

Implementasi Transfer Learning Menggunakan Convolutional Neural Network untuk Deteksi Jenis Kulit Wajah

Karlina Dwi Septiani^{1,*}, Egia Rosi Subhiyakt²

¹Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia

²Research Center for Intelligent Distributed Surveillance and Security (IDSS), Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia

Email: ^{1,*}111202113246@mhs.dinus.ac.id, ²egia@dsn.dinus.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 111202113246@mhs.dinus.ac.id

Submitted: 30/10/2024; Accepted: 01/12/2024; Published: 03/12/2024

Abstrak—Di Indonesia, kondisi iklim tropis yang ekstrem dengan tingkat kelembapan dan paparan sinar matahari yang tinggi meningkatkan risiko permasalahan kulit wajah bagi masyarakat. Kulit wajah yang tidak dirawat dengan tepat sering kali rentan mengalami gangguan, mulai dari kulit kering, berminyak, hingga berjerawat. Namun, kesadaran masyarakat Indonesia tentang pentingnya menjaga kesehatan kulit masih tergolong rendah, yang diperparah dengan terbatasnya waktu dan akses untuk berkonsultasi dengan dokter spesialis kulit. Sebagian besar masyarakat mungkin tidak mengetahui jenis kulit mereka, padahal setiap tipe kulit membutuhkan perawatan yang berbeda agar tetap sehat dan terhindar dari masalah kulit yang lebih serius. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi berbasis iOS yang mampu mendeteksi jenis kulit wajah secara otomatis menggunakan *transfer learning* dengan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN). Model dikembangkan dengan melatih dataset gambar wajah untuk mengklasifikasikan jenis kulit seperti kering, berminyak, normal, dan berjerawat, serta diintegrasikan ke dalam aplikasi iOS untuk analisis *real-time* melalui gambar wajah pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi model sebesar 87% dan akurasi aplikasi sebesar 83,3% dalam mengidentifikasi jenis kulit wajah, diharapkan aplikasi ini membantu masyarakat Indonesia lebih memahami kondisi kulit mereka dan memperoleh rekomendasi perawatan yang sesuai untuk menjaga kesehatan kulit di iklim tropis.

Kata Kunci: Kulit wajah; Transfer learning; CNN; Klasifikasi Gambar; CreateML

Abstract—In Indonesia, extreme tropical climate conditions with high humidity and sun exposure increase the risk of facial skin problems for the community. Facial skin that is not properly cared for is often prone to disorders, ranging from dry skin, oily skin, to acne. However, Indonesian people's awareness of the importance of maintaining healthy skin is still relatively low, which is exacerbated by limited time and access to consult a dermatologist. Most people may not know their skin type, even though each skin type requires different care to stay healthy and avoid more serious skin problems. To answer this problem, this study aims to develop an iOS-based application that is able to automatically detect facial skin types using transfer learning with a Convolutional Neural Network (CNN) architecture. The model was developed by training a dataset of facial images to classify skin types such as dry, oily, normal, and acne-prone, and integrated into an iOS application for real-time analysis through user facial images. The evaluation results showed a model accuracy of 87% and an application accuracy of 83.3% in identifying facial skin types. It is hoped that this application will help Indonesian people better understand their skin conditions and obtain appropriate treatment recommendations to maintain healthy skin in a tropical climate.

Keywords: Facial skin; Transfer learning; CNN; Image classification; CreateML

1. PENDAHULUAN

Kulit merupakan organ terluar yang melindungi tubuh manusia dari berbagai ancaman eksternal seperti sinar UV, polusi, dan kotoran [1]. Di Indonesia, yang dikenal dengan iklim tropisnya, kulit wajah sangat rentan terhadap kerusakan akibat paparan sinar matahari yang intens dan kelembapan yang tinggi [2]. Aktivitas luar ruangan yang sering dilakukan oleh masyarakat, terutama di perkotaan, menambah risiko munculnya masalah kulit seperti kulit kering, berminyak, berjerawat, dan bahkan penyakit kulit lainnya. Oleh karena itu, perhatian lebih terhadap kesehatan kulit wajah menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan kecantikan kulit.

Pengetahuan mengenai jenis kulit wajah menjadi langkah awal yang krusial sebelum melakukan perawatan yang tepat. Setiap jenis kulit memerlukan penanganan yang berbeda agar tidak memicu masalah kulit yang lebih serius. Kurangnya perhatian masyarakat di Indonesia terhadap pentingnya menjaga kesehatan kulit masih menjadi permasalahan utama. Banyak orang belum menyadari bahwa setiap jenis kulit memerlukan perawatan khusus yang berbeda untuk menjaga kondisi kulit tetap optimal dan mencegah masalah yang lebih serius. Selain itu, pengetahuan tentang jenis kulit wajah yang dimiliki seringkali terbatas, sehingga masyarakat cenderung mengabaikan langkah awal yang krusial ini sebelum memilih produk perawatan. Faktor ini diperparah dengan paparan faktor lingkungan yang ekstrim, yang membuat kebutuhan akan informasi kesehatan kulit menjadi semakin penting. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi *machine learning* dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi tipe kulit wajah secara otomatis dan memberikan rekomendasi perawatan yang sesuai [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan teknologi *machine learning* untuk menganalisis dan mendeteksi jenis kulit. Misalnya, penelitian oleh Niasa et al. (2021) mengembangkan sistem berbasis *convolutional neural network* (CNN) untuk klasifikasi jenis kulit menggunakan citra digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang dilatih dengan dataset yang cukup besar dapat mencapai akurasi yang tinggi dalam mendeteksi jenis kulit [4]. Dalam penelitian lainnya, Sunnam & Obulesh (2022) memanfaatkan *deep learning* untuk menganalisis kondisi kulit dan memberikan rekomendasi perawatan yang disesuaikan [5]. Hasil dari studi ini

menunjukkan potensi teknologi *machine learning* dalam memberikan solusi yang praktis bagi masyarakat untuk memahami kondisi kulit mereka. Selain itu, penelitian oleh Chan et al. (2023) menunjukkan efektivitas model deep learning dalam mendeteksi tipe kulit menggunakan teknik transfer learning untuk klasifikasi lebih cepat dan akurat dalam aplikasi seluler [6]. Sementara itu, Kothari et al. (2021) mengembangkan aplikasi berbasis mobile untuk klasifikasi jenis kulit menggunakan CNN yang dikombinasikan dengan rekomendasi produk kosmetik, menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat dalam memberikan rekomendasi perawatan kulit dibandingkan model standar lainnya [7]. Penelitian ini menjadi dasar yang kuat bagi pengembangan aplikasi kami yang berfokus pada deteksi jenis kulit wajah [8].

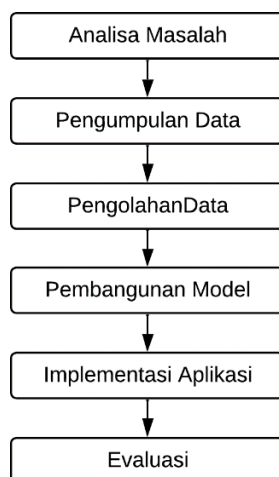
Penelitian menerapkan metode *transfer learning* berbasis *convolutional neural network* (CNN) yang diterapkan melalui *framework* CreateML dari Apple. *Transfer learning* dipilih sebagai metode utama untuk meningkatkan akurasi klasifikasi pada model dengan waktu pelatihan yang relatif singkat, sehingga cocok digunakan pada aplikasi seluler. Model ini dilatih menggunakan dataset gambar wajah yang mencakup beberapa jenis kulit seperti kulit kering, berminyak, normal, dan kombinasi. Metode ini memungkinkan model untuk memanfaatkan pengetahuan dari model sebelumnya dan menyesuaikannya untuk mendeteksi tipe kulit wajah. Aplikasi ini juga mengimplementasikan deteksi secara *real-time*, memanfaatkan perangkat keras iOS untuk memberikan hasil yang akurat dan mudah dipahami pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan solusi praktis bagi masyarakat Indonesia dalam mengenali jenis kulit wajah mereka dengan lebih akurat melalui pengembangan aplikasi berbasis iOS yang memanfaatkan *machine learning*. Aplikasi ini tidak hanya membantu pengguna mendeteksi jenis kulit secara otomatis melalui analisis gambar wajah secara *real-time*, tetapi juga memberikan rekomendasi perawatan yang sesuai berdasarkan hasil deteksi tersebut. Dengan demikian, diharapkan aplikasi ini dapat menjadi panduan yang efektif bagi masyarakat, khususnya mereka yang sering beraktivitas di luar ruangan, dalam menjaga kesehatan kulit wajah di tengah kondisi iklim tropis Indonesia. Penelitian ini berupaya mendukung kesadaran masyarakat terhadap pentingnya perawatan kulit yang tepat guna mengurangi risiko masalah kulit akibat paparan lingkungan yang intens. Solusi ini diharapkan dapat membantu masyarakat Indonesia, terutama mereka yang sering beraktivitas di luar ruangan, untuk lebih memperhatikan kesehatan kulit wajah mereka. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan pengguna dapat memperoleh informasi yang tepat mengenai jenis kulit mereka dan melakukan langkah-langkah perawatan yang sesuai untuk menjaga kesehatan kulit dalam kondisi iklim tropis Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa langkah yang dilakukan secara bertahap seperti diilustrasikan pada Gambar 1 untuk memastikan aplikasi yang dikembangkan dapat mendeteksi jenis kulit wajah secara akurat. Setiap tahap ini dirancang untuk memastikan model klasifikasi yang andal dan aplikasi yang efektif, sehingga pengguna dapat menerima analisis kondisi kulit wajah secara *real-time*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada gambar 1 dapat dijelaskan seperti berikut ini:

a. Analisis Masalah

Tahap ini dilakukan identifikasi masalah dan kebutuhan yang melatarbelakangi pengembangan aplikasi [9]. Dalam konteks penelitian ini, kondisi iklim tropis di Indonesia meningkatkan risiko masalah kulit, terutama pada wajah, seperti kulit kering, berminyak, berjerawat, dan normal. Analisis ini meliputi identifikasi faktor eksternal yang memengaruhi kesehatan kulit wajah serta pentingnya deteksi dini untuk memudahkan pengguna dalam melakukan perawatan yang sesuai. Tujuan dari analisa ini adalah untuk menentukan pentingnya klasifikasi jenis kulit sebagai

dasar perawatan yang tepat dan menyoroti kendala yang dihadapi masyarakat dalam mengakses layanan dermatologis. Hasil dari analisis ini menjadi dasar utama dalam menetapkan tujuan aplikasi [10].

b. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan gambar wajah yang digunakan sebagai dataset pelatihan dan pengujian model. Dataset yang digunakan diperoleh dari sumber *open-source* di Kaggle. Dataset memiliki peran penting dalam penelitian ini [11]. Dataset yang digunakan terdiri dari kumpulan gambar wajah yang telah diolah dan diberi label sesuai dengan kategori jenis kulit yaitu kering, berminyak, normal, dan berjerawat. Dataset dipilih dengan cermat untuk memastikan keragaman dalam kondisi kulit yang tepat [12]. Kualitas gambar dan keseimbangan distribusi label juga menjadi perhatian utama untuk memastikan bahwa dataset ini layak digunakan dalam pelatihan model *deep learning* [13]. Analisis mendalam mengenai kualitas data dilakukan guna menjamin model dapat belajar dari data yang representatif dan menghasilkan prediksi yang akurat [13]. Data yang dikumpulkan selanjutnya akan disesuaikan dan diproses lebih lanjut agar dapat digunakan dalam proses pelatihan model.

c. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mempersiapkan dataset agar siap digunakan dalam pelatihan model. Langkah-langkah pengolahan mencakup pengecekan kualitas gambar, penyesuaian ukuran, dan pemrosesan citra untuk meningkatkan kualitas dataset. Gambar-gambar dikategorikan dalam empat jenis kulit yaitu kering, berminyak, normal, dan berjerawat, sehingga model dapat lebih mudah mengenali pola yang relevan dari setiap kategori.

d. Pembangunan Model



Gambar 2. Proses Model Klasifikasi Gambar dengan CreateML

Pengembangan model dilakukan menggunakan CreateML untuk pengembangan dan pelatihan model klasifikasi berdasarkan dataset yang telah disiapkan. Penelitian ini memanfaatkan CreateML, sebuah alat *machine learning* yang dikembangkan oleh Apple [14], untuk membangun model klasifikasi jenis kulit wajah. CreateML memungkinkan pengembang untuk melatih model *machine learning* secara lokal di perangkat macOS tanpa memerlukan pengaturan infrastruktur yang rumit [15]. Alat ini menyediakan antarmuka yang intuitif, di mana pengguna dapat dengan mudah mengimpor dataset, memilih arsitektur model yang sesuai, serta menyesuaikan parameter pelatihan [16]. CreateML menggunakan pendekatan *transfer learning* dan arsitektur *convolutional neural networks* (CNN) [17]. *Transfer learning* memungkinkan pemanfaatan model yang sudah dilatih sebelumnya pada tugas serupa, sehingga mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan akurasi model [18]. Pendekatan ini sangat efektif dalam menangani tugas klasifikasi gambar karena kemampuan CNN dalam mengenali pola dan fitur visual yang kompleks [19]. Proses pelatihan di CreateML juga menyertakan visualisasi akurasi performa model selama pelatihan, yang membantu dalam memantau kemajuan model hingga mencapai hasil yang optimal. Gambar 2 menunjukkan bagaimana model klasifikasi gambar dihasilkan menggunakan CreateML.

e. Implementasi Aplikasi

Model yang telah dilatih selanjutnya diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis iOS. Pada tahap implementasi ini, aplikasi dirancang agar pengguna dapat mengambil gambar wajah mereka menggunakan kamera perangkat iOS, yang kemudian akan diolah oleh model untuk mendeteksi jenis kulit secara *real-time*. Pada tahap ini hasil implementasi aplikasi akan diuji menggunakan pengujian *black box* untuk menguji aplikasi dari segi fungsionalitas tanpa harus mengetahui kode program maupun desain internal dari sistem yang diuji [20]. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan solusi bagi masyarakat umum di Indonesia dalam mendapatkan rekomendasi perawatan kulit wajah yang tepat, terutama bagi mereka yang sering terpapar kondisi iklim tropis yang ekstrem. Dengan fokus pada deteksi jenis kulit secara cepat dan mudah, aplikasi ini diharapkan dapat membantu pengguna menjaga kesehatan kulit wajah, terutama di daerah yang sulit menjangkau layanan dermatologis.

f. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan akurasi yang diperoleh dari CreateML dengan hasil pengujian manual. CreateML menghasilkan metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1 score* berdasarkan klasifikasi model terhadap data *testing* [21], dengan menggunakan *confusion matrix* untuk menilai performa model dalam mengidentifikasi jenis kulit seperti kering, berminyak, normal, dan berjerawat. Selain itu, pengujian manual dilakukan dengan menguji model langsung melalui aplikasi iOS, di mana pengguna mengambil gambar wajah untuk diprediksi oleh model, kemudian hasilnya dibandingkan dengan kondisi kulit yang diketahui. Evaluasi manual ini penting untuk memastikan bahwa model bekerja secara konsisten di kondisi nyata, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pencahayaan dan sudut pandang [22]. Perbandingan hasil evaluasi dari kedua metode ini bertujuan untuk menilai keandalan dan akurasi model dalam berbagai situasi.

2.2 Transfer Learning

Transfer learning adalah metode dalam *machine learning* yang memungkinkan model yang telah dilatih pada suatu tugas untuk diterapkan pada tugas lain dengan melakukan penyesuaian atau pelatihan tambahan. Teknik ini sangat bermanfaat dalam penelitian ini karena memungkinkan penggunaan model yang sebelumnya telah dilatih pada dataset besar dan umum untuk mendeteksi fitur-fitur dasar pada gambar, sehingga mempercepat proses pelatihan pada tugas yang lebih spesifik, yaitu klasifikasi jenis kulit wajah.

Pada penelitian ini, *transfer learning* diterapkan dengan memanfaatkan kemampuan CreateML untuk mengadaptasi model CNN yang telah dilatih sebelumnya pada gambar-gambar umum ke dataset wajah yang berlabel sesuai jenis kulit. Dengan *transfer learning*, model dapat belajar lebih cepat dari dataset yang lebih kecil sekaligus meningkatkan akurasi tanpa memerlukan pelatihan dari awal. Hasilnya adalah model yang mampu mengenali pola-pola visual yang spesifik pada gambar wajah untuk membedakan jenis kulit dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Transfer learning juga meminimalkan kebutuhan komputasi, sehingga model dapat dilatih dan diterapkan secara efektif pada perangkat iOS.

2.3 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang banyak digunakan untuk pengenalan pola pada gambar, terutama dalam tugas-tugas seperti klasifikasi dan segmentasi. CNN dirancang untuk mengekstraksi fitur-fitur visual secara hierarkis melalui serangkaian lapisan konvolusi, pooling, dan aktivasi, yang memungkinkan model mengenali pola-pola kompleks seperti tekstur dan bentuk dalam gambar. Pada penelitian ini, CNN digunakan sebagai arsitektur dasar dalam membangun model klasifikasi jenis kulit wajah dengan memanfaatkan kemampuan CreateML.

Lapisan konvolusi dalam CNN mendeteksi fitur lokal seperti tepi, tekstur, dan pola-pola spesifik pada kulit wajah. Fitur-fitur ini kemudian digabungkan pada lapisan yang lebih dalam untuk menghasilkan representasi yang lebih lengkap dan abstrak dari gambar wajah. CNN juga mampu mengatasi variasi pada gambar, seperti perubahan pencahayaan, sudut pandang, dan ekspresi wajah, yang penting dalam proses klasifikasi jenis kulit. Dengan menggunakan CNN sebagai arsitektur model, aplikasi ini dapat secara efektif mendeteksi jenis kulit wajah pengguna berdasarkan fitur-fitur yang relevan, menjadikan hasil klasifikasi lebih akurat dan konsisten meskipun terdapat perbedaan kondisi lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, identifikasi masalah utama terkait kondisi kulit wajah di Indonesia berkaitan dengan tingginya paparan sinar matahari dan kelembapan akibat iklim tropis. Faktor-faktor eksternal seperti polusi, radiasi *ultraviolet*, dan kebiasaan gaya hidup menyebabkan berbagai permasalahan kulit, terutama kulit wajah. Masyarakat yang beraktivitas di luar ruangan lebih rentan mengalami masalah seperti kulit normal, kering, berminyak, dan berjerawat. Untuk memudahkan pengecekan kondisi kulit wajah secara mandiri, memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mendapatkan informasi tentang jenis kulit mereka tanpa perlu konsultasi langsung dengan spesialis. Oleh karena itu, solusi berbasis teknologi diusulkan untuk membantu mendeteksi jenis kulit wajah secara cepat dan efisien melalui aplikasi berbasis *deep learning* dan memberikan saran untuk perawatan jenis kulit tersebut.

3.2 Pengumpulan Data

Tahap ini melibatkan pengumpulan gambar wajah yang digunakan untuk pelatihan model. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari dua sumber *open-source* Kaggle. Sumber dataset pertama untuk keperluan data *training* diperoleh dari <https://www.kaggle.com/datasets/muttaqin1113/face-skin-type> dan untuk sumber kedua untuk data *testing* diperoleh dari <https://www.kaggle.com/datasets/muttaqin1113/skinfacetype> dimana keduanya menyediakan gambar wajah yang telah diberi label berdasarkan jenis kulit, yaitu kulit kering, berminyak, normal, dan berjerawat.

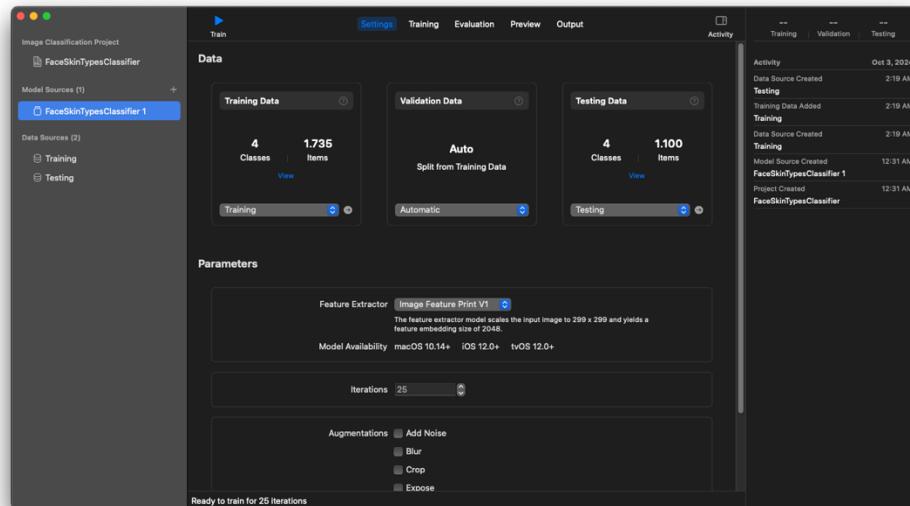
3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan langkah penting untuk memastikan dataset siap digunakan dalam proses pelatihan. Dataset terdiri dari gambar wajah yang terbagi dalam empat kategori jenis kulit: kering, berminyak, normal, dan berjerawat, dengan format gambar JPEG. Dataset diorganisasikan ke dalam dua kelompok: *Training* terdiri dari 1735 gambar, dan *Testing* terdiri dari 1100 gambar. Proses pengolahan diterapkan untuk meningkatkan dan membantu memperkuat kemampuan model *deep learning* dalam melakukan klasifikasi secara akurat.

3.4 Pembangunan Model

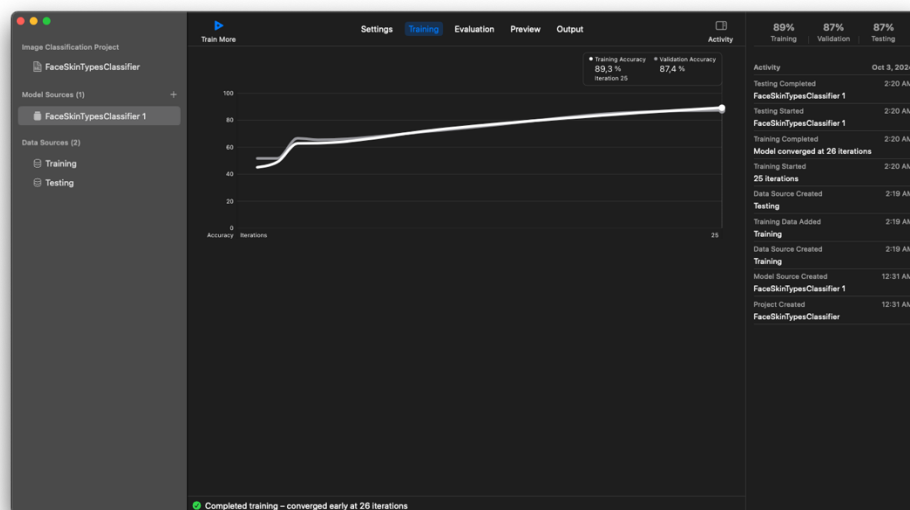
Tahapan pengembangan model dilakukan menggunakan *framework* CreateML. Pembangunan model dimulai dengan pembuatan proyek CreateML menggunakan Xcode. Gambar 3 menunjukkan antarmuka *setting* CreateML, bagian ini data dimasukkan untuk keperluan *training* model dan juga *testing* model menggunakan gambar dari dataset yang telah

disiapkan sebelumnya. Data validasi diatur ke mode *auto*, dengan mode ini data validasi yang digunakan merupakan data hasil pembagian tertentu dari data *training* yang dilakukan oleh CreateML. Selain itu pada juga dapat dilakukan konfigurasi tambahan mencakup iterasi dan augmentasi gambar untuk memaksimalkan akurasi model sebelum dilakukan pelatihan.



Gambar 3. Antarmuka *setting* dan konfigurasi data CreateML

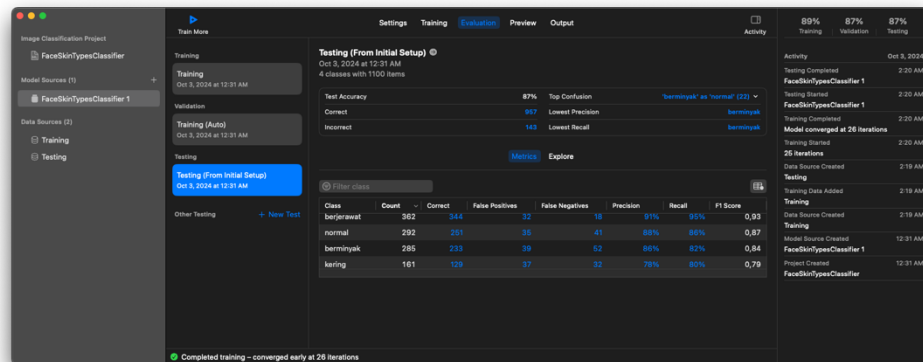
Setelah pelatihan model dilakukan CreateML menampilkan hasil pelatihan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4 dimana garis putih mewakili akurasi model pelatihan mendapatkan akurasi sebesar 89,3% dan garis abu-abu mewakili akurasi validasi model memperoleh akurasi sebesar 87,4%. Grafik ini menunjukkan kenaikan di setiap iterasinya, yang berarti model secara bertahap semakin memahami pola-pola dalam dataset gambar dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Peningkatan akurasi pelatihan dan validasi mengindikasikan bahwa model berhasil mempelajari fitur-fitur penting yang membedakan setiap jenis kulit. Namun, penting juga untuk memantau adanya *overfitting*, di mana akurasi pelatihan sangat tinggi tetapi akurasi validasi tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini beresiko, iterasi dihentikan ketika akurasi validasi mencapai titik optimal, dan model dengan performa terbaik dipilih untuk pengujian lebih lanjut menggunakan dataset *testing*.



Gambar 4. Hasil pelatihan model

Gambar 5 menunjukkan tab evaluasi setelah pelatihan selesai yang menyediakan metrik evaluasi untuk mengukur performa model. Metrik utama yang ditampilkan termasuk *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1 score*, yang berguna untuk mengevaluasi kemampuan model dalam melakukan klasifikasi dengan tepat. Dari hasil evaluasi data *testing* model yang dihasilkan memperoleh akurasi sebesar 87% dengan detail 957 gambar benar dan 143 gambar salah. Hasil evaluasi ini mengindikasikan bahwa model mampu melakukan klasifikasi dengan performa yang cukup

baik, meskipun masih terdapat beberapa kesalahan prediksi yang mungkin disebabkan oleh variasi pencahayaan atau kualitas gambar dalam dataset.

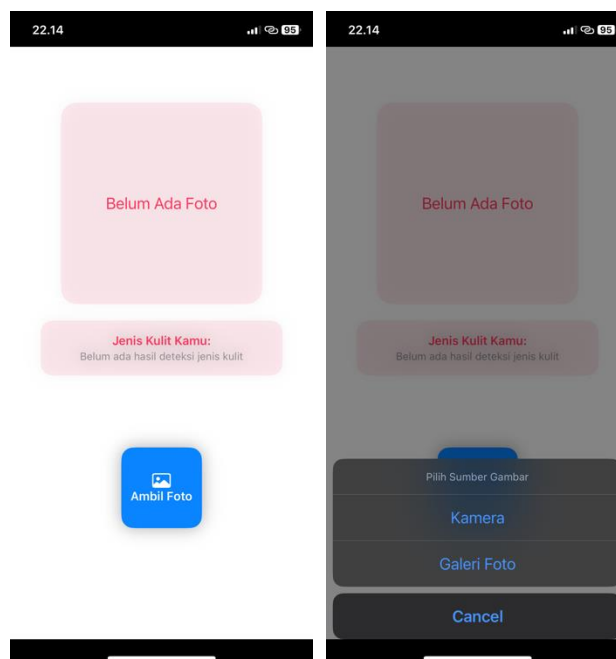


Gambar 5. Evaluasi pelatihan model

Setelah memastikan bahwa performa model memenuhi ekspektasi, model ini kemudian diekspor sebagai file .mlmodel dan disimpan dalam sistem file proyek. File ini akan digunakan dalam implementasi aplikasi, di mana model akan dijalankan secara lokal pada perangkat iOS untuk melakukan prediksi jenis kulit wajah.

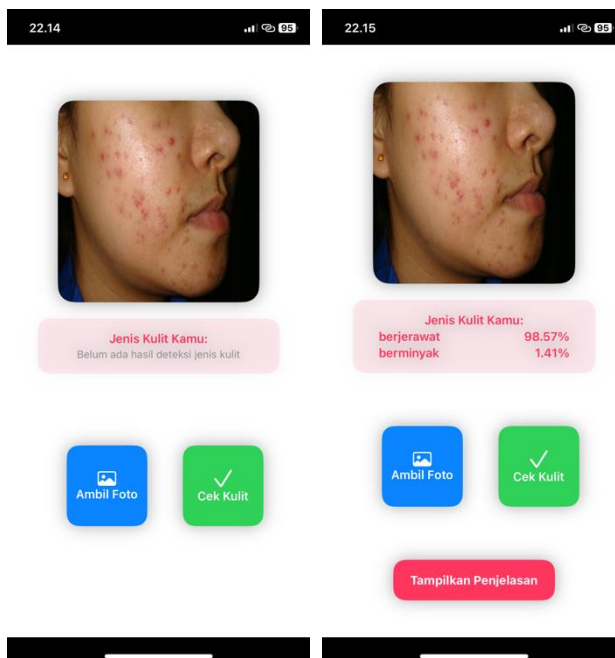
3.5 Implementasi Aplikasi

Tahapan selanjutnya adalah implementasi aplikasi, di mana model yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam aplikasi iOS yang berfungsi untuk mendeteksi jenis kulit wajah. Pengguna aplikasi dapat mengambil gambar wajah mereka langsung melalui kamera perangkat iOS atau mengunggah gambar dari galeri foto yang tersedia. Dalam aplikasi ini, Xcode digunakan sebagai *Integrated Development Environment* (IDE) utama, memfasilitasi pengembangan antarmuka pengguna dan integrasi model *deep learning* ke dalam aplikasi.



Gambar 6. (a) Halaman utama aplikasi, (b) Tampilan menu untuk mengambil gambar

Pada Gambar 6 (a) dan (b), ditampilkan halaman utama aplikasi dan tampilan menu untuk mengambil gambar. Halaman utama (a) dirancang dengan antarmuka sederhana yang memudahkan pengguna dalam navigasi. Pada halaman ini, pengguna disajikan dua opsi utama untuk memulai deteksi, yaitu mengambil gambar wajah langsung atau mengunggah gambar dari galeri. Tampilan menu untuk pengambilan gambar (b) memberikan akses ke kamera perangkat iOS dan galeri foto, memungkinkan pengguna untuk memilih sumber gambar sesuai kebutuhan.



Gambar 7. (a) Halaman aplikasi dengan gambar terpilih, (b) Halaman setelah dilakukan klasifikasi gambar

Selanjutnya, Gambar 6 (a) dan (b) menunjukkan proses setelah pengguna memilih atau mengambil gambar. Pada Gambar 6 (a), pengguna akan melihat tampilan aplikasi yang memuat gambar terpilih di layar, bersama dengan tombol “Cek Kulit” yang dapat ditekan untuk memulai proses klasifikasi. Setelah tombol ditekan, aplikasi menampilkan hasil klasifikasi (b) yang menunjukkan jenis kulit yang terdeteksi, seperti kering, berminyak, normal, atau berjerawat, beserta persentase kepercayaan model terhadap hasil klasifikasi tersebut. Tampilan hasil klasifikasi ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi tentang kondisi kulit wajah mereka secara akurat. Pada halaman ini juga terdapat tombol untuk menampilkan penjelasan dan rekomendasi perawatan dari hasil klasifikasi kulit yang dilakukan.



Gambar 8. Halaman penjelasan dan rekomendasi perawatan jenis kulit

Pada Gambar 8 menampilkan halaman rekomendasi perawatan yang disesuaikan dengan jenis kulit yang terdeteksi. Halaman ini dirancang untuk memberikan penjelasan informasi kepada pengguna mengenai hasil deteksi kulit serta langkah-langkah perawatan yang sesuai untuk jenis kulit yang dideteksi. Fitur rekomendasi ini diharapkan membantu pengguna dalam merawat kulit wajah sesuai dengan kondisi kulit yang terdeteksi. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan pengguna dapat lebih mudah memantau kondisi kulit wajah mereka secara mandiri dan memperoleh rekomendasi perawatan yang sesuai, terutama bagi mereka yang sering terpapar kondisi cuaca tropis di Indonesia.

Setelah implementasi aplikasi berhasil dilakukan tahap selanjutnya adalah pengujian aplikasi. Tahapan ini merupakan salah satu langkah krusial dalam proses pengembangan aplikasi. Tujuan dari pengujian aplikasi adalah untuk memastikan bahwa aplikasi yang telah dikembangkan berfungsi dan berjalan sesuai dengan harapan pengguna. Dalam penelitian ini, pengujian aplikasi dilakukan dengan menerapkan metode pengujian *black box*. Tabel 1 menampilkan hasil pengujian aplikasi deteksi jenis kulit wajah dengan pengujian *black box* berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian *black box* aplikasi

No	Bagian Uji	Input	Output	Hasil Uji
1	Pilih gambar dari galeri foto	Tekan tombol ambil foto	Menampilkan menu “Pilih Sumber Gambar”	Sesuai
		pilih menu “Galeri Foto”	Menampilkan galeri foto	Sesuai
		Pilih gambar dari galeri foto	Halaman berpindah dari galeri foto ke halaman utama dan menampilkan foto terpilih	Sesuai
2	Ambil gambar dengan kamera	Tekan tombol ambil foto	Menampilkan menu “Pilih Sumber Gambar”	Sesuai
		pilih menu “Kamera”	Menampilkan kamera	Sesuai
		Ambil foto melalui kamera	Halaman berpindah dari kamera ke halaman utama dan menampilkan foto terpilih	Sesuai
3	Klasifikasi gambar	Tekan tombol “Cek Kulit”	Menampilkan hasil klasifikasi jenis kulit dan tombol untuk “Tampilkan Penjelasan”	Sesuai
4	Menampilkan rekomendasi perawatan jenis kulit	Tekan tombol “Tampilkan Penjelasan”	Menampilkan halaman penjelasan penjelasan dan rekomendasi perawatan jenis kulit	Sesuai

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa setiap bagian dari aplikasi telah diuji dengan berbagai *input*, dan semua *output* yang diharapkan berhasil ditampilkan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pada bagian pertama, saat pengguna memilih gambar dari galeri foto, aplikasi berhasil menampilkan menu “Pilih Sumber Gambar” dan berlanjut dengan menampilkan galeri foto serta gambar yang terpilih, semua hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Demikian pula, saat menggunakan kamera untuk mengambil gambar, aplikasi dengan lancar menampilkan menu pilihan dan berfungsi dengan baik untuk mengalihkan pengguna ke halaman utama dengan gambar yang terpilih.

Selain itu, pengujian klasifikasi gambar dan tampilan rekomendasi perawatan juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Ketika pengguna menekan tombol “Cek Kulit,” aplikasi dengan tepat menampilkan hasil klasifikasi jenis kulit serta tombol untuk menampilkan penjelasan lebih lanjut. Begitu pula, fungsi untuk menampilkan rekomendasi perawatan kulit berjalan dengan baik, mengarahkan pengguna ke halaman yang berisi informasi dan langkah-langkah perawatan sesuai dengan jenis kulit yang terdeteksi. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan memenuhi ekspektasi pengguna, memberikan kepercayaan bahwa aplikasi dapat digunakan secara efektif dalam membantu deteksi jenis kulit wajah.

3.6 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai performa model deteksi jenis kulit wajah, baik dari segi akurasi model hasil pelatihan di CreateML maupun pengujian langsung melalui aplikasi. Evaluasi ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari kedua metode evaluasi guna memastikan konsistensi model dalam berbagai kondisi nyata. Pengujian manual dilakukan dengan cara menguji aplikasi langsung pada perangkat iOS kemudian hasil klasifikasi dibandingkan dengan kondisi kulit yang diketahui. Pengujian dikatakan sukses jika memperoleh probabilitas tertinggi dari hasil klasifikasi sesuai dengan jenis kulit yang digunakan. Tabel 2 berikut menunjukkan hasil pengujian performa langsung aplikasi menggunakan 12 gambar uji.

Tabel 2. Hasil pengujian performa aplikasi

Gambar Uji	Output	Ptobabilitas	Kesimpulan
Berminyak 1	berminyak	94.6%	Sukses
Berminyak 2	berminyak	96.52%	Sukses
Berminyak3	berminyak	99.89%	Sukses
Normal 1	normal	97.54%	Sukses
Normal 2	normal	80.11%	Sukses
Normal 3	kering	52.04%	Gagal
Kering 1	kering	94.72%	Sukses
Kering 2	kering	54.37%	Gagal
Kering 3	kering	97.99%	Sukses

Gambar Uji	Output	Ptobabilitas	Kesimpulan
Berjerawat 1	berjerawat	98.57%	Sukses
Berjerawat 2	berjerawat	100%	Sukses
Berjerawat 3	berjerawat	70.07%	Sukses

Dari pengujian ini, terdapat dua klasifikasi yang gagal, yaitu pada gambar Normal 3 dan Kering 2. Kesalahan ini terjadi ketika model tidak dapat mengidentifikasi jenis kulit yang sebenarnya, menunjukkan adanya potensi perbedaan dalam tingkat sensitivitas model terhadap jenis kulit tertentu, khususnya kulit normal dan kering. Selanjutnya, perhitungan akurasi dilakukan berdasarkan jumlah klasifikasi yang berhasil dibagi dengan total gambar uji. Dari 12 gambar uji, 10 gambar berhasil diklasifikasikan dengan benar, sehingga akurasi pengujian manual dihitung sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{Penujian Sukses}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100$$

$$Akurasi = \frac{10}{12} \times 100 = 83.3\%$$

Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi model dalam kondisi pengujian langsung mencapai 83.3%. Angka ini cukup tinggi, tetapi menunjukkan adanya peluang untuk perbaikan lebih lanjut, terutama untuk meningkatkan akurasi pada jenis kulit yang lebih sulit diidentifikasi. Evaluasi ini memberikan gambaran yang jelas mengenai performa model dalam kondisi nyata dan potensi pengembangan di masa mendatang untuk meningkatkan konsistensi hasil.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi berbasis iOS yang menggunakan model *deep learning* dengan pendekatan *transfer learning* untuk mendeteksi jenis kulit wajah, memanfaatkan CreateML dari Apple untuk membangun model klasifikasi gambar menggunakan arsitektur CNN. Model ini dilatih dengan dataset yang telah diolah dan dilabeli berdasarkan jenis kulit kering, berminyak, normal, dan berjerawat yang dirancang untuk mengklasifikasi gambar wajah secara akurat. Evaluasi model menunjukkan akurasi 87% pada data testing dengan 1100 gambar, dengan 957 gambar diklasifikasikan dengan benar dan 143 salah, sementara pengujian manual melalui aplikasi iOS menunjukkan hasil cukup baik dengan akurasi 83.3% dari 12 sampel gambar, yang menegaskan keandalan model dalam berbagai kondisi pencahayaan dan lingkungan. Meskipun akurasi pengujian manual sedikit lebih rendah dari CreateML, perbedaan ini tetap dalam batas wajar, menandakan bahwa aplikasi ini dapat membantu masyarakat Indonesia dalam mengenali jenis kulit wajah dan memberikan rekomendasi perawatan yang sesuai, khususnya dalam iklim tropis yang menantang. Penelitian ini memberikan manfaat dengan memudahkan akses masyarakat untuk mengetahui jenis kulit secara mandiri tanpa perlu konsultasi langsung dengan dokter kulit, terutama bagi mereka yang sering beraktivitas di luar ruangan dan rentan terhadap paparan sinar matahari serta polusi, menyediakan informasi cepat dan akurat untuk membantu perawatan kulit yang tepat dan mencegah masalah lebih serius. Dengan teknologi *deep learning* dan *transfer learning*, penelitian ini menawarkan solusi praktis untuk deteksi jenis kulit wajah yang diharapkan mampu meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya perawatan kulit yang tepat, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dan rekomendasi produk perawatan, menjadikannya alat yang komprehensif bagi kesehatan kulit di Indonesia.

REFERENCES

- [1] N. Gunarti *et al.*, “Artikel Review: Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Untuk Kesehatan Kulit,” *Jurnal Farmasi Indonesia*, vol. 14, no. 2, pp. 190–195, Jul. 2022, doi: 10.35617/jfionline.v14i2.86.
- [2] Fendy Wellen, S. T. Tan, Yohanes Firmansyah, and Hendsun Hendsun, “Correlation between Facial Skin Damage Due to UV Exposure and Facial Skin Porphyrin Level: Study on Students of SMA Kalam Kudus II Jakarta, Indonesia,” *Bioscientia Medicina: Journal of Biomedicine and Translational Research*, vol. 6, no. 18, pp. 2948–2952, Feb. 2023, doi: 10.37275/bsm.v6i18.737.
- [3] R. Efata, W. I. Loka, N. Wijaya, and D. Suhartono, “Facial Skin Type Prediction Based on Baumann Skin Type Solutions Theory Using Machine Learning,” *TEM Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 96–103, Feb. 2023, doi: 10.18421/TEM121-13.
- [4] N. F. Nissa, A. Janiati, N. Cahya, Anton, and P. Astuti, “Application of Deep Learning Using Convolutional Neural Network (CNN) Method For Women’s Skin Classification,” *Scientific Journal of Informatics*, vol. 8, no. 1, pp. 144–153, May 2021, doi: 10.15294/sji.v8i1.26888.
- [5] S. Sunnam and A. Obulesh, “Classification Facial Skin and Treatment Suggestions for Good Skin Using Deep Learning with Region of Interest (ROI) Patches,” *International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering (IJERCSE)*, vol. 9, no. 9, pp. 2394–2320, Sep. 2022, doi: 10.36647/ijercse/09.09.art013.
- [6] H. T. Chan, Y. W. Liao, S. Y. Jhong, S. C. Chien, K. L. Hua, and Y. Y. Chen, “A Skin Type Classification Method Using Mobile Device-Based Deep Learning Model,” in *2023 9th International Conference on Applied System Innovation, ICASI 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 199–201. doi: 10.1109/ICASI57738.2023.10179572.
- [7] A. Kothari, D. Shah, T. Soni, and S. Dhage, “Cosmetic Skin Type Classification Using CNN With Product Recommendation,” in *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCNT51525.2021.9580174.



- [8] H.-T. Chan, Y.-W. Liao, S.-Y. Jhong, S.-C. Chien, K.-L. Hua, and Y.-Y. Chen, “A Skin Type Classification Method Using Mobile Device-Based Deep Learning Model,” in *2023 9th International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*, IEEE, Apr. 2023, pp. 199–201. doi: 10.1109/ICASI57738.2023.10179572.
- [9] I. Ahmad, A. T. Prastowo, E. Suwarni, and I. Borman, “PENGEMBANGAN APLIKASI ONLINE DELIVERY SEBAGAI UPAYA UNTUK MEMBANTU PENINGKATAN PENDAPATAN,” *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, vol. 5, no. 6, pp. 3033–3044, 2021, doi: 10.31764/jmm.v5i6.5413.
- [10] Mansur, S. Alam, and M. Ihsar, “APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) PEMETAAN LAHAN PERTANIAN DAN KOMODITAS HASIL PANEN DI KABUPATEN SIDRAP BERBASIS WEB,” *JURNAL SINTAKS LOGIKA*, vol. 2, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.31850/jsilog.v2i1.
- [11] I. D. Susanti, S. Winarno, and J. Zeniarja, “Yogyakarta Batik Image Classification Based on Convolutional Neural Network,” *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.26877/asset.v6i1.18002.
- [12] G. Henry, A. Panjaitan, and F. Simatupang, “Pemodelan Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Tomat dengan Convolutional Neural Network Algorithm,” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 5, pp. 2667–2675, Apr. 2024, doi: 10.30865/klik.v4i5.1646.
- [13] R. Archana and P. S. E. Jeevaraj, “Deep learning models for digital image processing: a review,” *Artif Intell Rev*, vol. 57, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.1007/s10462-023-10631-z.
- [14] K. Tantayakul and W. Panichpattanakul, “A Comparative Study of Machine Learning for iOS Based on Siam Betta Mobile Application,” *IEEE*, pp. 104–109, 2020, doi: 10.1109/incit50588.2020.9310932.
- [15] D. Kasperek, M. Podpora, and A. Kawala-Sterniuk, “Comparison of the Usability of Apple M1 Processors for Various Machine Learning Tasks,” *Sensors*, vol. 22, no. 20, Oct. 2022, doi: 10.3390/s22208005.
- [16] A. Lamia and A. Fawaz, “Detection of Pneumonia Infection by Using Deep Learning on a Mobile Platform,” *Hindawi Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/7925668.
- [17] R. Aryanto, M. Alfian Rosid, and S. Busono, “Penerapan Deep Learning untuk Pengenalan Tulisan Tangan Bahasa Aksara Lota Ende dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Networks,” *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp. 258–264, May 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i1.313.
- [18] Y. K. Bintang, H. Imaduddin, and Y. Kasnanda, “PENGEMBANGAN MODEL DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN METODE TRANSFER LEARNING,” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 3, pp. 1442–1455, 2024, doi: 10.29100/jupi.v9i3.5588.
- [19] J. Liu, H. Sun, and J. Katto, “Learned Image Compression with Mixed Transformer-CNN Architectures,” *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2023, doi: 10.1109/CVPR52729.2023.01383.
- [20] B. H. Rambe, R. Pane, D. Irmayani, M. Nasution, and I. R. Munthe, “UML Modeling and Black Box Testing Methods in the School Payment Information System,” *Jurnal Mantik*, vol. 4, no. 3, pp. 1634–1640, Nov. 2020, doi: <https://doi.org/10.35335/mantik.Vol4.2020.969.pp1634-1640>.
- [21] M. Heydarian, T. E. Doyle, and R. Samavi, “MLCM: Multi-Label Confusion Matrix,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 19083–19095, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3151048.
- [22] B. Yang, R. Nazari, D. Elmo, D. Stead, and E. Eberhardt, “Data preparation for machine learning in rock engineering,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, 2023. doi: 10.1088/1755-1315/1124/1/012072.