



## Sistem Klasifikasi Hewan Berbasis Anroid Menggunakan Metode Convolutional Neural Network

Perahim Tara<sup>1</sup>, Agus Wiranto<sup>2</sup>, Eko Sutono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Pamulang

E-mail [perahimsaber@gmail.com](mailto:perahimsaber@gmail.com)<sup>1</sup>, [dosen02367@unpam.ac.id](mailto:dosen02367@unpam.ac.id)<sup>2</sup>, [dosen02598@unpam.ac.id](mailto:dosen02598@unpam.ac.id)<sup>2</sup>

### Kata kunci:

Hewan, Deep Learning, Convolutional Neural Network, Klasifikasi Gambar.

### Abstrak

Perkembangan tren memelihara hewan peliharaan telah mengalami peningkatan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Namun, fenomena ini juga menghadapi tantangan signifikan yaitu tingginya angka penyerahan hewan peliharaan ke tempat penampungan. Salah satu alasan utama pemilik menyerahkan hewan peliharaannya adalah kurangnya pemahaman tentang biaya perawatan dan kesehatan hewan. Masalah ini juga diperburuk oleh kesalahan dalam klasifikasi ras hewan oleh petugas penampungan, yang berdampak besar terhadap minat pengadopsi serta cara merawat hewan setelah diadopsi, terutama dalam hal penanganan masalah kesehatan hewan tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, dikembangkan sebuah aplikasi yang dilengkapi dengan fitur klasifikasi hewan menggunakan kamera, yang mampu memberikan informasi mengenai hewan yang akan diadopsi. Fitur ini didasarkan pada metode convolutional neural network dalam machine learning. Penelitian ini mengembangkan model machine learning dengan memanfaatkan transfer learning menggunakan model Xception. Setelah dilatih dengan data dari 20 jenis ras hewan, model mencapai akurasi sebesar 72% dalam memprediksi ras hewan. Meskipun akurasi ini belum optimal, hasilnya sudah cukup memadai sebagai panduan awal bagi pengguna dalam mengidentifikasi ras hewan. Model tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi Android yang dibangun menggunakan framework Flutter. Setelah diimplementasikan, aplikasi terbukti beroperasi dengan baik dan berfungsi sesuai dengan harapan berdasarkan hasil pengujian black box dan white box. Aplikasi ini diharapkan memberikan manfaat signifikan bagi calon pemilik hewan peliharaan dengan menyajikan wawasan dasar tentang hewan yang akan diadopsi. Dengan demikian, calon pemilik dapat memahami tanggung jawab dan komitmen yang diperlukan sebelum mengambil keputusan untuk mengadopsi hewan peliharaan.

## Pendahuluan

Perkembangan tren memelihara hewan peliharaan telah mengalami peningkatan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Hewan peliharaan seperti anjing, kucing, dan hewan lainnya kini tidak hanya dianggap sebagai teman hidup, tetapi juga sebagai bagian penting dari kehidupan sosial dan emosional banyak individu. Namun, fenomena ini juga menghadapi tantangan signifikan, salah satunya adalah tingginya angka penyerahan hewan peliharaan ke tempat penampungan. Berdasarkan data dari American Society for the Prevention of Cruelty to Animals, sekitar 6,5 juta hewan peliharaan masuk ke tempat

penampungan setiap tahun, sementara hanya 3,2 juta yang diadopsi (Meyer, 2024). Banyaknya hewan peliharaan yang ditinggalkan ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. National Library of Medicine mencatat bahwa salah satu alasan umum pemilik hewan menyerahkan hewan peliharaannya adalah kurangnya pemahaman pemilik hewan peliharaan tentang biaya pemeliharaan serta masalah perilaku dan kesehatan hewan tersebut (Kilroy, 2024).

Kebanyakan calon pemilik hewan peliharaan tidak melakukan riset mendalam mengenai informasi hewan peliharaan yang ingin mereka adopsi seperti estimasi biaya kebutuhan dan perawatan, perilaku atau sifat yang dimiliki hewan tersebut dan masalah kesehatan apa yang dimiliki hewan tersebut. Kurangnya wawasan ini sangat mempengaruhi kesejahteraan hewan peliharaan serta meningkatkan kemungkinan pemilik hewan untuk menyerahkan hewan tersebut ke-2 tempat penampungan atau bahkan melantarkannya di jalanan. Selain itu, masalah ini juga diperburuk oleh kesalahan dalam klasifikasi ras hewan oleh petugas tempat penampungan. Dilansir dari penelitian yang dilakukan oleh National Canine Research Council berjudul "A canine identity crisis: Genetic breed heritage testing of shelter dogs", didapatkan bahwa label yang diberikan staf dalam mengklasifikasi jenis ras anjing melalui penampilannya hanya mendapatkan hasil yang sesuai sebanyak 57%, tetapi 33% label yang diberikan sama sekali tidak berhubungan dengan ras sebenarnya dari anjing tersebut (Gunter et al, 2019). Kesalahan dalam klasifikasi ini berdampak besar pada minat pengadopsi dan cara perawatan hewan setelah diadopsi, terutama dalam menangani masalah kesehatan hewan tersebut. Meskipun semua ras anjing dapat mengalami masalah kesehatan umum, beberapa ras lebih cenderung mengalami masalah kesehatan tertentu karena faktor genetik (Good, 2023).

Perkembangan teknologi komputasi, khususnya machine learning (ML), menawarkan solusi potensial untuk mengatasi masalah klasifikasi ras hewan peliharaan. Machine learning adalah pendekatan ilmiah yang menggunakan algoritma dan statistik untuk memodelkan komputer agar dapat melakukan tugas tertentu tanpa pemrograman eksplisit. Dalam konteks ini, teknologi machine learning, terutama melalui aplikasi android, dapat menjadi alat yang efektif untuk mengklasifikasi ras hewan peliharaan. Dengan memanfaatkan perangkat bergerak yang dimiliki oleh mayoritas pemilik hewan peliharaan, aplikasi android yang dilengkapi dengan fitur machine learning dapat memberikan wawasan yang berguna mengenai hewan yang dimiliki atau yang ingin diadopsi. Aplikasi ini 3 memungkinkan pengguna untuk mengklasifikasikan jenis ras hewan menggunakan kamera dan memperoleh informasi lebih detail tentang hewan tersebut.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah aplikasi android yang memiliki fitur machine learning yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi jenis ras hewan. Dari hasil penelitian Sul-toni dkk (2024) berjudul "Analisa Komparasi Algoritma Machine Learning dan Deep Learning Dalam Klasifikasi Citra Ras Kucing", menyatakan bahwa model deep learning CNN dengan transfer learning dari Xception model memiliki hasil akurasi paling tinggi dengan nilai 0,974 dibandingkan metode machine learning lainnya seperti SVM dan KNN dalam melakukan klasifikasi citra ras kucing dengan banyak kelas. Dengan hasil penelitian tersebut, penulis tertarik mengimplementasikan machine learning dengan metode Convolutional Neural Network (CNN) tersebut untuk membuat fitur klasifikasi gambar terhadap jenis hewan.

## **Metode**

Waktu dan Tempat Penelitian Metodologi penelitian merujuk pada metode yang terstruktur untuk mengumpulkan data. Tujuan utamanya adalah untuk menjelaskan, membuktikan, mengembangkan, dan menemukan pengetahuan serta teori baru untuk memahami serta menyelesaikan masalah dalam penelitian.

Studi Pustaka Metode pengumpulan data dengan mengumpulkan dan mempelajari bukubuku referensi, literatur-literatur maupun sumber lain dari internet yang berkaitan dengan topik penelitian.

Observasi Metode pengumpulan data yang melibatkan proses pengamatan terhadap objek, kejadian, atau fenomena untuk mendapatkan informasi yang relevan dan mendalam tentangnya.

Identifikasi Masalah Berdasarkan latar belakang, terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi yaitu: 1. Kurangnya pemahaman pemilik hewan peliharaan tentang biaya pemeliharaan serta masalah perilaku dan kesehatan hewan miliknya. Kesalahan dalam klasifikasi ras hewan berdasarkan penampilan oleh petugas tempat penampungan.

Rumusan Masalah Berdasarkan identifikasi masalah, terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diangkat yaitu:

1. Bagaimana cara memberikan wawasan yang memadai kepada calon pemilik hewan mengenai informasi dasar hewan peliharaan seperti tingkah laku, masalah kesehatan dan estimasi biaya pemeliharaan?
2. Bagaimana mengurangi kesalahan klasifikasi ras hewan peliharaan berdasarkan penampilan.

Batasan Penelitian Untuk menghindari masalah yang terlalu luas, maka penulisan membatasi masalah tersebut, antara lain

1. Data mengenai hewan peliharaan akan terbatas pada informasi dasar tentang hewan tersebut seperti tingkah laku, estimasi biaya pemeliharaan, masalah kesehatan serta jenis-jenis perawatan yang diperlukan.
2. Klasifikasi ras hewan peliharaan akan difokuskan untuk dapat memprediksi 10 jenis ras hewan anjing dan kucing yang sering mengalami kesalahan klasifikasi berdasarkan penampilan.

Tujuan Penelitian Adapun tujuan penelitian yang akan dicapai pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang ringkasan informasi tentang hewan peliharaan dan menyusunnya dalam sebuah aplikasi Android untuk memberikan wawasan terhadap calon pemilik hewan peliharaan.
2. Merancang sistem klasifikasi gambar berbasis machine learning untuk memprediksi jenis ras hewan peliharaan melalui kamera ponsel, serta menyediakan informasi dasar tentang hewan tersebut.

Manfaat Penelitian Adapun manfaat penelitian yang diambil dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan wawasan dasar kepada calon pemilik hewan peliharaan mengenai hewan peliharaan yang mereka ingin adopsi.
2. Mengurangi kesalahan klasifikasi jenis ras hewan peliharaan berdasarkan penampilan.

Metodologi Penelitian Metodologi penelitian merujuk pada metode yang terstruktur untuk mengumpulkan data. Tujuan utamanya adalah untuk menjelaskan, membuktikan, mengembangkan, dan menemukan pengetahuan serta teori baru untuk memahami serta menyelesaikan masalah dalam penelitian :

1. Studi Pustaka Metode pengumpulan data dengan mengumpulkan dan mempelajari bukubuku referensi, literatur-literatur maupun sumber lain dari internet yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. Observasi Metode pengumpulan data yang melibatkan proses pengamatan terhadap objek, kejadian, atau fenomena untuk mendapatkan informasi yang relevan dan mendalam tentangnya.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Processing data labeling.

Preprocessing Data Tahapan preprocessing terhadap data gambar dimulai dengan melakukan pengumpulan dataset, pembagian dataset menjadi training dan validation data, perubahan ukuran pixel pada gambar (resize) serta melakukan augmentasi pada gambar dari keseluruhan gambar pada kelompok training data, dan tahap terakhir yaitu pelabelan data.

4.1.1 Pengumpulan Dataset Dataset yang penulis kumpulkan untuk penelitian ini berasal dari situs Kaggle yang merupakan situs penyedia dataset. Dataset ini memiliki 20 kelas yang terdiri dari 10 jenis ras anjing dan kucing yang sering membingungkan berdasarkan penampilannya yaitu alaskan malamute, basenji, bernese mountain dog, greater swiss mountain dog, ibizan hound, keeshond, lhasa apso, pomeranian, shih tzu, siberian husky, birman, british shorthair, chartreux, korat, maine coon, norwegian forest cat, ragamuffin, ragdoll, russian blue, dan siamese. Pemilihan kelas-kelas ini didasarkan oleh artikel yang berjudul “Dog breeds everyone always gets confused” dari Conklin (2021) dan artikel yang berjudul “11 pairs of cat breeds that always confuse us” dari Bright Side (2022). Setiap kelas pada dataset ini memiliki data 150 gambar, angka ini diambil untuk memastikan model dapat 61 mempelajari setiap kelas dengan setara. Contoh gambar hewan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1.2 Pembagian Dataset Setelah pengumpulan dataset, proses berikutnya merupakan pembagian dataset menjadi dua kelompok yaitu training data dan validation data. Dataset dipisah dengan rasio 80 persen untuk training dan 20 persen untuk validation sesuai dengan rasio pembagian data yang umum dalam komunitas machine learning yang terinspirasi dari prinsip Pareto. Metode splitting yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah non-random sampling yaitu proses pembagian data secara berurutan dimana beberapa data awal merupakan training data dan sisanya merupakan validation data. Proses pembagian dataset ini berguna untuk mengukur performa model machine learning serta menghindari overfitting. Overfitting merupakan keadaan dimana model machine learning melakukan performa yang bagus saat pelatihan tetapi gagal dalam melakukan prediksi pada data-data baru yang belum pernah dilihatnya.

Training data adalah kumpulan data yang digunakan untuk melatih atau membangun model machine learning. Sementara itu, validation data digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan model selama proses pelatihan. Setelah model dilatih dengan training data, kinerjanya diuji menggunakan validation data. Proses ini penting untuk menilai kemampuan model dalam mengenali pola umum dan mengukur akurasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Validation data juga membantu mengidentifikasi dan menghindari masalah seperti overfitting, 62 dengan memastikan bahwa model tidak hanya beradaptasi dengan baik pada data pelatihan tetapi juga dapat menggeneralisasi dengan baik pada data baru.

### 2. Augmentasi Data

Proses augmentasi terhadap data gambar hewan untuk proses training dilakukan untuk mencegah terjadinya overfitting (memiliki kinerja baik selama pelatihan, tetapi buruk pada data baru). Penulis melakukan augmentasi data pada training data menggunakan salah satu fungsi dari library Keras yaitu ImageDataGenerator. Potongan kode yang digunakan untuk melakukan augmentasi data pada training data, sedangkan detail fungsinya tertera pada Tabel.1 dibawah ini.

**Tabel.1** Jenis dan fungsi dari parameter pada fungsi Image Data Generator

No	Parameter	Fungsi
1	Rescale	Mengubah ukuran data piksel RGB gambar (0-255) menjadi rentang angka (0-1) untuk memudahkan proses training data. Mengubah rotasi gambar secara acak dari rentang -nilai parameter ke +nilai parameter.
2	Rotation Range	Menggeser posisi gambar secara horizontal secara acak sesuai dengan rentang yang telah ditentukan

3	Width Shift Range	Menggeser posisi gambar secara vertikal secara acak sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.
4	Height Shift Range	Melakukan pembesaran terhadap citra gambar secara acak sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.
5	Zoom Range	Melakukan pembesaran terhadap citra gambar secara acak sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.
6	Brightness Range	Mengubah nilai kecerahan citra gambar secara acak sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.
7	Horizontal Flip	Membalikkan citra gambar secara horizontal secara acak.
8	Fill Mode	Mengisi titik atau pixel yang ada di ruang kosong setelah melakukan pergeseran ataupun rotasi gambar. Nilai nearest akan melakukan copy pada pinggiran pixel gambar terus menerus hingga mengisi ruang

Augmentasi data hanya dilakukan pada training data. Hal ini dilakukan agar model dapat mempelajari fitur gambar dari berbagai variasi data, mulai dari data yang miring, terbalik, gelap maupun terang. Pada validation data, peneliti tidak menerapkan augmentasi data agar model dapat diukur performanya saat melakukan prediksi terhadap data yang normal.

### 3. Data Labeling

Algoritma convolutional neural network termasuk kategori supervised machine learning. Dalam supervised machine learning, data yang diinput ke model disertai oleh label, karena model dilatih untuk mengidentifikasi hubungan/pola antara input data dan label output. Selain berguna untuk augmentasi dataset, ImageDataGenerator juga memiliki fungsi untuk memberikan label pada dataset dengan cara mengambil data gambar pada folder training atau validation yang diinginkan lalu menyalurkan data tersebut untuk di augmentasi lalu diberikan label 1 atau 0 sesuai nama folder dari tempat gambar tersebut berada. Potongan kode yang peneliti gunakan dalam menyalurkan data gambar ke Image Data Generator

Variabel `training_datagen` yang terdapat pada kode tersebut merujuk pada kode pengaturan sebelumnya yang peneliti gunakan untuk augmentasi data. Fungsi `flow_from_directory` digunakan untuk memberitahu Image Data Generator bahwa data yang akan diproses akan disalurkan dari sebuah folder. Penjelasan mengenai parameter pada potongan kode yang terdapat dan dapat dilihat di Tabel 2. Terdapat perbedaan dalam penerapan labeling pada validation data dan training data. Pada validation data, penulis tidak menerapkan parameter `shuffle` agar memudahkan proses evaluasi model kedepannya.

**Tabel.2.** Jenis dan fungsi dari parameter pada fungsi Image Data Generator

No	Parameter	Fungsi
1	Directory	Menunjukkan dimana path folder yang berisi folder semua kelas gambar yang akan disalurkan.
2	Shuffle	Mengubah urutan data yang akan disalurkan secara acak.
3	Target Size	Mengubah semua ukuran lebar dan tinggi pixel gambar pada dataset menjadi 260 x 260 pixel.
4	Class Mode	Memberi label pada data gambar berdasarkan folder tempat data berada. Nilai categorical akan membuat label menjadi array label, contoh label perdata [0, 0, 0, 1]
5	Batch Size	Menspesifikasi jumlah data gambar yang akan disalurkan dari generator per batch

### 4. Pemodelan Machine

Learning Dalam penelitian ini, peneliti berencana melakukan transfer learning dalam membuat model machine learning. Transfer learning ini akan dilakukan menggunakan arsitektur Xception, arsitektur ini akan digunakan sebagai fondasi model yang akan dibangun. Sebelum membangun model, penulis akan memuat arsitektur model Xception terlebih dahulu. Ada beberapa parameter yang diperlukan dalam memuat arsitektur ini yaitu :

1. Jenis beban pre-train dataset yang akan digunakan, dalam kasus ini peneliti akan menggunakan pre-train dari dataset ImageNet.
  2. Bentuk input yang akan digunakan, bentuk ini harus menyesuaikan dengan target size yang ada pada dataset generator yaitu (224, 224, 3).
  3. Tidak menggunakan layer klasifikasi atau layer teratas dari model karena kita akan menyambungkan model Xception dengan susunan model output yang akan kita buat.
  4. Karena peneliti akan menggunakan parameter weight dari model Xception yang sudah dilatih, perlu di spesifikasikan bahwa fondasi model ini tidak perlu dilatih.
5. Pelatihan Model Machine Learning

Setelah melalui tahap penstrukturan atau pemodelan, model siap untuk dilatih menggunakan dataset yang sudah kita persiapkan sebelumnya. Sebelum melakukan pelatihan, diperlukan semacam pengaturan bagaimana pelatihan berlangsung, seperti pemilihan optimasi model, loss function yang digunakan serta 68 metrik pengukur. Pada tahap ini, penulis juga akan mengimplementasikan fungsi callback untuk menyimpan performa terbaik yang dilakukan model saat latihan.

#### 6. Optimasi Model

Proses pelatihan memerlukan beberapa pengaturan seperti pemilihan loss function yang tepat, pemilihan optimizer yang efisien, serta metrik pengukur performa model. Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan loss function yang disebut categorical cross entropy. Pemilihan ini didasarkan pada kesesuaian dengan format data pelatihan yang berupa kategori atau label-label yang banyak. Untuk optimizer, penulis memilih optimizer Adam berdasarkan hasil yang dijelaskan oleh Doni Anggara dkk dalam jurnal berjudul “Analisa Perbandingan Performa Optimizer Adam, GD, dan RMSProp pada Model H5”. Studi tersebut menunjukkan bahwa optimizer Adam memberikan akurasi tertinggi dibandingkan empat optimizer lainnya saat diterapkan pada model convolutional neural network. Untuk metrik, penulis akan menggunakan metrik akurasi karena output model dalam penelitian ini adalah prediksi kelas

#### 7. Callback Function

Untuk meningkatkan efisiensi model selama pelatihan, penulis juga menerapkan fungsi callback yang disediakan library Keras yaitu fungsi ModelCheckpoint. Fungsi ini berguna untuk menyimpan nilai bobot dari setiap neuron pada convolutional neural network. Dengan menggunakan fungsi callback ini, penulis dapat menyimpan nilai bobot dan bias dari setiap neuron yang dapat menghasilkan akurasi terbaik pada validation data. Fungsi ini akan menyimpan nilai bobot tersebut dalam sebuah file yang nantinya file tersebut dapat diterapkan kembali pada model

#### 8. Pelatihan Model

Proses pelatihan merupakan proses utama dan terpenting dalam membuat model machine learning. Pada tahap inilah, model akan belajar dari data-data yang diberikan dan mencoba melakukan tugas yang diinginkan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.8, disini penulis

akan menjalankan latihan terhadap model di variabel `history_xception`, hal ini dilakukan agar variabel ini dapat mengakses catatan pelatihan model tersebut. Pelatihan model dijalankan dengan sintaks `model.fit`. Model `fit` ini membutuhkan parameter seperti `training data`, `epoch` atau banyaknya perulangan latihan, `validation data`, `fungsi callback`. Berikut secara garis besar proses pelatihan model machine learning :

1. **Convolutional layer** Pada lapisan pertama model convolutional neural network, terdapat convolutional layer. Di lapisan ini, gambar yang diinput akan dibagi menjadi bagian-bagian kecil, dan setiap bagian akan diproses menggunakan filter konvolusi. Filter ini secara otomatis belajar untuk mendeteksi fitur penting dari gambar, seperti garis dan bentuk. Setelah pemrosesan konvolusi, hasilnya akan melewati fungsi aktivasi, yang menerapkan operasi matematis pada setiap nilai piksel untuk meningkatkan non-linearitas dan membantu model dalam mempelajari pola yang lebih kompleks.
2. **Pooling layer** Setelah setiap convolutional layer, terdapat pooling layer yang bertugas untuk mengecilkan ukuran spasial gambar dan mengurangi jumlah parameter serta perhitungan dalam neural network. Dalam lapisan ini, hasil dari convolutional layer sebelumnya diringkas dengan mengambil nilai representatif dari sekelompok piksel. Proses ini melibatkan perhitungan nilai rata-rata atau nilai maksimum dari piksel dalam area tertentu, sehingga menghasilkan satu nilai yang merepresentasikan wilayah tersebut. Hal ini membantu mengurangi kompleksitas model dan mempercepat proses pelatihan.
3. **Fully connected layer** Setelah pooling layer, data memasuki fully connected layer. Langkah pertama dalam lapisan ini adalah mengubah data matriks multi dimensi hasil dari lapisan sebelumnya menjadi vector satu dimensi melalui proses flattening (meratakan). Vektor ini kemudian melewati dense layer di mana setiap neuron melakukan komputasi data menggunakan bobot dan bias. Sebelum diteruskan ke lapisan berikutnya, hasil komputasi ini akan diproses dengan fungsi aktivasi. Pada lapisan akhir, model akan menghasilkan prediksi dari gambar yang diinput berdasarkan hasil dari fully connected layer.
4. **Backpropagation** Backpropagation adalah tahap terakhir yang penting dalam pelatihan model machine learning, tahap ini bertujuan untuk memperbarui bobot parameter neuron dalam neural network. Proses ini dimulai dengan menghitung nilai loss pada lapisan output, yang menggambarkan perbedaan antara prediksi model dan nilai sebenarnya. Nilai loss ini digunakan untuk menghitung gradien, yang kemudian dipakai oleh optimizer untuk memperbarui bobot neuron di semua lapisan neural network secara iteratif. Dengan memperbarui bobot berdasarkan gradien ini, backpropagation memungkinkan model untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi prediksi. Proses ini dilakukan secara berulang selama pelatihan, memungkinkan model untuk belajar dari kesalahan dan meningkatkan performanya secara bertahap.

**Tabel 3.** Perubahan nilai akurasi model pada setiap epochs pelatihan

	<b>Epochs</b>	<b>Training</b>	<b>Validation</b>
10	5	66,72 %	67,33 %
	10	66,77 %	69,83 %.
	20	74,88 %	69,67 %
	30	79,73 %	70,83 %

Pada Tabel 3, dapat dilihat perubahan akurasi model dalam proses prediksi setelah 30 epoch pelatihan menggunakan model Xception. Selama pelatihan, model telah menunjukkan peningkatan performa yang baik pada data pelatihan, namun performanya pada data validasi cenderung stagnan pada nilai akurasi sekitar 70 persen. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya jumlah data dalam dataset serta banyaknya data dalam satu kelas yang memiliki kesamaan dengan data di kelas lain, sehingga model kesulitan membedakan antar kelas dengan baik. Potensi overfitting juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi performa validasi.

#### 9. Pengujian Aplikasi

Setelah pengembangan aplikasi selesai, aplikasi akan memasuki tahap akhir dari siklus Rapid Application Development (RAD). Pada tahap ini, aplikasi akan melalui pengujian menyeluruh guna mendeteksi adanya error atau bug yang mungkin terjadi. Jika ditemukan kesalahan, aplikasi akan diperbaiki dan diuji kembali sebelum diluncurkan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode black box testing untuk pengujian fungsional, dengan tujuan memastikan semua fitur aplikasi berfungsi dengan benar tanpa memperhatikan struktur internalnya. Selain itu, aplikasi juga akan diuji menggunakan white box testing melalui metode basis path testing. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa setiap jalur dalam kode aplikasi berjalan dengan baik dan mengidentifikasi potensi masalah atau kesalahan dalam jalur eksekusi program

#### 10. Black Box Testing

Pengujian black box menggunakan metode fungsional testing dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara menyeluruh fitur-fitur yang terdapat di setiap halaman aplikasi. Metode black box testing ini beroperasi dengan cara menguji fitur aplikasi tanpa memerlukan pemahaman mengenai kode internal atau implementasi perangkat lunak yang mendasarinya. Proses pengujian dilakukan dengan menjalankan berbagai fitur aplikasi dan membandingkan hasil aktual yang diperoleh dengan hasil yang diharapkan sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan. Kesesuaian antara hasil pengujian dan hasil yang diharapkan menandakan bahwa aplikasi telah dikembangkan sesuai dengan desain yang direncanakan. Sebaliknya, jika hasil pengujian tidak sesuai, maka perlu dilakukan analisis lebih mendalam dan perbaikan untuk memastikan bahwa aplikasi memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pembuatan dan pengujian model klasifikasi hewan dengan menggunakan convolutional neural network (CNN) serta penerapannya pada aplikasi Flutter dalam penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi android yang dirancang dalam penelitian ini berhasil menampilkan rangkuman data mengenai berbagai hewan peliharaan, seperti informasi nama ras, berat badan, tinggi, jangka hidup, estimasi biaya pemeliharaan, kebutuhan serta perawatan yang diperlukan, tips dalam memelihara, serta referensi sumber data-data tersebut. Aplikasi ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi calon pemilik hewan peliharaan dengan menyajikan wawasan dasar mengenai hewan yang ingin mereka adopsi, sehingga mereka dapat memahami tanggung jawab dan komitmen yang diperlukan sebelum memutuskan untuk mengadopsi, serta lebih memperhatikan kesejahteraan hewan tersebut.
2. Selain menyediakan informasi mengenai hewan peliharaan, aplikasi Android yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan fitur klasifikasi gambar hewan berbasis teknologi machine learning. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mengambil gambar hewan menggunakan kamera, yang kemudian secara otomatis mengklasifikasikan ras hewan tersebut. Berdasarkan proses pelatihan model, model machine learning yang diterapkan memiliki tingkat akurasi sebesar



72% berkat pengaplikasian fungsi callback. Meskipun akurasi model belum optimal, hasil ini sudah cukup memadai sebagai panduan awal bagi pengguna dalam mengidentifikasi ras hewan. Dengan adanya integrasi fitur klasifikasi gambar ini, aplikasi diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan, serta membantu mereka membuat keputusan yang lebih tepat dalam pemeliharaan hewan peliharaan.

### **DaftarPustaka**

- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: Concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Ameen, S. Y., & Mohammed, D. Y. (2022). Developing Cross-Platform Library Using Flutter. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 7(2), 18–21. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2022.7.2.2740>
- Anjani, D., Hilaliyah, H., & Novianti, D. (2020). M-Absence: Analysis and Design using Unified Modelling Language (UML). *Journal of Physics: Conference Series*, 1539(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1539/1/012040>
- Anjani, I. A., Pratiwi, Y. R., & Norfa Bagas Nurhuda, S. (2021). Implementation of Deep Learning Using Convolutional Neural Network Algorithm for Classification Rose Flower. *Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012002>
- Application of TensorFlow lite on embedded devices. (t.t.).
- Aprilia, T. (2024). Analisa Perbandingan Inception dan Xception Berbasis CNN untuk Klasifikasi Wajah Hewan.
- Bourhis, P., Reutter, J. L., & Vrgoč, D. (2020). JSON: Data model and query languages. *Information Systems*, 89, 101478. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.101478>
- Burzykowski, T., Rousseau, A.-J., Geubbelmans, M., & Valkenborg, D. (2023). Introduction to machine learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(5), 732–734. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.02.005>
- Goh, K. W., Surono, S., Afiatin, M. Y. F., Mahmudah, K. R., Irsalinda, N., Chaimanee, M., & Onn, C. W. (2024). Comparison of Activation Functions in Convolutional Neural Network for Poisson Noisy Image Classification. *Emerging Science Journal*, 8(2), 592–602. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-02-014>
- Good, P. (2023, April 24). Dog Breeds That Consistently Have the Most Health Problems. Diakses pada 2 September 2024, dari [https://beyondpets.com/pet\\_health/dog-breeds-with-health-problems/](https://beyondpets.com/pet_health/dog-breeds-with-health-problems/)
- Gunawan, R., Hanafie, D. M. I., & Elanda, A. (2024). Klasifikasi Jenis Ras Kucing Dengan Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 18(4), 1–8. <https://doi.org/10.35969/interkom.v18i4.318105>
- Gunter, L. M., Barber, R. T., & Wynne, C. D. (2019, Maret 22). A canine identity crisis: Genetic breed heritage testing of shelter dogs. Diakses pada 5 September 2024, dari [https://nationalcanineresearchcouncil.com/research\\_library/a-canine-identitycrisis-genetic-breed-heritage-testing-of-shelter-dogs/](https://nationalcanineresearchcouncil.com/research_library/a-canine-identitycrisis-genetic-breed-heritage-testing-of-shelter-dogs/)
- Hosna, A., Merry, E., Gyalmo, J., Alom, Z., Aung, Z., & Azim, M. A. (2022). Transfer learning: A friendly introduction. *Journal of Big Data*, 9(1), 102. <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00652-w>

- IT Department, Technical College of Informatics Akre, Duhok Polytechnic University, Duhok, Kurdistan Region, IRAQ, Chicho, B. T., Bibo Sallow, A., & Technical College of Administration, Duhok Polytechnic University, Duhok, Kurdistan Region, IRAQ. (2021). A Comprehensive Survey of Deep Learning Models Based on Keras Framework. *Journal of Soft Computing and Data Mining*, 2(2). <https://doi.org/10.30880/jscdm.2021.02.02.005>
- Kaur, P. (t.t.). A Research Paper on White Box Testing.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2011). *Systems analysis and design* (8. ed). Prentice Hall, Pearson.
- Mandiya, R. E., Kongo, H. M., Kasereka, S. K., Kyandoghere, K., Tshakwanda, P. M., & Kasoro, N. M. (2024). Enhancing COVID-19 Detection: An XceptionBased Model with Advanced Transfer Learning from X-ray Thorax Images. *Journal of Imaging*, 10(3), 63. <https://doi.org/10.3390/jimaging10030063>
- Markoulidakis, I., Rallis, I., Georgoulas, I., Kopsiaftis, G., Doulamis, A., & Doulamis, N. (2021). Multiclass Confusion Matrix Reduction Method and Its Application on Net Promoter Score Classification Problem. *Technologies*, 9(4), 81. <https://doi.org/10.3390/technologies9040081>
- Martins, C. F., Soares, J. P., Cortinhas, A., Silva, L., Cardoso, L., Pires, M. A., & Mota, M. P. (2023). Pet's influence on humans' daily physical activity and mental health: A meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1196199. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1196199>
- Meyer. S. (2024, Juli 10). Pet Adoption Statistics. Diakses pada 1 September 2024, dari <https://www.thezebra.com/resources/research/pet-adoption-statistics/> Kilroy, A. (2024, Januari 23).
- Novac, O.-C., Chirodea, M. C., Novac, C. M., Bizon, N., Oproescu, M., Stan, O. P., & Gordan, C. E. (2022). Analysis of the Application Efficiency of TensorFlow and PyTorch in Convolutional Neural Network. *Sensors*, 22(22), 8872. <https://doi.org/10.3390/s22228872>
- Pang, B., Nijkamp, E., & Wu, Y. N. (2020). Deep Learning With TensorFlow: A Review. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 45(2), 227–248. <https://doi.org/10.3102/1076998619872761>
- Pet Adoption Statistics 2024. Diakses pada 1 September 2024, dari <https://www.forbes.com/advisor/pet-insurance/petadoption-statistics/>
- Pirdaus, D. I., & Hidayana, R. A. (2024). Analysis Testing Black Box and White Box on Application To-Do List Based Web. *International Journal of Mathematics, Statistics, and Computing*, 2(2), 68–75. <https://doi.org/10.46336/ijmsc.v2i2.95>
- Poojary, R., Raina, R., & Kumar Mondal, A. (2021). Effect of data-augmentation on fine-tuned CNN model performance. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 10(1), 84. <https://doi.org/10.11591/ijai.v10.i1.pp84-92>
- Pratala, C. T., Asyer, E. M., Prayudi, I., & Saifudin, A. (2020). Pengujian White Box pada Aplikasi Cash Flow Berbasis Android Menggunakan Teknik Basis Path. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(2), 111. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i2.4713>
- Publishers, M. S. (2021). *Journal of Internal medicine and Emergency Research*. 2(1).
- Purwono, P., Ma'arif, A., Rahmaniar, W., Fathurrahman, H. I. K., Frisky, A. Z. K., & Haq, Q. M. U. (2023). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN): A Review. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 2(4), 739–748. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v2i4.888>

- Royan Fajar Sultoni, Achmad Junaidi, & Eva Yulia Puspaningrum. (2024). Analisa Komparasi Algoritma Machine Learning dan Deep Learning Dalam Klasifikasi Citra Ras Kucing. *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 2(3), 328–357. <https://doi.org/10.61132/neptunus.v2i3.251>
- Shaheed, K., Abbas, Q., Hussain, A., & Qureshi, I. (2023). Optimized Xception Learning Model and XgBoost Classifier for Detection of Multiclass Chest Disease from X-ray Images. *Diagnostics*, 13(15), 2583. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152583>
- Sharov, S., Tereshchuk, S., Tereshchuk, A., Kolmakova, V., & Yankova, N. (2023). Using MOOC to Learn the Python Programming Language. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(02), 17–32. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i02.36431>
- Soobia.et.al., S. (2019). Analysis of Software Development Methodologies. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 8(5), 445–460. <https://doi.org/10.12785/ijcds/080502>
- Tazkiyah, S., & Arifin, A. (2022). Perancangan UI/UX pada Website Laboratorium Energy menggunakan Aplikasi Figma. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(2), 72–78. <https://doi.org/10.54914/jtt.v8i2.513>
- Tollin, G., & Lidekrans, M. (t.t.). React Native vs. Flutter: A performance comparison between cross-platform mobile application development frameworks.