lunak berbasis C++ [4]. Dlib bekerja dengan menganalisis bagian-bagian wajah dengan mengekstrak nilai-nilai dalam gambar, menghasilkan vektor fitur 128 dimensi untuk wajah manusia [5]. Perpustakaan dlib dapat digunakan dalam pengenalan wajah berbasis landmark wajah menggunakan algoritma HOG dan SVM Classifier [6].

2.3 Viola-Jones Algorithm

Penelitian kali ini menggunakan algoritma Viola-Jones untuk mengidentifikasi dan menemukan wajah. Teknik ini diperkenalkan oleh Paul Viola dan Michael Jones [7]. Pendekatan ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi dengan cepat dan akurat, sekitar 15 kali lebih cepat daripada pendekatan lainnya. Metode Viola-Jones menggabungkan empat elemen kunci: Fitur Mirip Haar, Citra Integral, Pembelajaran AdaBoost, dan Klasifikasi Kaskade. Selain mendeteksi wajah, algoritma ini juga mampu mengklasifikasikan bagian-bagian lain dari wajah [8]. Viola-Jones melakukan klasifikasi gambar berdasarkan nilai fitur yang sederhana [9].

2.4 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian kali ini dapat langsung dilihat pada gambar Desain Penelitian dibawah ini :



Gambar 1 Tahap Penelitian

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa terdapat beberapa tahapan penelitian yang akan dijelaskan pada pembahasan dibawah :

- a. Datasets yang digunakan merupakan datasets public yang diambil dari tautan http://www.anefian.com/research/face_reco.htm. Dari dataset public tersebut terdapat 750 data, yang dikelompokkan kedalam 50 bagian. Dan dilanjutkan pengolahan data yang diambil dengan metode purposive sampling, di mana sampel-sampel dipilih secara cermat dan teliti berdasarkan kriteria tertentu. Selain itu, penggunaan teknik human selection digunakan untuk memilih data dengan

kualitas tinggi, memastikan bahwa hanya data berkualitas yang dipertimbangkan dalam penelitian ini.

- b. Setelah tahap pertama, gambar-gambar tersebut diproses melalui Feature Extraction menggunakan Matlab. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan parameter seperti Mu, deviasi, skewness, energy (keseragaman), entropi, dan smoothness dari setiap gambar. Data-parameter tersebut akan digunakan untuk mengklasifikasikan gambar-gambar ke dalam kategori pria dan wanita.
- c. Setelah mendapatkan hasil dari Feature Extraction, akan dilakukan proses klasifikasi menggunakan viola-jones algorithm dan dlib library.
- d. Pengujian dilakukan dengan memisahkan dataset ke dalam dua bagian, yaitu data training dan data testing. Pengujian akan dilakukan sebanyak 5 kali dengan setiap pengujian membagi proporsi data training dan data testing yaitu 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%, 50% : 50%.
- e. Hasil pengujian berupa akurasi, precision dan recall serta AUC [10]
 - Akurasi merupakan tingkat kesesuaian antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Hal ini dapat diukur menggunakan suatu persamaan

$$\text{accuracy} = \frac{TP+ TN}{TP+TNFP +FN} * 100 \dots\dots\dots (1)$$

- Precision adalah ukuran keakuratan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan respons yang diberikan oleh sistem. Hal ini dapat dihitung menggunakan suatu persamaan

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+ FP} * 100\dots\dots\dots (2)$$

- Recall merupakan tingkat keberhasilan sistem dalam mengembalikan suatu informasi yang diminta. Dapat ditentukan dengan persamaan

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP +FP} * 100\dots\dots\dots (3)$$

- f. AUC (Area Under the Curve) adalah bagian di bawah kurva ROC (Receiver Operating Characteristic), yang menampilkan probabilitas dengan variabel sensitivitas dan kekhususan (specificity) yang berkisar dari 0 hingga 1. Ini mencerminkan luas daerah di bawah kurva yang menggambarkan kinerja model dalam membedakan kelas yang berbeda.

Hasil dan Pembahasan

Pada langkah ini, dilakukan pengunduhan gambar wajah dari situs http://www.anefian.com/research/face_reco.htm dan disimpan dalam sebuah folder di komputer. Terdapat 750 datagambar yang berasal dari 50 kategoriyang digunakan dalam eksperimen. Untuk



Gambar 2 Image Viewer

memverifikasi bahwa data telah berhasil dimasukkan ke dalam sistem, sebuah skema dibuat dengan menggunakan fungsi impor gambardan penampil gambar. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data dapat ditampilkan dengan baik pada sistem.

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menjamin bahwa sebelum dimasukkan ke dalam pemodelan algoritma Viola-Jones dan DLIB library, terlebih dahulu dilakukan preprocessing dan image embedding dengan melibatkan arsitektur image Inception v3. Inception v3 adalah sebuah arsitektur jaringan saraf tiruan yang dikembangkan oleh GoogleNet dengan tujuan untuk melakukan analisis gambar dan deteksi objek secara komputasi.

Setelah memastikan bahwa data telah mengalami proses preprocessing, langkah berikutnya adalah melakukan FeatureExtraction dengan memilih model algoritma yang sesuai. Terdapat dua algoritma yang dianggap sesuai, yaitu algoritma Viola-Jones dan DLIB library. Meskipun Viola-Jones Algorithm dikenal sebagai metode yang efektif untuk mendeteksi objek, termasuk wajah, namun terutama dalam hal deteksi wajah, metode ini memiliki keterbatasan dalam ketepatan pengenalan pada situasi variasi rotasi dan ekspresi wajah yang kompleks. Sebaliknya, Dlib Library yang berbasis deep learning menawarkan kemampuan yang lebih adaptif terhadap variasi tersebut karena keunggulannya dalam mengekstraksi fitur dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap citra wajah.

Dalam fase pengujian, dataset akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih (training) dan data uji (testing). Pengujian akan dilaksanakan sebanyak lima kali, dengan setiap percobaan mengalokasikan proporsi berbeda antara data latih dan data uji, yakni 90%:10%, 80% :20%, 70 %:30%, 60%: 40%, dan 50%:50%. Hasil dari pengujian itu didapatkan daritabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Algoritma Viola-Jones dan DLIB library berdasarkan Proporsi Data Training & Testing

Uji ke	Proporsi Dataset %	Viola-Jones			
		Acc%	Prec%	Recc%	AUC%
1	90 : 10	99,70	99,80	99,70%	99,70
2	80 : 20	96,80	97,20	96,80%	99,90
3	70 : 0	95,90	96,30	95,90%	99,70
4	60 : 40	92,90	93,30	92,90%	99,40
5	50 : 50	89,90	90,10	89,90%	98,90

Uji ke	Proporsi Dataset %	DLIB			
		Acc%	Prec%	Recc%	AUC%
1	90 : 10	98,80	98,90	98,80 %	99,90
2	80 : 20	99,20	99,20	99,20 %	100
3	70 : 0	99,20	99,20	99,20 %	99,90
4	60 : 40	98,50	98,60	98,50 %	99,80
5	50 : 50	96,70	96,90	96,70%	99,60

Berdasarkan tabel tersebut, prestasi tertinggi dalam hal akurasi terjadi pada algoritma Viola-Jones dengan proporsi dataset 90%:10%, mencapai 99,70%. Sementara itu, pada algoritma DLIB, prestasi tertinggi dalam hal akurasi terdapat pada proporsi dataset 80%:20% dan 70%:30%, yaitu sebesar 99,20%. Dalam hal presisi, algoritma Viola-Jones juga mencapai prestasi tertinggi dengan proporsi dataset 90%:10%, mencapai 99,80%. Sementara algoritma DLIB menunjukkan tingkat presisi tertinggi pada proporsi dataset 80%:20% dan 70%:30%, yaitu sebesar 99,20%. Untuk recall, prestasi tertinggi terdapat pada algoritma Viola-Jones dengan proporsi dataset 90%:10%, sedangkan algoritma DLIB mencapai tingkat recall tertinggi pada proporsi dataset 80%:20% dan 70%:30%, mencapai 99,20%. Tingkat AUC tertinggi pada algoritma Viola-Jones tercapai pada proporsi dataset 80%:20%, mencapai 99,90%, sementara algoritma DLIB mencapai prestasi tertinggi pada proporsi dataset 80%:20%, dengan tingkat AUC mencapai 100%.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini memberikan hasil evaluasi kinerja, termasuk akurasi, presisi, recall, dan AUC, dalam melakukan klasifikasi pengenalan wajah menggunakan algoritma Viola-Jones dan DLIB. Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan, serta serangkaian pengujian yang dilakukan, secara keseluruhan, algoritma Viola-Jones menunjukkan tingkat akurasi, presisi, dan recall yang lebih tinggi daripada algoritma DLIB pada proporsi dataset 90% :10%. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kompleksitas dan pengaturan parameter yang diterapkan pada masing-masing algoritma. Namun, pada algoritma DLIB, terdapat kesamaan nilai tertinggi dalam hal akurasi, presisi, dan recall pada proporsi dataset 80%:20% dan 70%: 30%, yaitu sebesar 99, 20%. Temuan ini menunjukkan perlunya evaluasi ulang terhadap parameter yang digunakan untuk memastikan kesesuaian dengan karakteristik model dataset yang digunakan. Meskipun begitu, dalam hal tingkat persentase AUC tertinggi, algoritma DLIB mencapai performa terbaik dibandingkan dengan Viola-Jones pada proporsi dataset 80%:20%, mencapai nilai 100%..

Daftar Rujukan

- [1] Darma Putra, Ed., *Sistem biometrika ; konsep dasar, teknik analisis citra, dan tahapan membangun aplikasi sistem biometrika*, 1st ed. Andi Offset, 2009.
- [2] C. Kirana and B. Isnanto, "Face Identification For Presence Applications Using Violajones and Eigenface Algorithm," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 7–14, 2016, doi: 10.32736/sisfokom.v5i2.189.
- [3] P. Rosyani and R. Retnawati, "Ekstraksi Fitur Wajah Menggunakan Metode Viola Jones dengan Tools Cascade Detector," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 633, 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6062.
- [4] Q. Mutiara and E. Prasetyo, "Perbandingan Metode Eigenface, Fisherface, dan LBPH pada Sistem Pengenalan Wajah," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 18, no. 4, 2019, doi: 10.32409/jikstik.18.4.2675.
- [5] A. Purwanto, F. U.- Jurnal, and undefined 2019, "Deteksi Pergerakan Mata dan Kedipan Untuk Memilih Empat Menu Display Menggunakan Probabilitas Berdasarkan Facial Landmark," *Download.Garuda.Kemdikbud.Go.Id*, vol. 3, no. 11, pp. 10865–10874, 2019, [Online]. Available: [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1479168&val=10384&title=Deteksi Pergerakan Mata dan Kedipan Untuk Memilih Empat Menu Display Menggunakan Probabilitas Berdasarkan Facial Landmark](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1479168&val=10384&title=Deteksi%20Pergerakan%20Mata%20dan%20Kedipan%20Untuk%20Memilih%20Empat%20Menu%20Display%20Menggunakan%20Probabilitas%20Berdasarkan%20Facial%20Landmark)
- [6] L. Variz, L. Piardi, P. J. Rodrigues, and P. Leitao, "Machine learning applied to an intelligent and adaptive robotic inspection station," *IEEE Int. Conf. Ind. Informatics*, vol. 2019-July, pp. 290–295, 2019, doi: 10.1109/INDIN41052.2019.8972298.
- [7] F. Takashima, K. Mizunoya, and Y. Morimoto, "The effect of T-shape stopcock lock techniques to prevent blood sample contamination compared with collecting samples from non-closed arterial line system," *Japanese J. Anesthesiol.*, vol. 67, no. 2, pp. 203–207, 2018.
- [8] S. Recognition and U. M. Cepstrum, "Electronic Letters on Science & Engineering 2 (2) (2006)," vol. 2, no. 2, pp. 8–15, 2006.
- [9] P. Viola and M. Jones, "Robust Real-Time Face Detection Intro to Face Detection," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 57, no. 2, pp. 137–154, 2004.
- [10] I. Setiawati and E. I. Sela, "Classification of Facial Expression Using Principal Component Analysis (PCA) Method and Support Vector Machine (SVM)," *Int. J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 23–29, 2022, doi: 10.24203/ijcit.v11i1.205.