



Sistem Pengenalan Wajah pada Sistem KYC dengan Algoritma Local Binary Pattern Histogram

Hafidz Ubaidillah

Universitas Muhammadiyah Gresik

Korespondensi penulis: hafidz21ub@gmail.com

Henny Dwi Bhakti

Universitas Muhammadiyah Gresik

Alamat: Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121

Abstract. *With the increasing internet usage post-pandemic, ensuring the security of a fintech application becomes imperative. Bangbeli implements KYC procedures using facial recognition technology and stringent security protocols to verify identities and safeguard users' personal data in compliance with Bank Indonesia regulations. Utilizing Haar Cascade Classifier, Local Binary Pattern Histogram, and histogram equalization, an API (Application Programming Interface) has been created for facial training and prediction. These methods were chosen for their credibility, achieving an 88% accuracy with 33 samples and 90% with 10 samples. This study focuses on constructing an API for mobile services at Bangbeli, achieving 87.5% accuracy, 81.25% precision, 87.5% recall, and a 25% error rate. The model demonstrates good performance in facial recognition, with an acceptable error rate. Although precision is slightly lower than recall, it suggests the model is more inclined to identify most positive data with some errors rather than discard potentially identifiable faces.*

Keywords: KYC, Face Recognition, API, Local Binary Pattern Histogram Algorithm.

Abstrak. Seiring meningkatnya pengguna internet pasca pandemi, tingkat keamanan sebuah aplikasi fintech perlu meningkatkan keamanannya. Oleh karena itu, Bangbeli menerapkan prosedur KYC dengan teknologi pengenalan wajah dan protokol keamanan ketat untuk memastikan verifikasi identitas dan melindungi data pribadi pengguna sesuai peraturan Bank Indonesia. Dengan menggunakan haar cascade classifier, Local Binary Pattern Histogram, dan histogram equalization telah berhasil membuat sebuah API (Application Programming Interface) untuk melatih dan memprediksi wajah. Metode-metode ini dipilih karena memiliki kredibilitas yang baik memiliki akurasi 88% dengan 33 sampel, dan 90% dengan 10 sampel. Penelitian ini berfokus untuk membangun API agar hasilnya dapat dikonsumsi oleh layanan mobile Bangbeli dan berhasil mendapatkan akurasi 87.5%, presisi 81.25%, recall 87.5% dan tingkat kesalahan 25%. Terlihat bahwa model memiliki kinerja yang baik dalam mengenali wajah, dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima. Meskipun presisi sedikit lebih rendah dari recall, hal ini menunjukkan bahwa model lebih cenderung untuk mengidentifikasi sebagian besar data positif dengan beberapa kesalahan, daripada membuang potensi wajah yang seharusnya diidentifikasi.

Kata kunci: KYC, Pengenalan Wajah, API, Algoritma Local Binary Pattern Histogram.

LATAR BELAKANG

Pandemi global mendorong peningkatan penggunaan internet di seluruh dunia, dengan masyarakat mengalihkan aktivitas ke dunia online karena pembatasan sosial dan fisik. Fenomena ini juga meningkatkan transaksi keuangan digital, menimbulkan tantangan keamanan, perlindungan data, dan pencegahan risiko kejahatan. Dalam konteks ini, perusahaan dan pelaku industri perlu mengembangkan sistem keamanan yang andal dan strategi yang terus diperbarui untuk menjaga integritas dan kepercayaan pengguna terhadap ekosistem transaksi keuangan digital (Harahap & Isbandi, 2020).

Received Desember 18, 2023; Accepted Januari 08, 2024; Published Maret 27, 2024

*Hafidz Ubaidillah, hafidz21ub@gmail.com

Bangbeli memastikan keamanan transaksi dan privasi pengguna dengan menerapkan KYC sesuai peraturan Bank Indonesia nomor 23/6/PBI/2021 (Bank Indonesia, 2021). KYC melibatkan verifikasi identitas pelanggan melalui fitur pengenalan wajah dan algoritma pemrosesan citra terkini, memastikan keaslian identitas dengan tingkat akurasi tinggi. Protokol keamanan ketat juga diterapkan pada pengelolaan data pribadi sesuai persyaratan peraturan, menjaga kerahasiaan dan integritas informasi transaksi dan identitas pengguna.

Selain KYC, Bangbeli mengakui pentingnya fitur pemulihan akun yang aman. Kami hanya memberikan akses fitur ini kepada pemilik asli atau yang telah mengaktifkan KYC. Fitur baru ini melibatkan verifikasi kemiripan foto wajah dengan menggunakan metode Local Binary Pattern Histogram, memberikan tingkat keamanan tambahan dan melindungi pengguna dari potensi kebocoran informasi atau penyalahgunaan akun.

Local Binary Pattern Histogram (LBPH) adalah metode ekstraksi ciri pengenalan wajah yang mengukur perubahan intensitas piksel di sekitar setiap piksel dalam gambar, menghasilkan representasi biner pola tekstur dan menghitung histogram pola biner di seluruh gambar (Singh, 2021). LBPH kuat dalam pengenalan wajah karena mengatasi variasi cahaya, pose, dan ekspresi wajah. Keunggulannya termasuk ketahanan terhadap variasi wajah, ekstraksi ciri lokal akurat, kinerja real-time, kemudahan integrasi, akurasi tinggi, adaptabilitas, skalabilitas, dan aplikasi serbaguna, menjadikannya solusi andal untuk meningkatkan keamanan, otomatisasi, dan analisis citra industri.

Dalam penelitian sebelumnya, metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH) dikombinasikan dengan algoritma Haar Cascade Classifier, menghasilkan akurasi 90% dengan 10 sampel individu (Pribadi, 2023). Penelitian lain dengan metode serupa, ditambahkan histogram equalization dengan 35 sampel individu, mencapai akurasi 88% (Salman, 2020). Meskipun histogram equalization dapat menangani gambar intensitas cahaya rendah dengan akurasi 88%, metode ini memiliki kelemahan pada citra dengan variasi intensitas piksel yang ekstrem, memerlukan pengolahan citra tambahan (Saluty et al, 2023).

KAJIAN TEORITIS

1. Know Your Customer (KYC)

KYC adalah prinsip krusial di industri keuangan untuk memastikan pengumpulan dan pemeriksaan rinci informasi pelanggan. Ini mencakup verifikasi identitas dan pengumpulan data aktivitas pelanggan, mendukung identifikasi potensi aktivitas mencurigakan yang berpotensi merugikan sistem keuangan (Isima & Khoirunnisa, 2023). Implementasi prinsip KYC mencegah risiko dari pelanggan tidak sah atau aktivitas

mencurigakan di industri keuangan dengan mengidentifikasi tindakan tidak wajar, memungkinkan pengambilan langkah pencegahan proaktif. KYC juga menjaga integritas sistem keuangan dengan memastikan bahwa pelanggan yang terlibat dalam transaksi keuangan adalah individu yang tepat dan memiliki riwayat yang terverifikasi dengan baik (Bempah, 2022).

Implementasi KYC dalam aplikasi pelayanan transaksi keuangan melibatkan beberapa hal teknis yang penting. Berikut adalah dua poin yang dapat menjelaskan beberapa aspek teknis yang terkait:

1. Proses Verifikasi Identitas

Dalam implementasi KYC dalam aplikasi transaksi keuangan, penting untuk memiliki proses verifikasi identitas yang kuat. Ini melibatkan pengumpulan informasi pribadi dari pelanggan, seperti nama lengkap, alamat, tanggal lahir, nomor identitas, dan mungkin juga foto identitas. Aplikasi harus menyediakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pelanggan memasukkan dan mengunggah informasi ini dengan aman. Selain itu, ada juga kebutuhan untuk menggunakan algoritma pemadanan data yang akurat untuk memverifikasi keaslian informasi yang diberikan dengan menggunakan database terpercaya, seperti database kependudukan atau basis data identitas nasional. Proses verifikasi identitas ini penting untuk memastikan bahwa hanya pelanggan yang sah yang dapat menggunakan layanan transaksi keuangan.

2. Pemantauan Aktivitas Pelanggan

Aplikasi perlu memiliki mekanisme pemantauan aktivitas pelanggan yang efektif dengan menggunakan algoritma analisis data untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan, seperti pola transaksi yang tidak proporsional atau tidak konsisten dengan kebiasaan pelanggan. Untuk itu, aplikasi harus dilengkapi dengan sistem kecerdasan buatan (AI) guna menganalisis data secara real-time dan memberikan peringatan atau tindakan preventif terhadap aktivitas yang mencurigakan, membantu mencegah tindakan kejahatan keuangan, seperti pencucian uang atau pendanaan terorisme.

Dalam kesimpulan, prinsip KYC dalam industri keuangan menjadi penting untuk memastikan keamanan dan keandalan sistem keuangan. Dengan memahami dan menerapkan prinsip KYC secara efektif, pihak berwenang dapat mengidentifikasi potensi risiko dan aktivitas mencurigakan, serta menjaga integritas industri keuangan secara keseluruhan.

2. OTP

One-Time Password (OTP) adalah fitur kunci untuk melindungi akun pengguna dengan mengirimkan kode unik melalui pesan teks, email, atau aplikasi otentikasi. Setiap OTP hanya berlaku sekali, mencegah akses tidak sah dengan memvalidasi identitas pengguna pada login atau transaksi tertentu. Penggunaan OTP memberikan lapisan keamanan tambahan, mengurangi risiko potensial terkait kebocoran kata sandi atau serangan hacking (Hapsari et al., 2020).

Implementasi One-Time Password (OTP) dalam aplikasi meningkatkan keamanan akun pengguna dengan memberikan kode yang hanya berlaku sekali, meningkatkan keyakinan pengguna terhadap perlindungan akun mereka. Selain itu, penggunaan OTP membantu mengurangi risiko serangan phishing karena memerlukan interaksi langsung antara pengguna dan aplikasi yang sah. Untuk memaksimalkan manfaat, aplikasi perlu menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk memasukkan dan memverifikasi OTP, serta menjaga keamanan dan kerahasiaan data pengguna selama proses tersebut (Christhalia, 2022). Dengan demikian, penggunaan OTP sebagai fitur keamanan memberikan keuntungan signifikan dalam melindungi akun pengguna, memungkinkan mereka membuktikan identitas dengan lebih kuat dan mengurangi risiko akses tidak sah. Dengan implementasi OTP yang baik, aplikasi dapat meningkatkan kepercayaan pengguna dan memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi bagi akun mereka.

3. Local Binary Pattern Histogram

LBPH (Local Binary Pattern Histogram) adalah algoritma pengenalan wajah yang digunakan untuk mengenali wajah dari gambar. Algoritma ini menghitung histogram dari pola biner lokal yang ditemukan pada gambar. LBPH dapat digunakan untuk mengenali wajah dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda dan juga dapat digunakan untuk mengenali wajah yang terdistorsi (Salman, 2022).

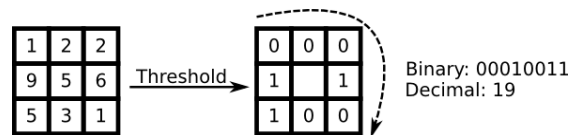
LBPH adalah singkatan dari Local Binary Pattern Histogram. LBP (Local Binary Pattern) adalah operator tekstur yang digunakan untuk menggambarkan fitur tekstur pada gambar digital. LBP menghitung pola biner lokal pada gambar dan kemudian menghasilkan histogram dari pola biner tersebut. LBPH adalah pengembangan dari LBP, di mana histogram dari pola biner lokal dihitung pada beberapa area kecil pada gambar, dan kemudian histogram tersebut digabungkan menjadi satu histogram besar (Pribadi, 2023).

Algoritma ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti klasifikasi citra, segmentasi tekstur, pengenalan wajah, dan lain-lain. Algoritma ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Sederhana dan efisien dalam perhitungan.
2. Invariant terhadap perubahan intensitas cahaya pada gambar.
3. Dapat menangkap pola lokal dan kontras skala abu-abu pada tekstur.
4. Dapat disesuaikan dengan ukuran dan bentuk lingkungan piksel yang diinginkan.

Berikut adalah langkah-langkah umum dari algoritma LBPH (Salman, 2022):

1. Konversi gambar menjadi grayscale.
2. Tentukan ukuran dan bentuk lingkungan piksel yang akan digunakan, misalnya 3x3, 5x5, lingkaran, dll.
3. Untuk setiap piksel pada gambar, bandingkan nilai grayscale-nya dengan nilai piksel tetangganya dan berikan nilai biner 1 jika lebih besar atau sama, dan 0 jika lebih kecil.

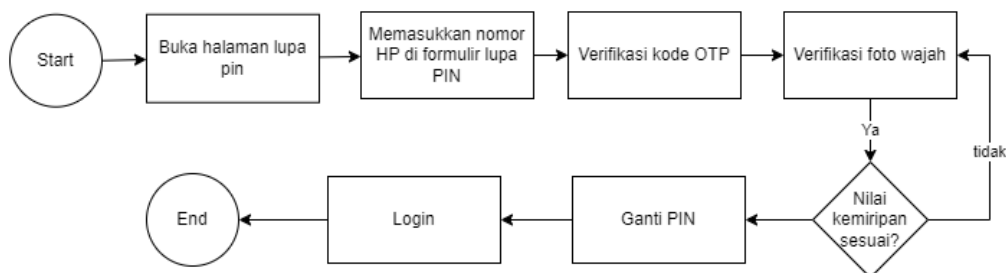


Gambar 1. Pengambilan nilai pixel threshold

4. Susun nilai biner tersebut menjadi sebuah bilangan biner, misalnya 00111001, dan konversi menjadi bilangan desimal, misalnya 57.
5. Ganti nilai piksel pada gambar dengan nilai desimal tersebut. Hasilnya adalah gambar LBP.
6. Hitung histogram dari gambar LBP, yaitu frekuensi kemunculan dari setiap nilai desimal dari 0 sampai 255. Histogram ini dapat digunakan sebagai fitur deskriptor dari gambar.

METODE PENELITIAN

1. Alur Prosedur Pemulihan Akun



Gambar 2. Flowchart Prosedur Pemulihan Akun

Alur sistem verifikasi wajah untuk mendukung sistem keamanan akun pengguna ketika pengguna lupa kode PIN miliknya. Sebelum pengguna dapat memulihkan kode PIN miliknya, pengguna perlu memverifikasi kode OTP setelah memasukkan nomor telepon untuk kemudian melakukan verifikasi wajah untuk mencegah pemulihan akun oleh selain pemilik asli akun yang akan dipulihkan.

2. Alur Sistem Verifikasi Kode OTP Via Nomor Telepon

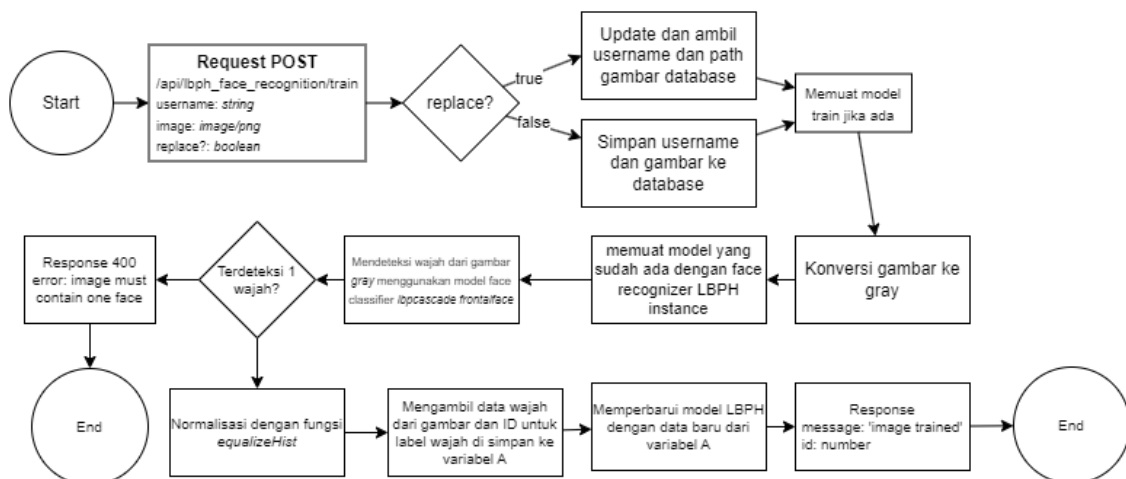
Verifikasi kode OTP sebelum pengguna dapat memulihkan akun diperlukan untuk memastikan apakah pengguna sudah terdaftar atau belum pada aplikasi juga untuk memastikan nomor telepon yang dimasukkan dapat diakses oleh pemilik akun yang ingin memulihkan akunya.

3. Alur Verifikasi Wajah

Dengan pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera kemudian membandingkan kemiripan gambar wajah pengguna dengan gambar wajah yang pernah diambil ketika mengaktifkan fitur KYC. Sebagai fitur keamanan aplikasi penyedia jasa pembayaran, pengawasan terhadap fitur keamanan sangat diperlukan untuk menghindari malfungsi maupun tindak kriminal cyber. Ketika verifikasi wajah berhasil, aktifitas ini perlu dicatat agar dapat diperiksa secara manual oleh admin dan ketika verifikasi wajah gagal harus dicatat dan dibatasi untuk menghindari pencurian akun atau aktifitas bot.

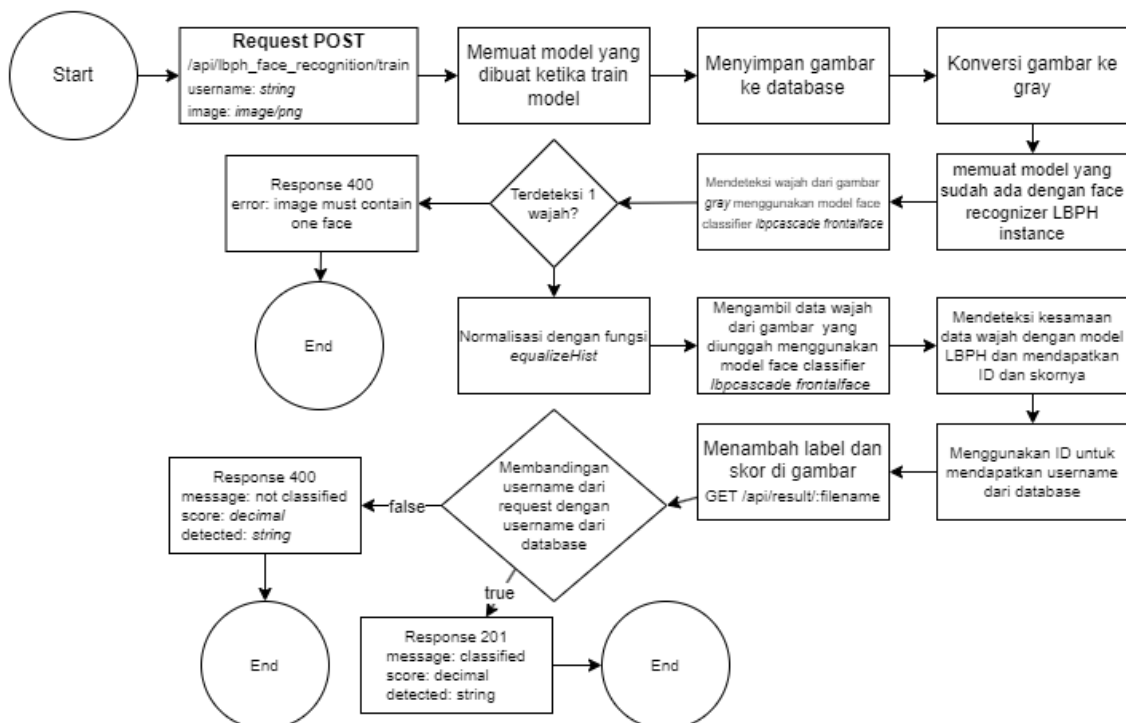
4. Alur Sistem Pengenalan Wajah dengan Local Binary Pattern Histogram

Alur pengenalan wajah diilustrasikan dengan algoritma local binary pattern histogram dalam API dalam gambar 3.



Gambar 3. Flowchart latih

1. Melatih data model untuk mengenali wajah di endpoint POST `/api/lbph/train`
 - a. Memvalidasi data request yang berisi username dan gambar.
 - b. Memuat model LBPH jika sebelumnya sudah pernah melatih model dan model face classifier.
 - c. Menyimpan gambar ke penyimpanan.
 - d. Mendeteksi data wajah dari gambar menggunakan face classifier.
 - e. Jika tidak terdapat 1 wajah, maka operasi dihentikan dengan status respon 400.
 - f. Menormalisasikan data.
 - g. Menyimpan data username untuk mendapatkan ID untuk melabeli data wajah yang akan didapatkan nanti.
 - h. Mengambil data koordinat dari wajah di poin d dan melabelinya dengan id dari poin sebelumnya (g).
 - i. Memperbarui model dengan melatih ulang dengan data baru dari point sebelumnya (h).
 - j. Menyimpan model ke penyimpanan untuk melatih dan prediksi model di endpoint lain.
 - k. Mengirim balik respon berstatus 201 dengan data ID.



Gambar 4. Flowchart prediksi

2. Memprediksi label dari model dengan gambar di endpoint POST /api/lbph/predict.
 - a. Memvalidasi data request yang berisi username dan gambar.
 - b. Memuat model LBPH jika sebelumnya sudah pernah melatih model dan model face classifier.
 - c. Menyimpan gambar ke penyimpanan.
 - d. Mendeteksi data wajah dari gambar menggunakan face classifier.
 - e. Jika tidak terdapat 1 wajah, maka operasi dihentikan dengan status respon 400.
 - f. Mengambil data koordinat dari wajah di poin d.
 - g. Memprediksi data koordinat wajah ini dengan data yang sudah disimpan di model sehingga mendapatkan label ID, score dan gambar berlabel sebagai laporan sistem untuk admin.
 - h. Mengambil data pengguna dari database menggunakan label ID.
 - i. Membandingkan username dengan data dari label ID ini, jika berbeda, maka mengirim balik respon status 400 dengan pesan gagal.
 - j. Mengirim respon balik respon status 200 dengan pesan sukses dan endpoint untuk gambar hasil prediksinya.

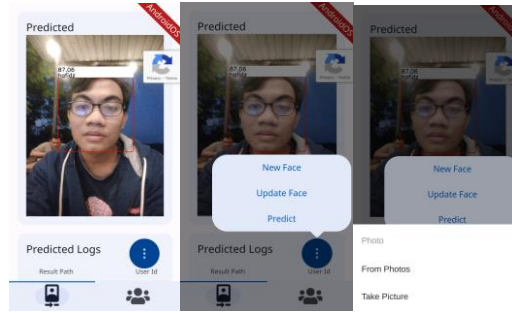
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa sebuah API pengenalan wajah dengan mengimplementasikan algoritma Haar Cascade Classifier, Equalization Histogram dan Local Binary Pattern Histogram dengan tambahan tampak depan website untuk kebutuhan penelitian dalam satu domain website. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 8 percobaan yang dikumpulkan dari teman dan keluarga penulis. Proses pengumpulan data melibatkan izin tertulis dari setiap individu yang terlibat, dengan tujuan spesifik penggunaan dataset dalam konteks penelitian ini.

Setelah website ini dipublikasikan, prosedur pengambilan foto dari partisipan partisipan dapat dilakukan dengan peta situs sebagai berikut:

1. Halaman Utama

Halaman ini menampilkan gambar hasil prediksi yang dilakukan partisipan. Dalam halaman ini juga terdapat tombol untuk mendaftarkan atau memperbarui wajah yang dikenali (training image) dan memprediksi wajah.



Gambar 5, 6, 7. Fitur-fitur di halaman utama

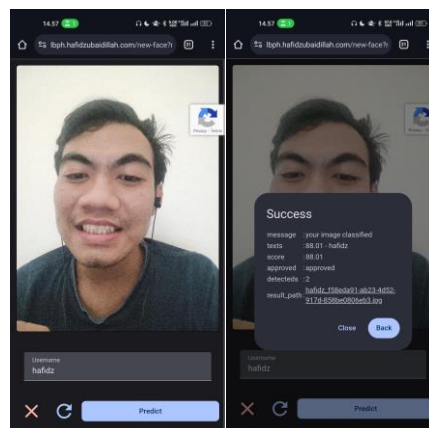
Halaman ini juga menampilkan daftar percobaan yang dilakukan para partisipan beserta hasil gambar yang telah diprediksi.

Result Path	User Id	Detected	Score	EXP Time	Created
hafidz_5f8e6951-af23-4d52-9176-026b00000000.jpg	hafidz	hafidz	88.01	49 minutes	13 Nov 2023
hafidz_2d6595b6-e618-4004-9174-e34100000000.jpg	hafidz	hafidz	88.12	minutes	13 Nov 2023
hafidz_047393c0-e4f5-4d01-8479-c9e070000000.jpg	hafidz	hafidz	84.75	minutes	13 Nov 2023
hafidz_05660209-058a-4e49-99c7-2f5d71702971.jpg	hafidz	hafidz	86.23	3 hours	13 Nov 2023
hafidz_3d895f01-680a-4c48-4f13-05ca05744714.jpg	hafidz	hafidz	100.00	3 hours	13 Nov 2023
hafidz_3f9f423b-601b-4906-d94b-0776a0070a63.jpg	hafidz	hafidz	88.71	minutes	13 Nov 2023
hafidz_00000000-0000-0000-0000-000000000000.jpg	hafidz	hafidz	88.71	minutes	13 Nov 2023

Gambar 8. Daftar hasil prediksi

2. Halaman Pengambilan Gambar (/new-face)

Halaman ini digunakan untuk menampilkan gambar yang telah dikompresi sebelum dikirim ke API. Halaman ini memiliki 3 fungsi, untuk melatih gambar baru atau diperbarui dan untuk mengenali wajah pada gambar (predict). Dengan mengisi form username untuk mengisi data aktual sesuai wajah yang tertangkap pada gambar.



Gambar 9 & 10. Sebelum dan Setelah prediksi

3. Halaman Partisipan Terdaftar (/users)

Setelah gambar berhasil dilatih, data tersebut akan terdaftar dan ditampilkan di halaman ini. Halaman ini menampilkan gambar-gambar partisipan yang berhasil dilatih.



Gambar 11. Sampel yang terdaftar

Untuk memperoleh hasil pengujian yang lebih akurat, rencananya akan dilakukan evaluasi Confusion Matrix terhadap setiap kelas dalam penelitian ini. Hasil Confusion Matrix yang diperoleh akan dianalisis dan disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 1. Hasil pengujian confusion matrix

	Predicted							
	D	FA	FE	H	RA	RI	RO	Y
D	0	0	0	1	0	0	0	0
FA	0	1	0	0	0	0	0	0
FE	0	0	1	0	0	0	0	0
H	0	0	0	1	0	0	0	0
RA	0	0	0	0	1	0	0	0
RI	0	0	0	0	0	1	0	0
RO	0	0	0	0	0	0	1	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	1

$$P = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$\begin{aligned} \underline{P} &= \frac{\sum P}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{P_D + P_{Fa} + P_{Fe} + P_H + P_{Ra} + P_{Ri} + P_{Ro} + P_Y}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{0+1+1+0.5+1+1+1+1}{8} \\ &= 0.8125 \\ &= 81.25\% \end{aligned}$$

$$R = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$\begin{aligned} \underline{R} &= \frac{R_D + R_{Fa} + R_{Fe} + R_H + R_{Ra} + R_{Ri} + R_{Ro} + R_Y}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{0+1+1+1+1+1+1+1}{8} \\ &= 0.875 \\ &= 87.5\% \end{aligned}$$

$$A = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

$$\begin{aligned} \underline{A} &= \frac{\sum \text{Akurasi}}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{0+1+1+1+1+1+1+1}{8} \\ &= 0.875 \\ &= 87.5\% \end{aligned}$$

$$E = \frac{FP + FN}{\text{Jumlah Data}}$$

$$\begin{aligned} \underline{E} &= \frac{1+1}{\text{Jumlah Data}} \\ &= 0.25 \\ &= 25\% \end{aligned}$$

Keterangan:

TP = True Positive

TN = True Negative

FP = False Positive

FN = False Negative

P = Precision

R = Recall

A = Akurasi

E = Rata-rata Error Rate

\underline{P} = Rata-rata Precision

\underline{R} = Rata-rata Recall

\underline{A} = Rata-rata Akurasi

\underline{E} = Rata-rata Error Rate

Berdasarkan perhitungan akurasi, presisi, dan recall pada implementasi pengenalan wajah, diperoleh hasil akurasi sekitar 87.5%, presisi mencapai 81.25%, recall mencapai 87.5%, dan tingkat kesalahan sebesar 25%. Terlihat bahwa model memiliki kinerja yang baik dalam mengenali wajah, dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima. Meskipun presisi sedikit lebih rendah dari recall, hal ini menunjukkan bahwa model lebih cenderung untuk mengidentifikasi sebagian besar data positif dengan beberapa kesalahan, daripada membuang potensi wajah yang seharusnya diidentifikasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam konteks implementasi Local Binary Pattern Histogram (LBPH) untuk proses Know Your Customer (KYC), temuan penelitian menunjukkan bahwa model pengenalan wajah yang diusulkan telah mencapai tingkat akurasi sebesar 87.5%, dengan presisi 81.25%, recall 87.5%, dan tingkat kesalahan 25%. Untuk meningkatkan kinerja model, terutama dalam konteks KYC yang membutuhkan keakuratan tinggi, disarankan untuk melibatkan teknik-teknik tambahan. Pertama, optimalisasi parameter LBPH dan penerapan penyetelan yang lebih cermat dapat meningkatkan presisi dan recall secara signifikan. Selain itu, perlu dilakukan uji coba dengan dataset KYC yang lebih spesifik dan mencerminkan variasi kondisi pengambilan gambar yang mungkin terjadi dalam praktik. Penerapan data augmentasi dan evaluasi real-time pada situasi KYC dapat memperkuat validitas model di lingkungan bisnis yang dinamis. Upaya pengembangan lebih lanjut pada implementasi LBPH untuk KYC diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan dapat diandalkan dalam proses identifikasi dan verifikasi identitas pelanggan.

DAFTAR REFERENSI

- AL-atraqchi, O. M. A. (2022). A proposed model for build a secure restful API to connect between server side and mobile application using Laravel Framework with flutter toolkits. *Cihan University-Erbil Scientific Journal*, 6(2), 28–35. <https://doi.org/10.24086/cuesj.v6n2y2022.pp28-35>
- Bank Indonesia. (2021). Peraturan Bank Indonesia Nomor 23/6/PBI/2021 tentang Penyedia Jasa Sistem Pembayaran. Retrieved December 30, 2023, from Bank Indonesia website: https://www.bi.go.id/id/publikasi/peraturan/Pages/PBI_230621.aspx
- Bempah, F., Lanini, A., & Syachdin, S. (2022). PENERAPAN PRINSIP MENGENAL NASABAH (KNOW YOUR CUSTOMER PRINCIPLES) SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN TINDAK PIDANA PENCUCIAN UANG (MONEY LAUNDRING) PADA PT. BANK RAKYAT INDONESIA (PERSERO) TBK KANTOR CABANG LUWUK. *Tadulako Master Law Journal*, 6(2), 154–171.
- Christhalia, R., & Sally, J. N. (2022). PERLINDUNGAN KONSUMEN BANK TERHADAP TIDAK TANGGUNG JAWABNYA BANK DALAM KASUS PENIPUAN KODE ONE TIME PASSWORD DITINJAU DARI UNDANG-UNDANG NOMOR 8 TAHUN 1999 TENTANG PERLINDUNGAN KONSUMEN (studi putusan nomor 170 k/pdt. Sus-BPSK/2020). *Jurnal Hukum Adigama*, 5(2), 715–734.
- Daquino, M., Heibi, I., Peroni, S., & Shotton, D. (2022). Creating RESTful APIs over SPARQL endpoints using RAMOSE - IOS Press. *Semantic Web*, 13(2), 195–213. <https://doi.org/10.3233/SW-210439>
- Hapsari, N. S., Fatman, Y., & Isbandi, I. (2020). Implementasi Metode One Time Password pada Sistem Pemesanan Online. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 4(4), 930–939. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i4.2195>
- Harahap, M. A., & Adeni, S. (2020). TREN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL SELAMA PANDEMI DI INDONESIA. *Professional: Jurnal Komunikasi Dan Administrasi Publik*, 7(2), 13–23.
- Heydarian, M., Doyle, T. E., & Samavi, R. (2022). MLCM: Multi-Label confusion matrix. *IEEE Access*, 10, 19083–19095. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3151048>
- Isima, N., & Khoirunnisa, S. A. (2023). Implementation of Know your Customer Principles in Syariah Banking. *Kunuz: Journal of Islamic Banking and Finance*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.30984/kunuz.v3i1.600>
- Jalolov, T. S. (2023, December 16). PROGRAMMING LANGUAGES, THEIR TYPES AND BASICS. Retrieved from Zenodo website: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.10394514>
- Pribadi, O. (2023). Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier Dan Local Binary Pattern Histogram. *Jurnal TIMES*, XI(1), 40–47.
- Putra, D. B., Hakim, M. Abd. M., & Nurdewanto, B. (2023). Implementasi Electronic-Know Your Customer pada aplikasi Fintech untuk meningkatkan keamanan akun user. *Journal of Information System and Application Development*, 1(2), 111–120. <https://doi.org/10.26905/jisad.v1i2.11112>
- Salman, A., Hayaty, M., & Fajri, I. N. (2022). Facial images improvement in the LBPH algorithm using the histogram equalization method. *JUITA : Jurnal Informatika*, 10(2).

- Saluky, S., Marine, Y., & Bahiyah, N. (2023). Penerapan Normalisasi Histogram untuk Peningkatan Kontras Pencahayaan pada Pengamatan Visual CCTV. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8(3), 188–192.
- Singh, A. P., Manvi, S. K. S., Nimbale, P., & Shyam, G. K. (2019). Face recognition system based on LBPH algorithm. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5s), 26–30. <https://doi.org/10.35940/ijeat.e1006.0585s19>
- Singh, P. (2021, July 12). Understanding Face Recognition using LBPH algorithm. Retrieved December 31, 2023, from Analytics Vidhya website: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/07/understanding-face-recognition-using-lbph-algorithm/>
- Tenzin, S. (2022). PHP framework for web application development. *IARJSET*, 9(2). <https://doi.org/10.17148/iarjset.2022.9218>