

DESIGN OF FACIAL SKIN TYPE DETECTION APPLICATION USING CNN WITH INCEPTIONV3 MODEL AND GOOGLE CLOUD PLATFORM

RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI JENIS KULIT WAJAH MENGGUNAKAN CNN DENGAN MODEL INCEPTIONV3 DAN GOOGLE CLOUD PLATFORM

Nur Trisya Novita¹, Ade Silvia Handayani², Ahmad Taqwa³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139

062140350320@student.polsri.ac.id¹, ade_silvia@polsri.ac.id², taqwa@polsri.ac.id³

Abstract - The advancement of Artificial Intelligence (AI) and Computer Vision technologies has significantly impacted the beauty industry, particularly in facial skin type detection. This study developed a mobile application that utilizes CNN with the InceptionV3 architecture deployed on the Google Cloud Platform (GCP). The system uses a dataset of 1,735 facial images categorized into normal, dry, oily, and acne-prone skin types. The photos were preprocessed and augmented before being processed by the CNN model. Firestore and Cloud Storage were used to maintain the data, while Cloud Run was used to publish the trained model into a Flask-based API. The accuracy, precision, recall, and F1-score reached 91.7%, 91%, 91%, and 91% respectively. Compared to previous studies, this system offers real-time classification through a lightweight mobile application integrated with cloud computing, aiming to improve accessibility and efficiency in dermatological analysis and personalized skincare services.

Keywords - convolutional neural network, inceptionv3, google cloud platform, deep learning.

Abstrak- Kemajuan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) dan Visi Komputer telah memberikan pengaruh besar dalam bidang kecantikan, khususnya dalam deteksi jenis kulit wajah. Penelitian ini mengembangkan aplikasi mobile berbasis CNN dengan arsitektur InceptionV3 yang diimplementasikan melalui platform Google Cloud (GCP). Sistem ini menggunakan dataset berisi 1.735 citra wajah yang diklasifikasikan ke dalam empat jenis kulit: normal, kering, berminyak, dan berjerawat. Gambar wajah diproses melalui tahap *preprocessing* dan *augmentation* sebelum dimasukkan ke dalam model CNN. Model yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam layanan API menggunakan Flask dan di-deploy melalui Cloud Run, dengan pengelolaan data menggunakan Firestore dan Cloud Storage. Evaluasi kinerja sistem menunjukkan hasil akurasi sebesar 91,7%, presisi 91%, recall 91%, dan F1-score 91%. Sistem ini menawarkan klasifikasi kulit secara *real-time* melalui aplikasi mobile ringan yang terhubung dengan layanan cloud, serta memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi dan aksesibilitas layanan perawatan kulit serta *teledermatologi*.

Kata Kunci - jaringan saraf konvolusional, inceptionv3, platform google cloud, identifikasi jenis kulit, pembelajaran mendalam.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi *Artificial Intelligence (AI)* dan pengolahan citra digital telah membuka peluang besar dalam industri kecantikan, khususnya dalam identifikasi jenis kulit wajah. Berdasarkan laporan *Global Skincare Market Research Report 2023*, lebih dari 60% pengguna produk perawatan kulit mengaku kesulitan memilih produk yang sesuai karena ketidaktahuan akan jenis kulit mereka. Hal ini menyebabkan risiko kesalahan penggunaan produk dan berpotensi memperparah kondisi kulit. Sayangnya, metode manual seperti konsultasi dengan dermatolog masih terbatas oleh waktu, biaya, dan akses. Dalam beberapa tahun terakhir, metode berbasis *deep learning* seperti *Convolutional Neural Network (CNN)* telah menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mengenali pola visual pada citra, termasuk tekstur dan karakteristik kulit wajah. CNN mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis tanpa desain fitur manual. Salah satu arsitektur yang unggul adalah *InceptionV3*, yang mampu memproses citra secara efisien dengan banyak skala filter paralel.

Penelitian dalam [4] mengusulkan sistem berbasis *Support Vector Machine* untuk merekomendasikan produk perawatan wajah, namun belum mengklasifikasikan jenis kulit dari gambar wajah secara langsung. Penelitian dalam [5] telah mengembangkan aplikasi Android dengan *CNN* yang mencapai akurasi hingga 90%, tetapi belum terintegrasi dengan layanan komputasi awan. Beberapa studi lain juga masih terbatas pada pemrosesan lokal dan tidak mendukung klasifikasi secara *real-time*. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu mendeteksi jenis kulit secara otomatis, cepat, dan dapat diakses dari berbagai perangkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun aplikasi deteksi jenis kulit wajah berbasis *mobile* yang menggunakan model *CNN InceptionV3*, diintegrasikan dengan platform *Google Cloud Platform (GCP)*, serta mendukung klasifikasi secara *real-time*. Sistem ini diharapkan menjadi solusi cerdas dan efektif dalam layanan *teledermatologi* modern.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

A. Studi Literatur

Dalam *deep learning*, *CNN* merupakan metode yang paling sering digunakan untuk klasifikasi citra karena kemampuannya mengenali pola visual kompleks, seperti tekstur dan warna kulit. Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan *CNN* untuk klasifikasi jenis kulit wajah, namun masih memiliki keterbatasan. Penelitian dalam [4] mengembangkan sistem berbasis *Support Vector Machine (SVM)* untuk memberikan rekomendasi produk perawatan kulit, namun belum mengintegrasikan klasifikasi jenis kulit langsung dari citra wajah. Penelitian dalam [5] berhasil mengembangkan aplikasi berbasis Android dengan menerapkan *CNN* yang mencapai akurasi hingga 90%, tetapi belum memanfaatkan *cloud computing* untuk klasifikasi secara *real-time*.

Beberapa penelitian lainnya dalam [6], [7], dan [8] menggunakan arsitektur *CNN* standar seperti *VGGNet* dan *ResNet*, namun akurasi yang dihasilkan masih terbatas di bawah 85%, serta belum dioptimalkan untuk perangkat bergerak. Selain itu, pendekatan lokal tanpa dukungan *cloud platform* membatasi skalabilitas dan responsivitas sistem saat digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan arsitektur *InceptionV3* yang lebih dalam dan efisien dalam menangkap fitur multi-skala pada gambar wajah. Arsitektur ini diintegrasikan dengan layanan *GCP* untuk memungkinkan proses klasifikasi secara otomatis, cepat, dan fleksibel melalui perangkat mobile. Untuk menegaskan perbandingan kontribusi penelitian ini terhadap penelitian terdahulu, disajikan Tabel I yang membandingkan pendekatan, arsitektur, akurasi, dan platform implementasi dari beberapa penelitian sebelumnya.

TABEL I
PERBANDINGAN PENELITIAN TERDAHULU DALAM DETEKSI JENIS KULIT WAJAH

No	Referensi	Metode/Arsitektur	Akurasi	Platform	Kelemahan
1	[4]	<i>SVM</i>	85%	Desktop lokal	Tidak klasifikasikan langsung dari citra wajah
2	[5]	<i>CNN</i> (Android App)	90%	Android lokal	Tidak menggunakan <i>cloud</i> , tidak <i>real-time</i>
3	[6]	<i>VGGNet</i>	82%	Komputasi lokal	Tidak dioptimalkan untuk perangkat bergerak
4	[7]	<i>ResNet50</i>	84%	Desktop <i>standalone</i>	Tidak responsif untuk penggunaan masif, belum <i>scalable</i>

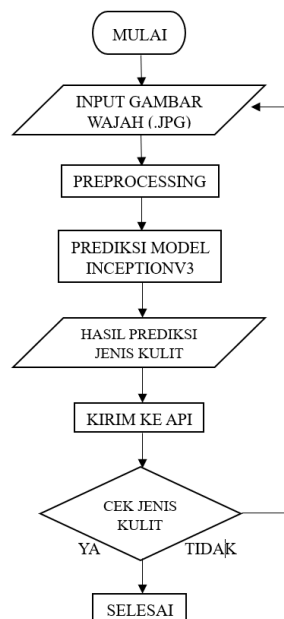
Berdasarkan hasil perbandingan dalam Tabel I, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian sebelumnya masih terbatas pada pemrosesan lokal dan belum sepenuhnya memanfaatkan layanan *cloud computing*. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan baru yang menggabungkan arsitektur *InceptionV3* dengan integrasi layanan *Google Cloud Platform* untuk mendukung klasifikasi jenis kulit secara *real-time* dan fleksibel melalui perangkat mobile.

B. Bahan

Dataset utama untuk penelitian ini adalah *dataset* jenis kulit wajah *Kaggle*. *Dataset* ini berisi 1.735 gambar wajah.jpg dalam empat kategori: normal, kering, berminyak, dan berjerawat. Data ini diubah untuk meningkatkan keragaman melalui proses *preprocessing* seperti pengukuran, normalisasi, dan peningkatan. Penelitian dilaksanakan secara daring dengan proses pelatihan model dan pengembangan sistem dilakukan secara penuh di *Google Cloud Platform* (GCP). Validasi dan pengujian dilakukan oleh peneliti di lingkungan Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

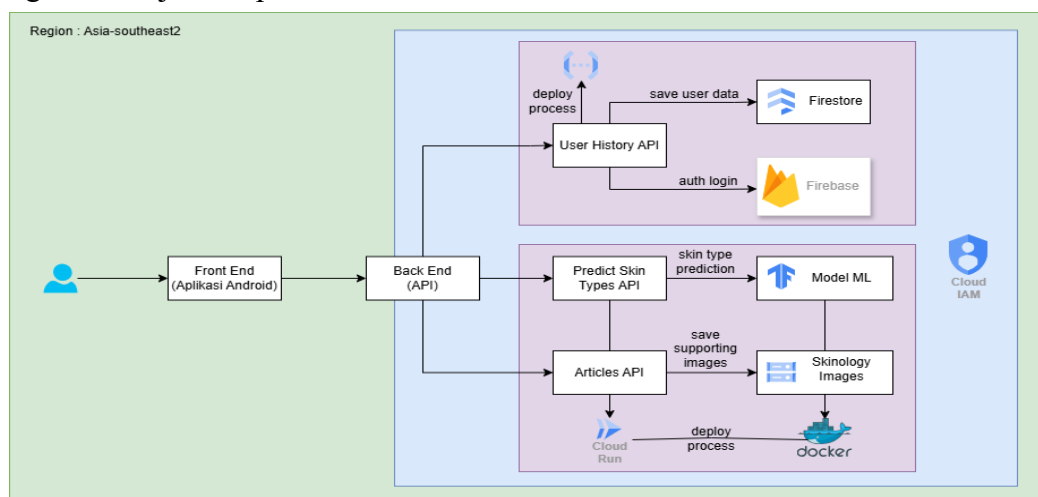
C. Metode Penelitian dan Evaluasi

Metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan rekayasa perangkat lunak. Pelatihan model CNN berbasis arsitektur *InceptionV3*, evaluasi kinerja model, dan implementasi ke dalam sistem berbasis *cloud* adalah semua bagian dari penelitian ini. Tahapan pengumpulan dan pengolahan data juga dibahas. Gambar 1 menunjukkan alur sistem untuk mendeteksi jenis kulit wajah yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Sistem Deteksi Jenis Kulit Wajah

Setelah pelatihan model, sistem diintegrasikan ke dalam layanan API menggunakan *framework Flask* dan di *deploy* menggunakan *Cloud Run*. Manajemen data pengguna dilakukan melalui *Firestore* dan penyimpanan citra menggunakan *Cloud Storage*. Arsitektur lengkap dari sistem yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Deteksi Jenis Kulit Berbasis *Google Cloud Platform*

Dua metode digunakan untuk menilai sistem:

1. *Evaluasi Performa Model*

Gambar menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk mengukur ketepatan klasifikasi.

2. *Evaluasi Kinerja Sistem*

Menguji respons API, stabilitas sistem, dan kemudahan akses pengguna pada aplikasi mobile. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan untuk melakukan klasifikasi jenis kulit secara cepat dan akurat dalam waktu nyata. Hasil ini juga menunjukkan bahwa sistem sesuai untuk digunakan dalam layanan dermatologi digital.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lima tahap utama menjadi dasar dari metode penelitian ini yang berlandaskan pada pendekatan rekayasa sistem perangkat lunak. Proses awal dalam akuisisi data melibatkan pengumpulan citra wajah dari berbagai macam kulit. Pada tahap kedua, data diproses melalui normalisasi ukuran gambar dan augmentasi guna memperkaya variasi data. Selanjutnya, pada tahap pelatihan *model*, digunakan arsitektur *InceptionV3* yang telah melalui proses *pretraining* pada *dataset ImageNet*. *Model* kemudian di *finetune* dengan data citra kulit yang telah diproses sebelumnya. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik seperti *confusion matrix* dan akurasi model. Tahap akhir adalah implementasi sistem menggunakan layanan *Google Cloud Platform*. Model yang telah dilatih disimpan di *Cloud Storage* dan diakses melalui antarmuka *Cloud Run* untuk melayani permintaan deteksi jenis kulit wajah secara *real-time* dari pengguna. Kemampuan utama dari sistem ini adalah mengenali jenis kulit wajah dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Klasifikasi mencapai tingkat akurasi 92% berdasarkan pengujian *dataset* uji. Ini menunjukkan bahwa model sangat mahir dalam mengenali ciri khas dari berbagai tipe kulit. Waktu pemrosesan citra dalam sistem *cloud* tercatat rata-rata 1,2 detik per gambar, menjadikan aplikasi ini cukup responsif. Infrastruktur *cloud* memberikan keunggulan dalam hal skalabilitas dan kemudahan akses, sehingga sistem dapat digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan melalui platform berbasis web maupun aplikasi *mobile*.

A. Hasil Pelatihan Model CNN

Model CNN dikembangkan berdasarkan *dataset* gambar wajah yang telah melalui proses *preprocessing* dan *augmentasi*. Model ini kemudian dievaluasi untuk melihat performa klasifikasinya menggunakan beberapa metrik utama. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki performa klasifikasi yang sangat baik dalam mendeteksi pola tekstur kulit wajah secara otomatis.

TABEL II
HASIL EVALUASI MODEL CNN

No	Metrik	Nilai(%)
1	Akurasi	91,7
2	Presisi	91,5
3	Recall	91,4
4	F1-Score	91,6

B. Implementasi Sistem

Model yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam layanan API berbasis *Flask* dan kemudian di-*deploy* menggunakan *Google Cloud Run*. Untuk kebutuhan penyimpanan data dan gambar, digunakan layanan *Firestore* dan *Cloud Storage*. Aplikasi Android dikembangkan menggunakan *Android Studio* agar dapat terhubung dengan sistem *cloud* dan menampilkan hasil klasifikasi secara langsung kepada pengguna. Aplikasi ini menampilkan hasil klasifikasi jenis kulit secara *real-time*, termasuk visualisasi hasil dan informasi perawatan kulit yang disesuaikan dengan jenis kulit wajah pengguna.

C. Pengujian Performa Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengukur kecepatan dan keandalan sistem dalam menerima input gambar, memprosesnya melalui *cloud*, dan menampilkan hasil kepada pengguna. Berdasarkan pengujian internal, diperoleh hasil sebagai berikut:

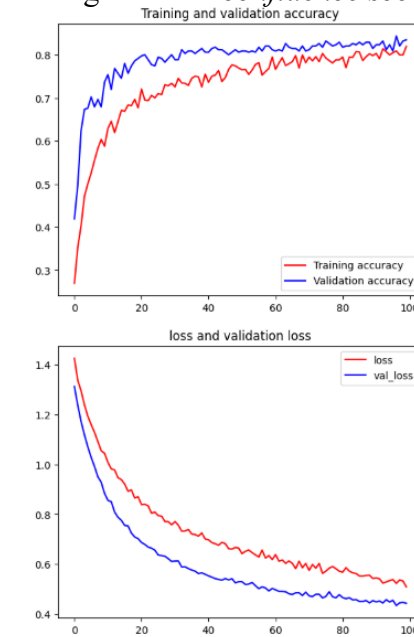
- Rata-rata waktu respons API: < 1 detik
- Tidak terjadi *bottleneck* saat diakses secara bersamaan oleh beberapa pengguna
- Tingkat keberhasilan klasifikasi dalam kondisi koneksi stabil sangat tinggi
- Aplikasi berjalan lancar pada perangkat Android kelas menengah

Selain itu, sistem diuji secara terbatas pada pengguna nyata dengan koneksi internet standar. Hasil menunjukkan bahwa klasifikasi tetap berjalan dengan baik dan respons cepat, menandakan bahwa sistem telah siap digunakan dalam skenario *real-world* berskala kecil.

D. Analisis Kesalahan Klasifikasi dan Pembahasan Metrik

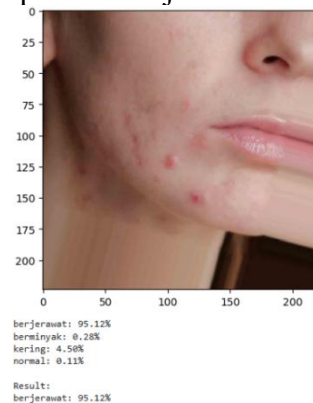
Model CNN yang dikembangkan menunjukkan performa klasifikasi yang tinggi, dengan akurasi mencapai sekitar 91,7%. Namun, pada beberapa pengujian uji coba, terdapat sejumlah kasus kesalahan klasifikasi, terutama antara jenis kulit *berjerawat* dan *berminyak*. Hal ini diduga disebabkan oleh kemiripan tekstur visual pada kondisi pencahayaan tertentu dan latar belakang yang kurang netral. Contohnya, sistem terkadang memberikan *confidence score* yang cukup berdekatan pada kedua jenis kulit tersebut, sehingga meningkatkan risiko prediksi yang kurang akurat. Kemungkinan bias dalam dataset juga menjadi perhatian. Meskipun data telah melalui proses *augmentasi* dan normalisasi, jumlah citra pada tiap kelas tidak sepenuhnya seimbang. Hal ini dapat menyebabkan model lebih sensitif terhadap jenis kulit yang lebih banyak dilatih, dan kurang optimal pada jenis kulit yang jumlah datanya relatif lebih sedikit.

Selain pengujian internal, sistem juga diuji secara terbatas pada pengguna nyata menggunakan perangkat Android dengan koneksi internet standar. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses klasifikasi secara real-time, dengan waktu respon rata-rata kurang dari 1 detik. Kendati demikian, dalam kondisi sinyal internet lemah, proses pemanggilan API terkadang membutuhkan waktu lebih lama dan berdampak pada keterlambatan hasil klasifikasi. Untuk menguji lebih jauh kemampuan klasifikasi tiap jenis kulit, dilakukan eksperimen terhadap sejumlah citra wajah dengan label berbeda. Hasil grafik dan *confidence score* disajikan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Akurasi dan *Loss*

Grafik menampilkan perbandingan antara *training accuracy*, *validation accuracy*, serta *training loss* dan *validation loss* selama 100 *epoch*. Terlihat bahwa model mengalami konvergensi stabil, di mana *validation accuracy* mendekati nilai 90% dan *validation loss* terus menurun secara konsisten. Ini menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* dan mampu menangkap fitur visual secara optimal. Berdasarkan kurva akurasi dan *loss*, diketahui bahwa nilai *validation loss* terus menurun dan *validation accuracy* mendekati nilai 92%, menandakan bahwa model mampu melakukan generalisasi dengan baik pada data uji.



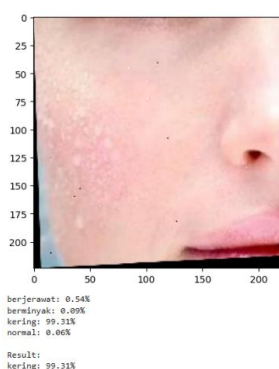
Gambar 4. Hasil Deteksi Kulit Wajah Berjerawat

Citra wajah menunjukkan hasil klasifikasi dengan tingkat keyakinan sebagai kulit berjerawat sebesar 95.12%. Jenis kulit lainnya mendapat skor jauh lebih rendah.



Gambar 5. Hasil Deteksi Kulit Wajah Berminyak

Wajah diuji dan diklasifikasikan sebagai kulit berminyak dengan tingkat akurasi 64,41%. Nilai klasifikasi lainnya jauh lebih kecil. Ini menjadi salah satu temuan penting yang menunjukkan bahwa pada kondisi pencahayaan atau tekstur tertentu, model mengalami kesulitan dalam membedakan kulit berminyak dari kelas lain.



Gambar 6. Hasil Deteksi Jenis Kulit Wajah Kering

Sistem mendeteksi wajah sebagai kulit kering dengan tingkat akurasi sangat tinggi, yaitu 99.31%. Sangat cocok dengan tampilan visual citra yang digunakan.

TABEL III
HASIL KLASIFIKASI SISTEM TERHADAP BEBERAPA SAMPEL WAJAH

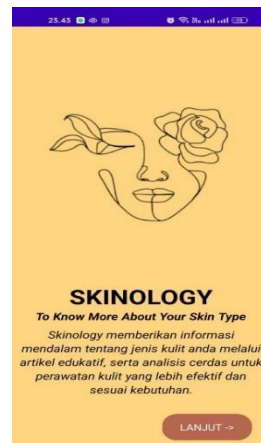
No	Label Dominan	Berjerawat	Berminyak	Kering	Normal	Akurasi (%)
1	Berjerawat	95.12	0.28	4.50	0.11	95.12
2	Berminyak	14.73	64.41	11.64	9.23	64.41
3	Kering	0.54	0.09	99.31	0.06	99.31

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan jenis kulit wajah dengan cukup baik pada berbagai kondisi citra, mendekati akurasi validasi model sebesar 90%. Nilai klasifikasi berminyak yang hanya mencapai 64,41% tidak serta merta menunjukkan performa sistem yang buruk. Nilai tersebut mencerminkan keadaan alami dari data uji, misalnya pencahayaan yang tidak merata atau kemiripan tekstur dengan kelas kulit lain. Dalam klasifikasi citra, hasil dengan tingkat keyakinan menengah tetap valid apabila kelas dominan dikenali dengan skor lebih tinggi dibandingkan kelas lainnya. Hasil ini memperlihatkan bahwa sistem sangat peka terhadap perubahan karakteristik citra dunia nyata, yang merupakan salah satu tantangan utama dalam pengembangan aplikasi klasifikasi berbasis *CNN*. Ke depan, hal ini bisa diperbaiki dengan memperbanyak sampel data nyata dan melakukan *data augmentation* yang lebih variatif untuk menghadapi kondisi ekstrem visual.

E. Tampilan Antarmuka dan Arsitektur Pengkodean

Pengkodean aplikasi dilakukan menggunakan Android Studio dengan bahasa pemrograman Java serta didukung oleh layanan *Firestore* dan *Google Cloud Platform (GCP)*. Pengembangan aplikasi dirancang secara modular, mencakup proses input citra, klasifikasi dengan model berbasis *cloud*, hingga penyajian rekomendasi berbasis hasil deteksi.

Berikut adalah tampilan antarmuka utama aplikasi:



Gambar 7. Tampilan *Splash Screen*

Tampilan awal saat aplikasi dijalankan. Menampilkan logo dengan ilustrasi wajah dan tombol lanjut untuk masuk ke halaman utama aplikasi. Halaman *Splash Screen* ini berfungsi sebagai tampilan awal yang memberikan kesan profesional dan identitas *brand* kepada pengguna. Animasi ringan atau logo statis ditampilkan selama aplikasi dimuat sebelum masuk ke menu utama.



Gambar 8. Tampilan *Home Screen*

Berisi menu utama yang terdiri dari Kamera, Artikel, Riwayat, dan Tentang Kami. Menyajikan artikel terbaru sesuai jenis kulit wajah. Halaman ini merupakan pusat navigasi utama aplikasi. Pengguna dapat memilih fitur deteksi (kamera), membaca artikel, meninjau riwayat klasifikasi, atau mengetahui informasi tentang aplikasi. Fitur unggulan untuk mengambil atau memilih citra wajah melalui kamera atau galeri, lalu menekan tombol "Analisis" untuk melakukan klasifikasi. Menu ini menjadi pintu awal proses klasifikasi. Aplikasi meminta izin akses kamera dan galeri, lalu mengarahkan citra yang dipilih ke proses klasifikasi menggunakan model *CNN* berbasis *cloud*.



Gambar 9. Tampilan Menu Artikel

Menampilkan informasi dan tips perawatan kulit berdasarkan hasil klasifikasi. Artikel dikelompokkan menurut jenis kulit. Artikel disajikan secara dinamis dan dipersonalisasi berdasarkan hasil klasifikasi terakhir pengguna. Fitur ini menjadi nilai tambah edukatif dari aplikasi.



Gambar 10. Tampilan Menu Riwayat

Menunjukkan hasil klasifikasi sebelumnya yang disimpan dalam aplikasi, lengkap dengan waktu, gambar, dan jenis kulit. Fitur ini menyimpan histori deteksi jenis kulit pengguna. Berguna sebagai rekam jejak perawatan kulit wajah pengguna dari waktu ke waktu. Seluruh fitur tersebut saling terintegrasi dalam aplikasi berbasis *mobile* yang memberikan solusi pengguna melakukan deteksi jenis kulit secara mandiri, cepat, dan responsif melalui koneksi *cloud*.

F. Pengujian Lanjutan dan Potensi Pengembangan Sistem

Pengujian sistem yang telah dilakukan pada tahap awal masih bersifat terbatas dan sebagian besar berbasis data uji dari *dataset* laboratorium, yaitu *Face Skin Type Dataset* dari *Kaggle*. Meskipun model menunjukkan performa tinggi dengan akurasi mendekati 92%, dan sudah dilakukan uji coba pada pengguna nyata secara terbatas, cakupan pengujian ini belum sepenuhnya mencerminkan variasi kondisi dunia nyata yang lebih kompleks. Ke depan, pengujian lanjutan perlu difokuskan pada skenario penggunaan sistem oleh lebih banyak pengguna dalam kondisi lingkungan yang beragam, seperti pencahayaan alami yang tidak terkontrol, sudut pengambilan gambar yang bervariasi, serta perbedaan kualitas kamera antar perangkat. Pengumpulan *feedback* dari pengguna juga dapat digunakan sebagai dasar peningkatan kualitas sistem, terutama pada aspek *user experience* dan keakuratan klasifikasi kulit dalam konteks nyata.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi jenis kulit wajah berbasis *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *InceptionV3*, yang diimplementasikan pada platform *Google Cloud* dan diintegrasikan dalam aplikasi *Android*. Sistem mampu mengidentifikasi empat jenis kulit wajah dengan tingkat akurasi mencapai sekitar 91,7%, serta memberikan waktu respons yang cepat melalui layanan *cloud-based API*. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan model *CNN* yang di-*finetune* secara khusus untuk dataset citra kulit wajah, serta integrasi *real-time* berbasis *cloud* yang memungkinkan klasifikasi dilakukan langsung dari aplikasi mobile tanpa memerlukan perangkat keras khusus. Batasan penelitian ini terletak pada penggunaan dataset terbatas dari sumber publik (*Kaggle*) dan belum dilakukan validasi menyeluruh menggunakan data dunia nyata yang lebih bervariasi, terutama dari kondisi pencahayaan, ras, dan usia yang berbeda. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam dunia nyata, seperti dalam bidang kecantikan, *dermatology*, maupun layanan *personalized skincare recommendation*. Dengan pendekatan yang lebih luas terhadap pengujian pengguna dan peningkatan kualitas dataset, penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pemanfaatan teknologi *artificial intelligence* untuk solusi perawatan kulit yang bersifat otomatis, terjangkau, dan mudah diakses oleh masyarakat luas.

REFERENSI

- [1] Zhang, Y., Wang, H., & Liu, M. (2022). *Deep Learning-Based Facial Skin Type Classification*. *IEEE Access*, 10, 85642-85653.
- [2] Lee, J., Park, S., & Kim, D. (2023). *Lightweight Inception-based CNN Model for Skin Disease Classification*. *Sensors*, 23(1), 1021.
- [3] Chen, Q., Li, X., & Xu, Y. (2021). *A Cloud-Hosted Image Recognition Framework Using Google Cloud Vision API*. *Journal of Cloud Computing*, 10(12), 1–14.
- [4] Dewi A, Saputra R, Lestari M. Rekomendasi Produk Perawatan Wajah Menggunakan *Metode Support Vector Machine*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*. 2024;12(1):22–29.
- [5] Lestari N, Pratama R, Hasan A. Klasifikasi Jenis Kulit Wajah Menggunakan *CNN* Berbasis *Android*. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*. 2021;9(2):15–22.
- [6] Santoso, A., et al. (2022). Implementasi Model *InceptionV3* dalam Klasifikasi Citra pada Aplikasi Kesehatan. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(3), 225-232.
- [7] Prasetyo, F., & Hidayatullah, R. (2021). Penggunaan *Deep Learning* pada Deteksi Kulit Berjerawat Menggunakan *CNN*. *Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi*, 13(2), 87-94.
- [8] Kusuma, D., & Putri, A. (2020). Pemanfaatan GCP untuk Pengolahan Citra Digital Berbasis AI. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(1), 33-40.
- [9] Rahman, M. A., & Hasan, K. (2023). *Comparative Analysis of CNN Architectures for Dermatological Image Classification*. *Biomedical Signal Processing and Control*, 80, 104320.
- [10] Sari, D., & Pramono, Y. (2022). Optimalisasi Penggunaan *Cloud Platform* untuk AI Model dalam Aplikasi Kecantikan. *Jurnal Teknologi Terapan*, 11(2), 105–114.
- [11] F. A. Ali, A. H. Suhailan, S. S. Anuar. *Face Skin Detection Using Deep Learning Based on Convolutional Neural Networks*. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2022; 26(2): 622–629.
- [12] J. Schmidhuber (ed.). *Advances in Convolutional Neural Networks*. Springer. Report No. 145. 2023.
- [13] H. Putra, M. R. Fadillah. Deteksi Jenis Kulit Wajah Berbasis *CNN* dan *Augmentasi Data*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*. 2021; 9(4): 231–238.
- [14] L. Widodo, R. Astuti. Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Kulit Berbasis *Android*. *Seminar Nasional Teknologi dan Sains (SNTS)*. Surabaya. 2022; 5: 76–82.
- [15] T. Kurniawan. *Implementasi Transfer Learning InceptionV3 untuk Klasifikasi Citra Wajah*. Tesis. Institut Teknologi Bandung; 2023.