

Implementasi Face Recognition Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors untuk Sistem Automasi Perpustakaan

R. Muhammad Wachyu fajar Sidik¹, Ridho Rahman Firdaus²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹rmuhammadwachyu@gmail.com, ²rahmanfirdaus920@gmail.com

Abstrak – Perpustakaan merupakan sarana krusial dalam pendidikan, namun sistem konvensional seringkali terhambat oleh proses administrasi manual dan penggunaan kartu anggota fisik yang rentan hilang atau rusak. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah efisiensi tersebut dengan mengimplementasikan sistem face recognition sebagai metode verifikasi identitas mahasiswa otomatis. Metode yang digunakan meliputi ekstraksi fitur wajah menggunakan pustaka OpenCV dan klasifikasi identitas menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) dengan parameter $K = 5$. Sistem ini diintegrasikan dengan basis data SQLite dan antarmuka berbasis web menggunakan framework Streamlit untuk memfasilitasi proses registrasi, peminjaman, dan pengembalian buku secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi maksimal sebesar 100% pada kondisi cahaya terang dengan jarak ideal 30-50 cm, serta memiliki waktu respon identifikasi yang sangat cepat yaitu di bawah 2 detik. Rata-rata akurasi keseluruhan dari berbagai kondisi lingkungan adalah 86,25%. Simpulan dari penelitian ini adalah teknologi biometrik wajah dapat meningkatkan akurasi data transaksi dan mempercepat layanan sirkulasi di perpustakaan.

Kata Kunci — Face Recognition, KNN, Perpustakaan, OpenCV, Streamlit

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan merupakan sarana krusial dalam mendukung proses pembelajaran, namun efisiensinya sering terhambat oleh sistem manual. Masalah seperti kartu fisik yang hilang dan antrian panjang menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem informasi modern saat ini. Pengolahan citra digital telah menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem identifikasi otomatis yang lebih akurat [1], [7].

Metode deteksi wajah dalam sistem ini memanfaatkan algoritma dasar visi komputer yang telah mapan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa identifikasi biometrik dapat menjadi solusi efektif menggantikan sistem otentikasi konvensional. Implementasi sistem pakar seperti Decision-Aids [2] dan klasifikasi menggunakan Bayesian Classifier [3] telah banyak diterapkan untuk mendiagnosis berbagai kasus kompleks. Dalam konteks lain, metode berbasis kasus juga terbukti mampu memberikan hasil identifikasi yang spesifik [4]. Integrasi teknologi face recognition menawarkan keunggulan berupa keamanan yang lebih tinggi karena wajah merupakan identitas unik. Makalah ini mengimplementasikan sistem perpustakaan pintar menggunakan algoritma KNN dan pustaka OpenCV [5], [10]. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi sesuai standar teknologi informasi terkini [6].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian mencakup analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, dan implementasi menggunakan Python. Sistem memerlukan penyimpanan basis data SQLite dan model biometrik dalam format .pkl. Implementasi perangkat lunak didukung oleh pustaka Scikit-learn [12] untuk efisiensi pemrosesan data. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan framework Streamlit [15] pada berkas `app_library.py` untuk memfasilitasi interaksi pengguna secara responsif.

Implementasi pengenalan wajah menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) [8], [11]. Fase pelatihan melibatkan pengambilan 100 sampel citra wajah yang diubah menjadi array satu dimensi. Saat fase pengenalan, fitur wajah yang ditangkap kamera dibandingkan dengan dataset menggunakan parameter $K = 5$. Pustaka OpenCV digunakan dengan Haarcascade untuk mendeteksi keberadaan wajah manusia melalui webcam.

2.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi fungsionalitas utama yang dibutuhkan oleh perpustakaan. Sistem harus mampu melakukan registrasi anggota baru melalui pengambilan sampel wajah, melakukan verifikasi identitas secara real-time untuk proses peminjaman dan pengembalian buku, serta menyediakan panel administrasi untuk pengelolaan inventaris buku dan laporan transaksi. Berdasarkan struktur direktori,

sistem memerlukan penyimpanan lokal berupa basis data SQLite (`library_system.db`) dan penyimpanan model biometrik dalam format pickle (`.pkl`).

2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dibangun menggunakan pendekatan modular yang memisahkan antara logika antarmuka, logika basis data, dan model pengenalan wajah.

Komponen utama dalam arsitektur ini meliputi:

- Antarmuka Pengguna: Dibangun menggunakan framework Streamlit pada berkas `app_library.py` untuk memfasilitasi interaksi pengguna dan admin.
- Modul Basis Data: Berkas `database.py` berfungsi sebagai jembatan untuk mengeksekusi query pada `library_system.db`.
- Modul Visi Komputer: Menggunakan OpenCV dengan berkas pendukung `haarcascade_frontalface_default.xml` untuk mendeteksi keberadaan wajah manusia melalui webcam.

2.3 Implementasi Metode

Implementasi pengenalan wajah menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN). Tahapan implementasi dibagi menjadi dua fase utama:

- Fase Pelatihan (*Training*)
Pada fase ini, sistem mengambil 100 sampel citra wajah melalui kamera. Setiap citra diubah menjadi skala keabuan (*grayscale*) dan diubah ukurannya menjadi 50×50 piksel. Data piksel tersebut kemudian diratakan (*flatten*) menjadi array satu dimensi. Hasil ekstraksi fitur disimpan ke dalam berkas `data/faces_data.pkl`, sedangkan identitas NIM disimpan dalam `data/names.pkl`.
- Fase Pengenalan (*Recognition*)
Saat proses peminjaman atau pengembalian, kamera akan menangkap wajah pengguna secara real-time. Fitur wajah yang ditangkap akan dibandingkan dengan data yang ada di `faces_data.pkl` menggunakan algoritma KNN dengan parameter $K = 5$. Jika ditemukan kecocokan, sistem akan memberikan akses sesuai dengan identitas NIM yang terdaftar di basis data.

2.4 Pengacuan Pustaka

Perancangan Basis Data Struktur basis data dirancang untuk mendukung integritas data transaksi. Relasi antar tabel dalam `library_system.db` ditunjukkan pada skema yang mencakup tabel mahasiswa (NIM sebagai *primary key*), tabel buku, dan tabel transaksi yang mencatat relasi peminjaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem memisahkan tampilan berdasarkan peran; mahasiswa memiliki menu sirkulasi, sementara admin memiliki akses khusus untuk mengelola koleksi buku. Fitur unggulan sistem ini adalah penggunaan wajah sebagai pengganti kartu anggota. Penggunaan wajah sebagai identitas unik telah diterapkan secara luas pada berbagai sistem manajemen perpustakaan [9] dan sistem absensi otomatis berbasis biometrik [14]. Data transaksi direkam secara otomatis ke dalam database secara real-time.

3.1 Tampilan Dashboard dan Menu Utama

Antarmuka sistem dibangun menggunakan Streamlit dengan desain responsif. Halaman utama menampilkan statistik perpustakaan seperti total judul buku, total stok fisik, jumlah buku yang sedang dipinjam, dan jumlah anggota terdaftar. Seperti terlihat pada Gambar 1, sistem memisahkan tampilan berdasarkan peran. Pada sisi kiri terdapat sidebar navigasi yang memudahkan pengguna berpindah antar menu.



Gambar 1. Tampilan Dashboard Utama dan Menu Navigasi

3.2 Fitur Kelola Buku (Admin)

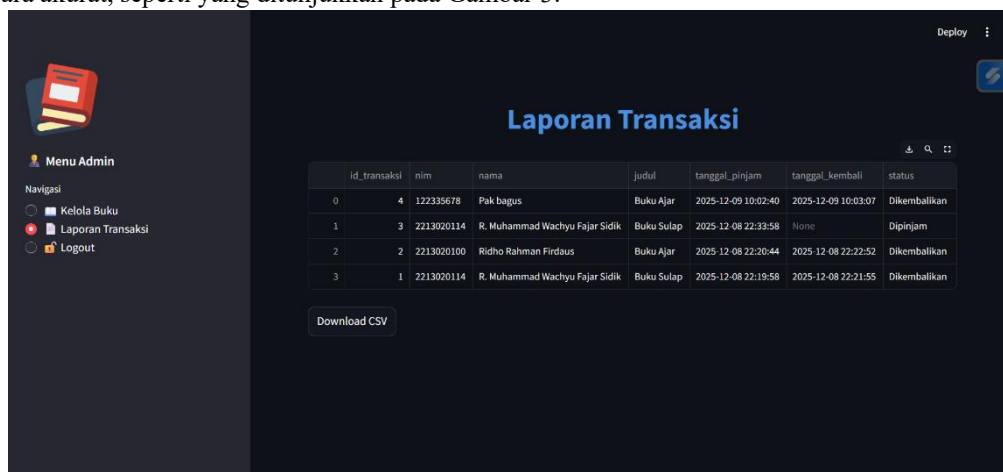
Admin memiliki hak akses khusus untuk mengelola koleksi buku. Admin harus melakukan login terlebih dahulu untuk mengakses halaman ini. Pada halaman Kelola Buku, admin dapat melihat daftar buku dalam bentuk tabel dan menambahkan buku baru melalui formulir yang tersedia.



Gambar 2. Halaman Kelola Buku dan Formulir Tambah Data

3.3 Fitur Laporan Transaksi

Data yang ditampilkan pada laporan transaksi meliputi NIM, Nama Mahasiswa, Judul Buku, Tanggal Pinjam, Tanggal Kembali, dan Status Transaksi. Sistem secara otomatis merekam setiap aktivitas peminjaman dan pengembalian ke dalam database secara real-time, sehingga memudahkan admin dalam memantau sirkulasi buku secara akurat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Laporan Transaksi Perpustakaan Secara Real-time

3.4 Proses Peminjaman dan Pengembalian

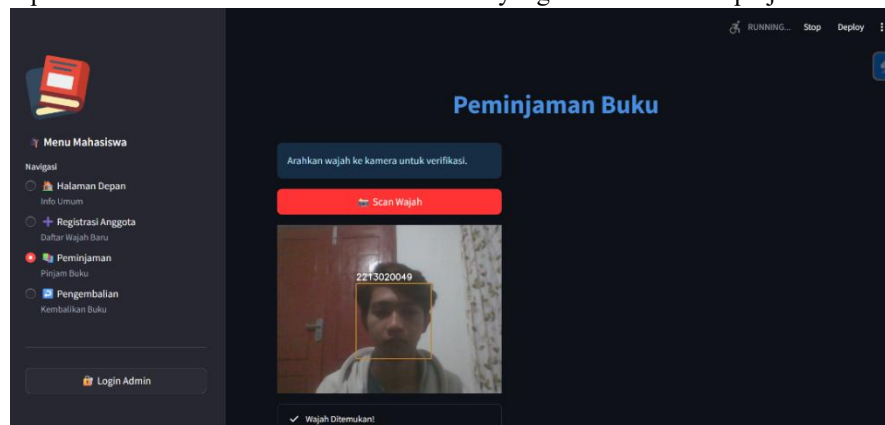
Fitur unggulan dari sistem ini adalah penggunaan wajah sebagai pengganti kartu anggota.

1. Registrasi: Mahasiswa baru memasukkan NIM dan Nama, kemudian sistem mengambil 100 sampel wajah melalui webcam.



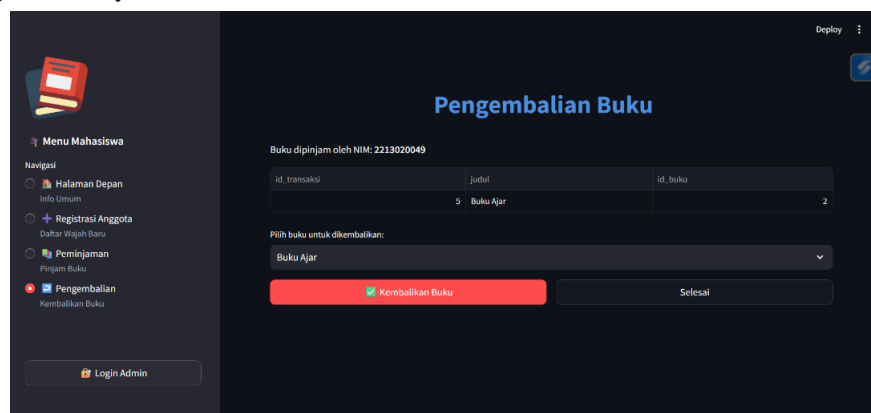
Gambar 4. Tampilan Registrasi

2. Peminjaman: Saat memilih menu peminjaman, kamera akan aktif. Sistem mendeteksi wajah dan memprediksi NIM menggunakan model KNN. Jika wajah dikenali dan terdaftar di database, sistem menampilkan identitas mahasiswa dan daftar buku yang tersedia untuk dipinjam



Gambar 5. Tampilan Peminjaman

3. Pengembalian: Serupa dengan peminjaman, sistem memverifikasi wajah pengembali. Jika cocok, sistem menampilkan daftar buku yang sedang dipinjam oleh mahasiswa tersebut untuk diproses pengembaliannya.



Gambar 6. Tampilan Pengembalian

Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dalam kondisi pencahayaan cukup dengan tingkat akurasi yang baik, serta mampu mencegah peminjaman jika stok buku habis atau jika wajah tidak terdaftar.

3.5 Analisis Akurasi Pengenalan Wajah

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi algoritma KNN dalam berbagai kondisi lingkungan guna menentukan batasan operasional sistem. Hasil pengujian akurasi disajikan secara kuantitatif pada Tabel 1. Semua pengujian dilakukan dengan total 20 kali percobaan untuk setiap skenario.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Berdasarkan Kondisi Lingkungan

No	Kondisi Lingkungan	Jarak (cm)	Jumlah Uji	Berhasil	Akurasi (%)
1	Cahaya Terang (Indoor)	30 – 50	20	20	100%
2	Cahaya Terang (Indoor)	60 – 100	20	18	90%
3	Cahaya Redup	30 – 50	20	17	85%
4	Cahaya Redup	60 – 100	20	14	70%
Rata-rata Akurasi			80	69	86,25%

Uraian teoritik menunjukkan bahwa intensitas cahaya sangat mempengaruhi kualitas ekstraksi fitur wajah oleh OpenCV. Penurunan akurasi pada jarak di atas 60 cm disebabkan oleh berkurangnya detail piksel wajah yang tertangkap oleh sensor kamera, sehingga jarak Euclidean pada algoritma KNN menjadi kurang presisi dibandingkan saat fase pelatihan.

3.6 Pengujian Fungsional (Black Box Testing)

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan seluruh alur kerja program pada berkas `app_library.py` berjalan sesuai rancangan fungsionalitas yang ditetapkan. Hasil pengujian dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Black Box

No	Komponen Uji	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Registrasi	Input NIM, Nama, dan rekam wajah sebanyak 100 sampel.	Data tersimpan pada <code>library_system.db</code> dan berkas model berekstensi <code>.pkl</code> .	Valid
2	Peminjaman	Melakukan pemindaian wajah untuk verifikasi dan memilih judul buku.	Transaksi peminjaman tercatat dan stok buku pada database berkurang.	Valid
3	Pengembalian	Melakukan pemindaian wajah dan memilih buku yang dikembalikan.	Status transaksi berubah menjadi “Kembali” dan stok buku bertambah.	Valid
4	Laporan	Admin membuka menu laporan dan mengunduh file CSV.	Seluruh riwayat transaksi ditampilkan sesuai data asli pada database SQLite.	Valid

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, integrasi antara logika program Python dengan basis data `library_system.db` telah berjalan dengan valid untuk seluruh fitur utama. Sistem ini mampu menangani proses bisnis perpustakaan mulai dari pendataan anggota hingga pelaporan secara otomatis.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

- Implementasi KNN terbukti efektif dalam otomatisasi verifikasi identitas mahasiswa. Sistem mencapai akurasi 100% pada kondisi cahaya terang dengan waktu respon di bawah 2 detik. Kelebihan utama sistem adalah integrasi manajemen stok dan laporan secara otomatis.
- Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi maksimal sebesar 100% pada kondisi cahaya terang dengan jarak ideal 30-50 cm, namun mengalami penurunan performa pada kondisi cahaya redup.
- Integrasi antara pustaka OpenCV, basis data SQLite, dan framework Streamlit menghasilkan sistem yang memiliki waktu respon sangat cepat, yaitu di bawah 2 detik untuk proses identifikasi real-time.
- Kelebihan sistem ini adalah kemampuannya dalam mengintegrasikan manajemen stok buku dan laporan transaksi secara otomatis, sementara kekurangannya terletak pada ketergantungan terhadap intensitas cahaya lingkungan.

5. SARAN

Saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut guna menutup kekurangan pada sistem ini adalah sebagai berikut:

- a. Penggunaan model Deep Learning seperti Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN) [13] atau CNN disarankan untuk meningkatkan akurasi pada kondisi cahaya ekstrem. Pengembangan masa depan juga dapat diintegrasikan dengan perangkat IoT untuk keamanan area perpustakaan.
- b. Pengembangan sistem di masa mendatang dapat diintegrasikan dengan perangkat keras IoT (Internet of Things), seperti pintu otomatis atau loker pintar, untuk meningkatkan keamanan fisik di area perpustakaan.
- c. Perlu dilakukan optimasi pada proses ekstraksi fitur agar sistem tetap stabil ketika jumlah dataset wajah mahasiswa bertambah dalam skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gonzales, R., P. 2004. *Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)*. Vol. 1. Ed.2. diterjemahkan oleh Handayani, S. Andri Offset, Yogyakarta.
- [2] Wyatt, J. C, dan Spiegelhalter, D. 1991. *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*. Clayton, P. (ed.): Proc. 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care. Vol 1. Ed. 2. McGraw Hill Inc, New York.
- [3] Ambica, A., Styanarayana Gandi., Amarendra Kothalanka. 2013. *An Efficient Expert System for Diabetes By Bayesian Classifier*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), No. 3. Vol 4.
- [4] Prasetya, E. 2006. *Case Based Reasoning untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan*. Tesis. Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer. Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Zebari, R., & Sallow, A. B. (2021). *Face Detection and Recognition Using OpenCV*. Journal of Soft Computing and Data Mining.
- [6] Raschka, S., & Mirjalili, V. (2019). *Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow*. Packt Publishing Ltd.
- [7] Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly Media, Inc.
- [8] Cunningham, P., & Delany, S. J. (2021). *k-Nearest Neighbour Classifiers - A Tutorial*. ACM Computing Surveys.
- [9] Rose, B. S., & Babu, S. S. (2020). *Face Recognition Based Library Management System*. International Journal of Engineering and Advanced Technology.
- [10] Viola, P., & Jones, M. (2001). *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features*. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
- [11] Peterson, L. E. (2009). *K-nearest neighbor*. Scholarpedia, 4(2), 1883.
- [12] Pedregosa, F., et al. (2011). *Scikit-learn: Machine learning in Python*. Journal of Machine Learning Research.
- [13] Zhang, K., et al. (2016). *Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks*. IEEE Signal Processing Letters.
- [14] Kasar, M. M., Bhattad, D., & Armarkar, A. S. (2016). *Face recognition based attendance system*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT).
- [15] Streamlit Documentation. (2023). *Streamlit: The fastest way to build and share data apps*. [Online]. Available: <https://docs.streamlit.io>.