

PEMANFAATAN ALGORITMA CNN – MOBILENETV2 DALAM MENGLASIFIKASIKAN JENIS BURUNG RANGKONG INDONESIA

Akmal Muhammad Jabbar^{1*}, Mochamad Wisuda Sardjono²

¹Informatika/Universitas Gunadarma; Jalan Margonda Raya No. 100, Depok ; (021)78881112

²Sistem Informasi/Universitas Gunadarma; Jalan Margonda Raya No. 100 Depok ; (021)78881112

Keywords:

Klasifikasi, Convolutional Neural Networks (CNN), MobileNetV2, Rangkong, Android

Correspondent Email:

akmalmuhammadjabbar@gmail.com

Abstrak. Burung Rangkong merupakan jenis burung berparuh besar dengan karakteristik unik. Ciri khasnya meliputi paruh yang panjang, ringan, besar dan melengkung serta dilengkapi dengan balung di atas paruhnya. Rangkong memiliki peran penting bagi ekosistem hutan tropis Indonesia, dengan peran vitalnya dalam penyebaran biji dari sisa makanannya untuk regenerasi hutan. Sayangnya, populasi burung Rangkong saat ini terancam punah akibat dari kegiatan manusia yaitu merusak habitat dan perburuan liar. Dari 62 jenis Rangkong yang ada di Asia, 13 spesies hidup di Indonesia, dan sebagian besar di antaranya terancam punah. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model machine learning menggunakan algoritma CNN dengan MobileNetV2 yang dapat mengklasifikasikan berbagai spesies Rangkong Indonesia yang di implementasikan kedalam sebuah aplikasi android berbasis flutter, guna mendukung upaya meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat dan pelestarian terhadap burung Rangkong Indonesia. Kecerdasan buatan menjadi salah satu inovasi dalam ilmu komputer yang memungkinkan mesin untuk mengenali objek secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Kecerdasan buatan, memungkinkan komputer memiliki kemampuan belajar dari data dan pengalaman tanpa pemrograman manual. MobileNetV2, dirancang untuk beroperasi secara efisien pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti ponsel. Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 4.312 citra burung Rangkong dari 13 spesies yang berbeda. Data citra di peroleh melalui website birdsoftheworld.org sebagai sumber utama dan bing.com sebagai penunjang pengumpulan dataset . Komposisi pembagian dataset sebesar 80% data uji, 10% data validasi dan 10% data uji, model CNN yang dikembangkan berhasil mencapai tingkat akurasi pelatihan 98,02%, akurasi validasi 83,37% dan akurasi pengujian 71,79% dengan mendeteksi 28 dari 39 citra baru dengan benar



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Hornbills are a type of large-billed bird with unique characteristics. Its distinctive features include a long, light, large and curved beak equipped with a bill on top of its beak. Hornbills play an important role in Indonesia's tropical forest ecosystems, with their vital role in dispersing seeds from food scraps for forest regeneration. Unfortunately, the hornbill population is currently threatened with extinction due to human activities such as habitat destruction and poaching. Of the 62 hornbill species in Asia, 13 species live in Indonesia, and most of them are threatened with extinction. This research aims to create a machine learning model using the CNN algorithm with MobileNetV2 that can identify various species of Indonesian hornbills which are implemented into a flutter-based android application, in order to support efforts to increase public awareness and knowledge and conservation of Indonesian hornbills. Artificial intelligence is one of the

innovations in computer science that allows machines to recognize objects automatically with a high level of accuracy. Artificial intelligence, allows computers to have the ability to learn from data and experience without manual programming. MobileNetV2, designed to operate efficiently on devices with limited resources, such as cell phones. This research uses a dataset of 4,312 images of hornbills from 13 different species. Image data is obtained through the birdsoftheworld.org website as the main source and bing.com as a supporting dataset collection. The composition of the dataset division is 80% test data, 10% validation data and 10% test data, the CNN model developed successfully achieved a training accuracy rate of 98.02%, validation accuracy of 83.37% and testing accuracy of 71.79% by detecting 28 out of 39 new images correctly.

1. PENDAHULUAN

Banyak organisasi, perusahaan dan institusi sudah mengadopsi sistem canggih yang dirancang untuk mendeteksi objek dengan tingkat akurasi dan ketelitian setara otak manusia. Hal ini dilakukan guna meningkatkan efisiensi, produktivitas maupun keakuratan dalam berbagai operasi [1].

Klasifikasi dan deteksi objek menjadi tantangan besar dalam mengembangkan kemampuan mesin agar dapat melakukan tugas ini dengan akurasi tinggi. Salah satu solusi yang ditawarkan oleh kecerdasan buatan adalah *machine learning*, yang memungkinkan komputer belajar dari data dan pengalaman tanpa pemrograman manual, sehingga meningkatkan efisiensi pengenalan objek [2] [3].

Penelitian ini termasuk pada implementasi *machine learning* yaitu *Supervised Learning Classification*. Karena mesin diberikan arahan berdasarkan data *training* yang berisi label. Untuk melakukan klasifikasi dibutuhkan algoritma *Deep Learning* yang merupakan pengembangan dari *Neural Network* dengan jaringan yang lebih kompleks, salah satunya algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) [3]. Penerapan dalam pengenalan objek dengan menggunakan MobileNet, sebuah kelas dari *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dikembangkan oleh peneliti Google. MobileNet dirancang untuk bekerja secara efisien pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti ponsel. Versi MobileNet V2 terdiri dari 19 lapisan, dengan lapisan tengah berfungsi untuk mengekstraksi fitur gambar dan lapisan akhir untuk klasifikasi. Arsitektur ini menggunakan *depthwise separable convolution*, yang mengurangi jumlah parameter yang diperlukan, sehingga lebih efisien dibandingkan dengan konvolusi standar [4].

Algoritma CNN juga digunakan dalam mengklasifikasi biji kopi [5], arsitektur MobileNet V2 juga telah digunakan pada penelitian untuk mengklasifikasi Ikan Nila [6].

Burung merupakan salah satu kelompok hewan bertulang belakang yang memiliki bulu dan sayap yang masuk ke dalam kategori unggas. Dari banyaknya jenis burung yang ada di alam liar, pedeteksian gambar untuk jenis burung dapat dilakukan melalui perbedaan yang terdapat pada bentuk kepala, paruh, badan dan warna bulu pada burung [1].

Salah satu kekayaan fauna Indonesia adalah burung, dengan sekitar 1.539 spesies yang ditemukan di Indonesia. Jumlah tersebut menyumbang sekitar 17% dari total spesies burung yang ada di seluruh dunia dan menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman burung terbanyak [7].

Diantara berbagai jenis burung tersebut, Rangkong adalah salah satu spesies yang terdapat di Indonesia. Dari 62 jenis rangkong yang ada di Asia, sebanyak 13 spesies hidup di Indonesia, tersebar dari Sumatra hingga Papua. Tiga dari spesies tersebut bersifat endemik—dua di pulau Sulawesi dan satu di pulau Sumba [8]. Burung rangkong dikenal sebagai jenis burung berparuh besar dengan karakteristik unik. Ciri khasnya meliputi paruh yang panjang, ringan, besar dan melengkung serta dilengkapi dengan balung atau casque di atas paruh [2]. Keunikan lainnya dari Rangkong yaitu burung ini bersarang di lubang alami pohon. Masa bersarang sangat kritis bagi betina dan anaknya, karena mereka bergantung sepenuhnya pada burung jantan hingga betina dan anaknya siap meninggalkan sarang dan bergabung dengan populasi baru [8].

Aktivitas manusia yang terus menerus merusak habitat serta melakukan pemburuan liar menyebabkan jumlah Rangkong di alam liar terus menurun. Persatuan Internasional Untuk Konservasi Alam (IUCN) mencatat hampir separuh dari burung Rangkong yang tersebar di Indonesia terancam punah. Penebangan hutan untuk perkebunan atau lahan pertanian serta pemburuan untuk perdagangan atau sebagai dekorasi rumah turut berkontribusi pada penurunan populasi burung rangkong di alam liar [9].

Melalui Peraturan milik Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018

menyatakan bahwa seluruh jenis Rangkong di Indonesia sebagai satwa yang dilindungi. Dalam tingkat Internasional, berdasarkan IUCN terdapat 10 jenis Rangkong di Indonesia (76%) yang berstatus terancam kepunahan (Threatened). Menurut Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), semua jenis Rangkong di Indonesia sudah termasuk dalam daftar pengawasan perdagangan. Bahkan untuk jenis Rangkong Gading (*Rhinoplax vigil*) telah berada

dalam daftar pengawasan ketat di Appendix I sejak konvensi ini didirikan pada tahun 1975 [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun aplikasi yang dapat mendeteksi jenis burung Rangkong Indonesia berdasarkan citra dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian ini diperlukan untuk melestarikan pengetahuan mengenai burung Rangkong Indonesia yang keberadaannya saat ini sudah mulai terancam punah di alam liar akibat aktivitas manusia.

Sebagai acuan, penelitian terdahulu oleh Hadi Syaputra, Edi Supratman, dan Susan Dian Purnamasari dengan judul "Klasifikasi Jenis Burung Lovebird Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network" pada tahun 2022, mengkaji klasifikasi berbagai jenis burung lovebird. Penelitian tersebut menggunakan 800 citra yang dibagi menjadi data pelatihan (70%) dan data pengujian (30%) dari 8 jenis burung lovebird yang berbeda. Penelitian ini berhasil mencapai akurasi pengujian sebesar 60,83% dengan model CNN, learning rate 0.01 dan jumlah epoch sebanyak 100 [10].

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah adanya fasilitas berupa aplikasi yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi jenis burung Rangkong Indonesia dengan tingkat akurasi tinggi. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam melestarikan populasi burung Rangkong dan menjadi sumber edukasi bagi masyarakat yang ingin mengetahui tentang burung Rangkong di Indonesia

2. TINJAUAN PUSTAKA

Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) digunakan oleh Candra Nur Ihsan pada penelitiannya tentang klasifikasi data radar untuk menguji data cuaca Normal dan Tidak Normal, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 97% [11].

Peneliti Monika Nur Winnarto, Mely Mailasari, Anninda Purnamasari melakukan penelitian yang berjudul Klasifikasi Jenis Tumor Otak Menggunakan Arsitektur Mobilenet V2 pada tahun 2022 membahas mengenai pembangunan sistem yang dapat mengklasifikasikan tumor pada citra gambar otak melalui model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur MobilenetV2. Dengan menggunakan dataset berupa 3167 citra tumor otak yang terdiri dari 4 citra jenis tumor otak diantaranya Glioma Tumor, Meningioma Tumor, Tanpa Tumor dan Pituitary, model CNN yang dibangun pada penelitian ini berhasil mendapatkan Tingkat akurasi 88.64% dari 32 citra sample dapat terdeteksi sebanyak 28 dengan benar [12].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan Hadi Syaputra, Edi Supratman, dan Susan Dian Purnamasari dengan judul penelitian Klasifikasi Jenis Burung Lovebird Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* pada tahun 2022 membahas mengklasifikasi jenis-jenis burung love bird. Dengan menggunakan 800 citra yang dibagi menjadi data training dan data testing dengan bobot pembagian 70% data training dan 30% data testing dari 8 jenis burung LoveBird yang berbeda. Penelitian ini berhasil mencapai akurasi testing

sebesar 60,83% dari model CNN dengan nilai *learning rate* 0,01 dan jumlah *epoch* sebanyak 100 [10].

Peneliti Imam Fauzi Annur, Jumhuruk Umami, Moch. Nasheh Annafii, Niken Trisnaningrum dan Oddy Virgantara Putra pada tahun 2023 melakukan penelitian tentang Klasifikasi Tingkat Keparahan Penyakit Leafblast pada Tanaman Padi Menggunakan MobileNetV2. Dengan menggunakan 300 data citra, menghasilkan Tingkat akurasi mencapai 78,33% [13].

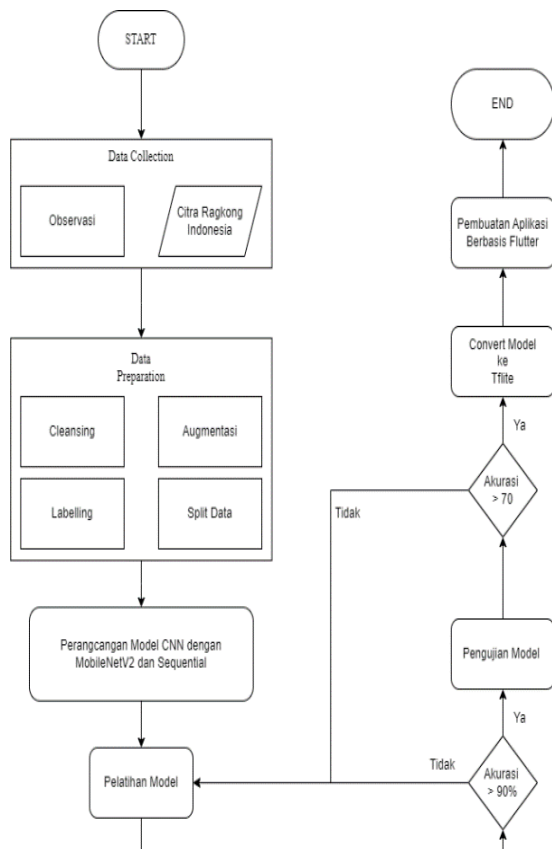
Dedi Hermanto dan Joseph Alberto melakukan penelitian tentang pengklasifikasian terhadap burung menggunakan dataset sebanyak 400 jenis burung, kemudian dilakukan pemilihan khusus burung yang ada di Indonesia maka diperoleh dataset berjumlah 63 jenis burung dengan total 9.445 citra terdiri dari 8.185 citra latih dan 1.260 citra uji. Metode CNN digunakan untuk melakukan klasifikasi dengan arsitektur ResNet-50. Kemudian dilakukan proses training dengan *optimizer* ADAM dan SGD dihasilkan model maksimal dengan nilai akurasi sebesar 98% pada epoch 10 [14].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada implementasi Algoritma CNN dengan arsitektur MobileNetV2 dalam pengklasifikasian burung Rangkong Indonesia yang terdapat 13 jenis berdasarkan paruh diantaranya Enggang Jambul (*Berenicornis Comatus*), Enggang Klihingan (*Anorrhinus Galeritus*), Enggang Papan (*Buceros Bicornis*), Julang Emas (*Rhyticeros Undulatus*), Julang Irian (*Rhyticeros Plicatus*), Julang Jambul-Hitam (*Rhabdotorrhinus Corrugatus*), Julang Sulawesi (*Rhabdotorrhinus Exarhatus*), Julang Sumba (*Rhyticeros Everetti*), Kangkareng Hitam (*Anthracoceros Malayanus*), Kangkareng Perut-putih (*Anthracoceros Albirostris*), Kangkareng Sulawesi (*Rhyticeros Cassidix*), Rangkong Badak (*Buceros Rhinoceros*), Rangkong Gading (*Rhinoplax Vigil*).

Pada Gambar 1 menampilkan *flowchart* dari tahapan metode dalam penelitian ini. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data berupa observasi dan gambar citra burung Rangkong yang ada di Indonesia. Setelah itu dilakukan *data preparation/pre-processing* yaitu melakukan *cleansing*, *labelling*, *augmentation* dan split data. Langkah berikutnya dilakukan perancangan Model CNN dengan arsitektur MobileNetV2 menggunakan data latih dan data validasi sampai menghasilkan model yang optimal. Perancangan model ini dilakukan menggunakan jumlah epoch dari 10 sampai 50.

Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian



Pada Tabel 1 ditampilkan data dari jenis rangkong Indonesia yang dijadikan dataset dalam penelitian ini. Dari masing-masing jenis rangkong dilakukan beberapa proses diantaranya:

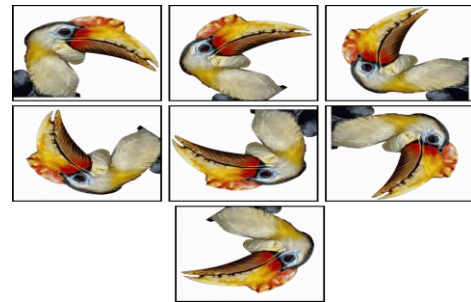
1. Proses *Cleansing*, dilakukan dengan menghapus gambar yang tidak relevan, memperbaiki kesalahan, dan memastikan konsistensi serta kualitas gambar untuk mempersiapkan dataset yang bersih dan siap digunakan dalam pelatihan model.
2. Proses *Remove Background*, penghapusan latar belakang bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas data, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses *Remove Background*

3. Proses *Labelling*, dilakukan untuk melakukan penamaan data dan mengkategorikan gambar burung Rangkong Indonesia serta kategori bukan Rangkong. Proses ini mencakup penamaan gambar berdasarkan 13 jenis burung Rangkong Indonesia yang berbeda ditambah dengan kelas "Bukan Rangkong"

4. Proses *Augmentasi* berupa rotasi citra gambar dengan memutarakan citra gambar rangkong dengan derajat pemutaran dari 45, 90, 135, 180, 225, dan 270 dapat dilihat pada Gambar 3. Hal ini dilakukan untuk menambahkan variasi citra gambar rangkong, dapat dilihat pada Tabel 2 jumlah dataset setelah dilakukan augmentasi.






Gambar 3. Proses *Augmentation*

5. Proses *Split Data*, pembagian dataset menjadi 3 bagian yaitu data *training*, data *validation* dan data *testing* dengan proporsi 80:10:10

Tabel 1. Jenis Rangkong Indonesia (sumber [15])

No	Jenis	Nama Latin	Jumlah Data	Status Konservasi	Gambar
1	Rangkong Gading	Rhinoplax vigil	47	Kritis	
2	Julang Sulawesi	Aceros cassidix	49	Rentan	
3	Kangkareng Sulawesi	Penelopides exarhatus	43	Rentan	
4	Julang Sumba	Rhyticeros everetti	45	Terancam Punah	
5	Kangkareng Klihingan	Anorrhinus galeritus	46	Hampir Terancam	
6	Julang Emas	Rhyticeros undulatus	47	Rentan	
7	Enggang Cula	Buceros rhinoceros	50	Rentan	
8	Kangkareng Hitam	Anthracoceros malayanus	46	Rentan	
9	Kangkareng Perut-putih	Anthracoceros albirostris	49	Berisiko Rendah	
10	Julang Irian	Rhyticeros plicatus	49	Berisiko Rendah	

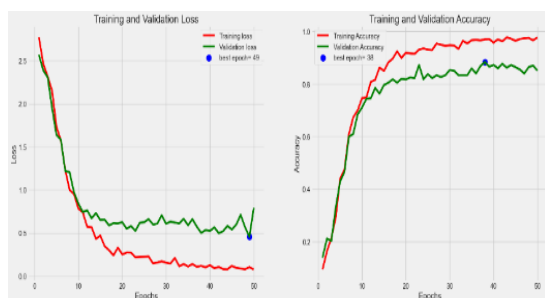
11	Enggang Jambul	<i>Berenicornis Comatus</i>	49	Hampir Terancam	
12	Enggang Papan	<i>Buceros bicornis</i>	49	Hampir Terancam	
13	Kangkareng Jambul-Hitam	<i>Aceros corrugatus</i>	47	Hampir Terancam	

Total jumlah dataset yang digunakan sebanyak 4.312 data burung rangkong Indonesia. Sehingga jumlah rincian dataset menjadi data *training* yang mencakup 80% (3.653) dari total data, data *validation* sebesar 10% (457), dan data *testing* sebesar 10% (457).

Tabel 2. Jumlah data setelah dilakukan Augmentasi Rotasi

Nama Jenis	Jumlah Data
Enggang Jambul	343
Kangkareng Klihingan	322
Enggang Papan	343
Julang Emas	329
Julang Irian	343
Julang Jambul-Hitam	329
Kangkareng Sulawesi	301
Julang Sulawesi	343
Julang Sumba	315
Kangkareng Hitam	322
Kangkareng Perut-putih	343
Enggang Cula	350
Rangkong Gading	329
Jumlah	4.312

Setelah dilakukan proses *training*, pada epoch ke-50, akurasi pelatihan mengalami peningkatan pada akurasi latih menjadi 98,02% dengan kehilangan (loss) 0.0770 proses pelatihan memerlukan waktu 416 menit dengan rata-rata waktu per epoch 500 detik per epoch. Gambar 4 merupakan ilustrasi visual evaluasi dari performa model pada epoch ke-50.



Gambar 4. Hasil evaluasi epoch 50

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil training dan validasi dataset sehingga menghasilkan model yang optimal di epoch 50.

Tabel 3 Hasil training dan validasi

Jumlah Epoch	Tingkat Akurasi	
	Accuracy	Loss
10	0.7490	0.8003
20	0.8571	0.4411
30	0.9410	0.2243
40	0.9611	0.1240
50	0.9802	0.0770

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

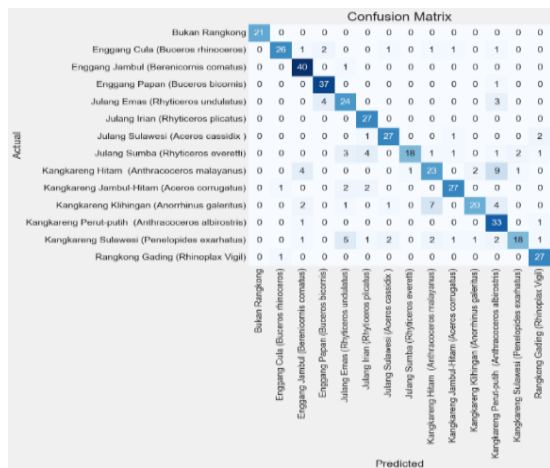
Evaluasi model melibatkan analisis yang mendalam pada setiap epoch pelatihan untuk menilai kinerja model dalam mengklasifikasikan gambar Rangkong Indonesia. Analisis ini mencakup penggunaan berbagai metrik dan alat evaluasi.

Proses pengklasifikasian dilakukan pada model optimal yaitu dengan Epoch 50 terjadi peningkatan dan penurunan *Precision*, *recall*, dan *F1-score*, pada beberapa kategori yang menunjukan peningkatan kemampuan dan penurunan model dalam mengidentifikasi katategori. Gambar 5 menampilkan *Precision*, *recall*, dan *F1-score*.

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
Bukan Rangkong	1.00	1.00	1.00	21
Enggang Cula (<i>Buceros rhinoceros</i>)	0.86	0.91	0.88	33
Enggang Jambul (<i>Berenicornis comatus</i>)	0.97	0.85	0.91	41
Enggang Papan (<i>Buceros bicornis</i>)	0.78	0.92	0.84	38
Julang Emas (<i>Rhyticeros undulatus</i>)	0.79	0.84	0.81	31
Julang Irian (<i>Rhyticeros plicatus</i>)	0.93	0.93	0.93	27
Julang Sulawesi (<i>Aceros cassidix</i>)	0.88	0.97	0.92	31
Julang Sumba (<i>Rhyticeros everetti</i>)	0.83	0.61	0.70	31
Kangkareng Hitam (<i>Anthraceros malayanus</i>)	0.60	0.60	0.60	40
Kangkareng Jambul-Hitam (<i>Aceros corrugatus</i>)	0.96	0.78	0.86	32
Kangkareng Klihingan (<i>Anorhinus galeritis</i>)	0.77	0.69	0.73	35
Kangkareng Perut-putih (<i>Anthraceros albirostris</i>)	0.81	0.83	0.82	35
Kangkareng Sulawesi (<i>Penelopides exarhatus</i>)	0.79	0.88	0.83	34
Rangkong gading (<i>Rhinoplax vigil</i>)	0.88	1.00	0.93	28
accuracy			0.83	457
macro avg	0.85	0.84	0.84	457
weighted avg	0.84	0.83	0.83	457

Gambar 5. Nilai *Precision*, *recall*, dan *F1-score* pada Model Optimal








Pada Gambar 6 ditampilkan epoch 50 yang menggambarkan terjadinya beberapa perubahan pada kategori. Confusion Matrix ini menunjukkan bahwa model klasifikasi burung Rangkong memiliki performa yang baik pada sebagian besar kelas, Namun, model masih mengalami kesulitan dalam membedakan beberapa kelas.













Gambar 6. Confusion Matrix epoch 50

Dari hasil uji coba pada penelitian ini aplikasi Rangkong Indonesia, yang dirancang untuk mengklasifikasi jenis Rangkong yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4. hasil klasifikasi jenis burung Rangkong Indonesia menunjukkan bahwa dari total citra yang diuji, sebanyak 28 citra berhasil diklasifikasikan dengan benar.





Tabel 4. Citra gambar yang berhasil terklasifikasi sebanyak 28 gambar








No	Actual	Predict	Accuracy	Gambar	T/F
1	Enggang Cula	Enggang Cula	69.88%		T
2	Enggang Cula	Enggang Cula	100.0%		T
4	Enggang Jambul	Enggang Jambul	60.15%		T
5	Enggang Jambul	Enggang Jambul	71.66%		T
6	Enggang Jambul	Enggang Jambul	54.77%		T
7	Enggang Papan	Enggang Papan	94.80%		T
8	Enggang Papan	Enggang Papan	99.84		T

9	Enggang Papan	Enggang Papan	99.2 %		T
10	Julang Emas	Julang Emas	76.1 2%		T
11	Julang Emas	Julang Emas	84.0 9%		T
12	Julang Emas	Julang Emas	97.5 7%		T
13	Julang Irian	Julang Irian	100. 0%		T
15	Julang Irian	Julang Irian	62.8 6%		T
32	Kangkareng Perut – Putih	Kangkareng Perut – Putih	65.6 6%		T
34	Kangkareng Sulawesi	Kangkareng Sulawesi	96.1 2%		T
35	Kangkareng Sulawesi	Kangkareng Sulawesi	99.3 3%		T
37	Rangkong Gading	Rangkong Gading	100. 0%		T
38	Rangkong Gading	Rangkong Gading	84.1 0%		T
39	Rangkong Gading	Rangkong Gading	92.9 7%		T

Sementara 11 citra lainnya gagal diklasifikasikan nampak pada Tabel 5. Kegagalan klasifikasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas gambar yang rendah, pencahayaan yang kurang optimal, atau bentuk atau warna burung yang terlalu mirip dengan jenis lain, jarak yang jauh, banyaknya gambar lain seperti daun ranting dan batang pohon, sehingga menyebabkan model mengalami kesulitan dalam membedakan detail yang diperlukan untuk

Tabel 5. Hasil testing yang gagal terklasifikasi

No	Actual	Predict	Accuracy	Gambar	T/F
3	Enggang Cula	Julang Emas	40.45%		F
14	Julang Irian	Julang Emas	75.49%		F
17	Julang Sulawesi	Kangkareng Jambul - Hitam	77.92%		F
18	Julang Sulawesi	Bukan Rangkong	80.0%		F

No	Actual	Predict	Accuracy	Gambar	T/ F
21	Julang Sumba	Kangkareng Khilingan	30.92%		F
23	Kangkareng Hitam	Bukan Rangkong	75.23%		F
24	Kangkareng Hitam	Bukan Rangkong	82.23%		F
27	Kangkareng Jambul – Hitam	Julang Emas	85.26%		F
30	Kangkareng Klihingan	Bukan Rangkong	55.23%		F
33	Kangkareng Perut – Putih	Bukan Rangkong	29.62%		F
36	Kangkareng Sulawesi	Julang Emas	57.16%		F

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menguji model menggunakan 39 citra baru. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi 28 citra dengan benar, sementara 11 citra lainnya tidak terdeteksi dengan baik. Persentase keberhasilan pengujian mencapai 71,79%. Model yang dikembangkan kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi Flutter bernama Rangkong Indonesia, yang bertujuan untuk mendukung pelestarian dan memberikan edukasi kepada masyarakat tentang Burung Rangkong di Indonesia melalui penggunaan teknologi modern. Penelitian ini menguji model menggunakan 39 citra baru. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi 28 citra dengan benar, sementara 11 citra lainnya tidak terdeteksi dengan baik. Persentase keberhasilan pengujian mencapai 71,79%. Model yang dikembangkan kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi Flutter bernama Rangkong Indonesia, yang bertujuan untuk mendukung pelestarian dan memberikan edukasi kepada masyarakat tentang Burung Rangkong di Indonesia melalui penggunaan teknologi modern.

Daftar Pustaka

- [1] P. I. D. Siregar, "Identifikasi Jenis Burung Berdasarkan Bentuk Paruh dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *manajemen informatika dan teknologi informasi*, pp. 138 - 144, 2022.
- [2] M. S. Pratama, A. Setiawan, S. P. Harianto dan N. Nurcahyani, "KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG RANGKONG (Bucerotidae) DI STASIUN PENELITIAN WAY CANGKUK TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN," *Belantara*, pp. 153-163, 2021.
- [3] I. Daqil, MACHINE LEARNING : Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python, Gobah Pekanbaru: UR PRESS, 2021.
- [4] O. . V. Putra, M. Z. Mustaqim and D. Muriatmoko, "Transfer Learning untuk Klasifikasi Penyakit dan Hama," *Techno.COM*, pp. 562-575, 2023.
- [5] G. A. Pratama, E. Y. Puspaningrum and H. Maulana, "Convolutional Neural Network dan Faster Region Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Arabika," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3, pp. 2776-27885, 2024.
- [6] S. S. Rambe and P. Asriyanik, "Penerapan Model Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis MobileNetV2 untuk Klasifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Nila," *JITET (Jurnal Informatikadan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 3, pp. 2234-2246, 2025.
- [7] J. Alberto and D. Hermanto, "Klasifikasi Jenis Burung Menggunakan Metode CNN Dan Arsitektur ResNet-50," *Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, pp. 34 - 46, 2023.
- [8] Y. Hadiprakarsa, A. Rahman, F. H. Kurniawan, H. J. Kurniawan dan R. Rahmansyah, ENGGANG KALIMANTAN Panduan Praktis Identifikasi Lapangan, Bogor: Yayasan Rekam Jejak Alam Nusantara, 2020.
- [9] N. S. Lubis, I. and S. , "POPULASI DAN POLA PENYEBARAN BURUNG RANGKONG (Famili Bucerotidae) DI TAHURA PMI DENGAN PENDEKATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG)," *ILMIAH MAHASISWA PERTANIAN*, pp. 77 - 85, 2021.
- [10] H. Syaputra, E. Supratman dan S. D. Purnamasari , "Klasifikasi Jenis Burung Lovebird Menggunakan," *Journal of Computer and Information Systems Ampera* , pp. 133-140, 2022.
- [11] C. N. Ihsan , "Klasifikasi data Radar Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)," *Computer and Information Technology*, pp. 115-121, 2021.
- [12] M. N. Winnarto, M. Mailasari dan A. Purnamawati, "KLASIFIKASI JENIS TUMOR OTAK MENGGUNAKAN ARSITEKTURE MobileNetv2," *SIMETRIS*, pp. 1-12, 2022.

- [13] I. F. Annur, J. Umami, M. N. Annafi, N. Trisnaningrum dan O. V. Putra, “Klasifikasi Tingkat Keparahan Penyakit Leafblast Tanaman Padi Menggunakan MobileNetv2,” *Fountain of Informatics Journal*, pp. 7-14, 2023.
- [14] D. Hermanto and J. Alberto, “Klasifikasi Jenis Burung Menggunakan Metode CNN Dan Arsitektur ResNet-50,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (JATISI)*, pp. 34-46, 2023.
- [15] A. Setiawan, ANALISIS VEGETASI HABITAT BURUNG RANGKONG, Makassar: Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, 2022.