

# **IMPLEMENTASI CNN ARSITEKTUR VGG-19 UNTUK KLASIFIKASI BURUNG DI SUMATERA**



Disusun Oleh :



**Abira Husnia**  
**121140113**



**Alber Analafean**  
**121450146**



**Lilis Swastika**  
**121140233**



**Umy Afifah**  
**121140087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT**  
**TEKNOLOGI SUMATERA**

**2024**

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                           | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                         | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                         | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                              | <b>1</b>   |
| <b>I. PENDAHULUAN.....</b>                        | <b>2</b>   |
| <b>II. DASAR TEORI.....</b>                       | <b>2</b>   |
| A. Keanekaragaman Hayati Burung di Sumatera ..... | 2          |
| B. Pengolahan Citra Digital.....                  | 2          |
| C. Convolutional Neural Network (CNN).....        | 3          |
| D. Arsitektur VGG-19 .....                        | 3          |
| E. Transfer Learning.....                         | 3          |
| F. Klasifikasi Burung Menggunakan CNN .....       | 3          |
| G. Relevansi Penelitian dengan Konservasi .....   | 4          |
| <b>III. RANCANGAN PENELITIAN .....</b>            | <b>4</b>   |
| A. Pengumpulan Data.....                          | 4          |
| B. Data Processing.....                           | 4          |
| C. Evaluasi Matriks (Akurasi) .....               | 4          |
| D. Prediction (Testing).....                      | 4          |
| <b>IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....</b>        | <b>4</b>   |
| <b>V. KESIMPULAN .....</b>                        | <b>7</b>   |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                        | <b>7</b>   |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                             | <b>8</b>   |

## DAFTAR GAMBAR

|   |   |
|---|---|
| Gambar 2.1 Arsitektur VGG-19.....       | 3 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian.....         | 4 |
| Gambar 4.1 Akurasi Performa Model ..... | 5 |
| Gambar 4.2 Loss Performa Model.....     | 5 |
| Gambar 4.3 Confusion Matrix .....       | 6 |

## DAFTAR TABEL

|   |   |
|---|---|
| Tabel 4.1 Parameter Model VGG-19 yang digunakan ..... | 5 |
| Tabel 4.2 Classification Report .....                 | 6 |
| Tabel 4.3 Hasil Prediksi .....                        | 6 |

# IMPLEMENTASI CNN ARSITEKTUR VGG-19 UNTUK KLASIFIKASI BURUNG DI SUMATERA (December 2024)

**Abira Husnia<sup>1</sup>, Alber Analafean<sup>2</sup>, Lilis Swastika<sup>3</sup>, Umy Afifah<sup>4</sup>**

Institut Teknologi Sumatera<sup>1,3,4</sup>  
Fakultas Teknologi Industri  
Teknik Informatika

Institut Teknologi Sumatera<sup>2</sup>  
Fakultas Sains  
Sains Data

## ABSTRAK:

Wilayah Sumatera merupakan salah satu hotspot biodiversitas yang menghadapi ancaman serius akibat deforestasi berkelanjutan. Kehilangan habitat hutan secara masif telah berdampak signifikan terhadap keberadaan berbagai spesies burung, memicu kekhawatiran akan potensi kepunahan. Dalam konteks perubahan lingkungan yang kritis ini, diperlukan pendekatan inovatif untuk mendukung upaya konservasi dan pemantauan keanekaragaman hayati. Penelitian ini mengembangkan solusi teknologi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur VGG-19 untuk mengklasifikasi lima jenis burung endemik Sumatera: Murai Batu (*Copsychus malabaricus*), Kuau Raja (*Argusianus argus*), Cekakak Belukar (*Todiramphus chloris*), Prenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*), dan Pitta Sordida. Dataset penelitian terdiri dari kumpulan foto burung yang dikumpulkan melalui platform Flickr dengan metode web scraping. Proses pengolahan citra dilakukan melalui tiga tahapan: image sharpening untuk meningkatkan ketajaman gambar, resizing untuk menyesuaikan ukuran dengan arsitektur VGG-19, dan augmentasi data untuk meningkatkan variabilitas dataset. Metode deep learning dengan arsitektur VGG-19 digunakan untuk mengekstraksi fitur visual dan mengklasifikasikan gambar burung dengan akurasi tinggi. Proses pra-pemrosesan dan pelatihan model dilakukan untuk meningkatkan performa klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN VGG-19 memiliki akurasi sangat baik. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi pengenalan spesies burung berbasis kecerdasan buatan dan dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem deteksi dan monitoring berbasis gambar atau video guna mendukung upaya konservasi di wilayah Sumatera.

**KATA KUNCI:** Klasifikasi Burung, CNN VGG-19, Konservasi Biodiversitas

## ABSTRACT:

Sumatra stands as a critical biodiversity hotspot confronting severe environmental challenges driven by relentless deforestation. The massive loss of forest habitats has profoundly impacted bird species, triggering urgent concerns about potential extinction and ecological disruption. Amid this environmental crisis, innovative technological approaches are crucial for supporting conservation efforts and biodiversity monitoring. This study develops a technological solution using Convolutional Neural Network (CNN) with VGG-19 architecture to classify five endemic bird species of Sumatra: Cekakak Belukar (*Todiramphus chloris*), Cekakak Sungai (*Halcyon Smyrnensis*), Murai batu (*Copsychus malabaricus*), Paok Hijau (*Pitta Sordida*), and Perenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*). The research dataset comprises bird photographs collected from various locations in Sumatra. Deep learning methodology with VGG-19 architecture is employed to extract visual features and classify bird images with high accuracy. Data preprocessing, data augmentation, and model training were conducted to enhance classification performance. Research findings demonstrate that the VGG-19 CNN model has very good accuracy. This study provides a significant contribution to the development of artificial intelligence-based bird species recognition technology and can be further developed into an image or video-based detection and monitoring system to support conservation efforts in the Sumatran region.

**KEYWORDS:** Bird Classification, CNN VGG-19, Biodiversity Conservation

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan biodiversitas tertinggi di dunia, khususnya di wilayah Sumatera yang memiliki ekosistem hutan tropis yang sangat kompleks [1]. Kawasan ini menjadi rumah bagi ratusan spesies burung dengan keragaman yang luar biasa, termasuk di antaranya Murai Batu (*Copsychus Malabaricus*), Cekakak Belukar (*Todiramphus Chloris*), Paok Hijau (*Pitta Sordida*), Cekakak Sungai (*Halcyon Smyrnenensis*), dan Prenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*). Namun, kondisi lingkungan saat ini menghadapi tantangan serius akibat deforestasi yang berkelanjutan. Laju kerusakan hutan di Sumatera mencapai ribuan hektar setiap tahunnya, yang berdampak langsung pada habitat satwa, terutama burung. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) nomor 15 tentang Kehidupan di Darat menggarisbawahi pentingnya pelestarian ekosistem dan keanekaragaman hayati [2]. Identifikasi spesies burung secara manual menghadapi beberapa kendala signifikan, di antaranya kesulitan dalam mengidentifikasi spesies dengan akurasi tinggi, keterbatasan tenaga ahli ornitologi di lapangan, membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi untuk proses identifikasi konvensional, serta kesulitan melakukan monitoring berkelanjutan pada habitat yang luas dan sulit dijangkau [3]. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *deep learning* dan *computer vision*, membuka peluang baru dalam metode konservasi dan penelitian biodiversitas [4].

Pada awalnya, penelitian ini direncanakan untuk berfokus pada lima spesies burung yang terancam punah di Sumatera, dengan tujuan memberikan kontribusi langsung terhadap upaya konservasi spesies-spesies kritis tersebut. Namun, dalam proses pengumpulan data, ditemui kendala berupa keterbatasan ketersediaan dataset yang memadai untuk spesies-spesies terancam punah tersebut. Keterbatasan ini meliputi jumlah gambar yang tidak mencukupi serta kualitas gambar yang kurang memenuhi standar untuk pelatihan model *deep learning*. Oleh karena itu, fokus penelitian disesuaikan dengan memilih lima spesies burung yang memiliki dataset lebih lengkap, yaitu Murai Batu (*Copsychus Malabaricus*), Cekakak Belukar (*Todiramphus Chloris*), Paok Hijau (*Pitta Sordida*), Cekakak Sungai (*Halcyon Smyrnenensis*), dan Prenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*). Penyesuaian ini dilakukan dengan tetap mempertahankan tujuan utama penelitian dalam mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang dapat mendukung upaya monitoring dan konservasi burung di Sumatera [5].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi cerdas menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) arsitektur VGG-19 untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi lima spesies burung endemik Sumatera dengan tingkat akurasi yang tinggi. Secara spesifik, penelitian ini akan menghasilkan metode otomatis untuk pengenalan spesies burung berbasis citra digital yang dapat mendukung upaya konservasi dan monitoring biodiversitas [6]. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi pengembangan teknologi kecerdasan buatan untuk konservasi biodiversitas, mendukung upaya pemetaan dan monitoring populasi burung di wilayah Sumatera, serta memberikan platform teknologi yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk kepentingan penelitian dan konservasi. Dengan

pendekatan interdisipliner antara teknologi informasi dan konservasi, penelitian ini bertujuan menghadirkan solusi inovatif dalam tantangan identifikasi dan monitoring spesies burung di era digital [7].

## II. DASAR TEORI

### A. Keanekaragaman Hayati Burung di Sumatera

Sumatera merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, termasuk berbagai jenis burung yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Burung-burung ini berfungsi sebagai pengontrol populasi serangga, penyebar biji tanaman, dan indikator kesehatan lingkungan. Namun, ancaman seperti perburuan liar dan perubahan iklim telah menyebabkan penurunan populasi beberapa spesies burung di wilayah ini. Oleh karena itu, upaya monitoring dan konservasi spesies burung menjadi sangat penting untuk melindungi keanekaragaman hayati Sumatera [8]. Burung merupakan bagian penting dari keanekaragaman hayati yang harus dilestarikan untuk mencegah kepunahan dan penurunan keragaman jenisnya. Burung memiliki banyak manfaat bagi manusia yang meliputi nilai budaya, estetika, ekologi, ilmu pengetahuan, dan ekonomi. Manfaat besar yang diberikan burung bagi kehidupan manusia mendorong berbagai upaya untuk melestarikan dan menjaga keragamannya. Namun, belakangan ini, keberadaan burung semakin terancam akibat kerusakan habitat dan berkurangnya lahan sebagai tempat hidup mereka. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia yang dapat mempercepat kepunahan burung hingga melampaui kemampuan pemulihan habitatnya seperti konversi lahan untuk pemukiman, peternakan, perkebunan, industri, pertambangan, dan lainnya.

### B. Pengolahan Citra Digital

Citra digital adalah representasi dari citra kontinu yang diperoleh melalui proses pencuplikan atau sampling pada interval tertentu dalam ruang maupun waktu. Citra digital memainkan peran penting dalam pengolahan citra, yang bertujuan untuk memproses, memperbaiki, dan memperoleh informasi dari citra tersebut. Proses pengolahan citra digital melibatkan manipulasi piksel untuk meningkatkan kualitas citra atau melakukan ekstraksi fitur tertentu yang relevan. Dengan berbagai metode yang tersedia, pengolahan citra digital telah menjadi teknologi penting dalam analisis data berbasis visual, termasuk dalam klasifikasi burung [9]. Teknik pemrosesan citra yang digunakan mencakup empat tahapan yaitu:

#### 1. Cropping

*Cropping* merupakan proses untuk mengurangi ukuran citra dengan cara memotongnya pada koordinat tertentu dalam area citra. Proses ini dilakukan untuk mengambil bagian tertentu dari citra dengan ukuran yang diinginkan. Selama tahap *cropping*, dilakukan segmentasi untuk memisahkan suatu region citra dari region lainnya dalam satu area. Pemisahan region ini didasarkan pada perbedaan karakteristik citra, seperti tingkat kecerahan atau warna. Hasil dari proses *cropping* berupa region citra biner yang tersegmentasi, satu region berwarna putih atau bernilai 1, dan satu lainnya region berwarna hitam atau bernilai 0 [10].

## 2. Resizing

*Resizing* merupakan sebuah proses yang dilakukan untuk mengubah ukuran pada suatu citra, baik dengan memperbesar maupun memperkecil dimensi citra tersebut, sesuai dengan kebutuhan tertentu seperti penyesuaian resolusi, aspek rasio, atau ruang penyimpanan.

## 3. Image Sharpening

Metode *image sharpening* yang telah ada sebelumnya umumnya menggunakan pendekatan klasik, di mana data diproses dalam bentuk bit dengan nilai 0 atau 1. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi komputasi, kini telah muncul model komputasi berbasis prinsip kuantum. Dalam komputasi kuantum, data diolah menggunakan quantum bit (qubit), yang mampu merepresentasikan kombinasi nilai 0 dan 1 secara bersamaan. Untuk memperoleh hasil perhitungan dari qubit, diperlukan proses pengukuran yang akan menentukan nilai akhirnya menjadi 0 atau 1 [11].

## 4. Histogram Equalization

*Histogram Equalization* adalah teknik pengolahan citra yang meningkatkan kontras dengan mendistribusikan ulang intensitas piksel secara merata di seluruh rentang nilai warna. Metode ini memperbaiki kualitas visual citra, membuat detail yang tersembunyi menjadi lebih jelas, sehingga menghasilkan citra dengan kontras yang lebih baik. Dalam konteks ekstraksi fitur menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), teknik ini membantu menstandarisasi intensitas warna dan meningkatkan ketajaman gambar, sehingga model CNN dapat mengenali fitur spesifik burung di Sumatera dengan lebih akurat. [12].

## 5. Augmentasi Data

Augmentasi data adalah teknik yang sangat penting untuk meningkatkan jumlah dan keragaman dataset, terutama dalam model *deep learning*. Penggunaan augmentasi data mengalami peningkatan signifikan, terutama di bidang citra medis. Teknik ini dibagi menjadi dua kategori utama: metode augmentasi dasar, seperti manipulasi gambar (*flipping*, *rotation*, *scaling*, dll.) serta teknik seperti *image erasing* dan *image mixing*; serta metode augmentasi lanjutan, termasuk *auto augment*, *feature augmentation*, dan *deep generative models*. Dengan kemampuannya menghasilkan data sintesis, augmentasi data menjadi alat yang efektif untuk memperkuat kualitas dataset dan mendukung performa model pembelajaran mesin [13].

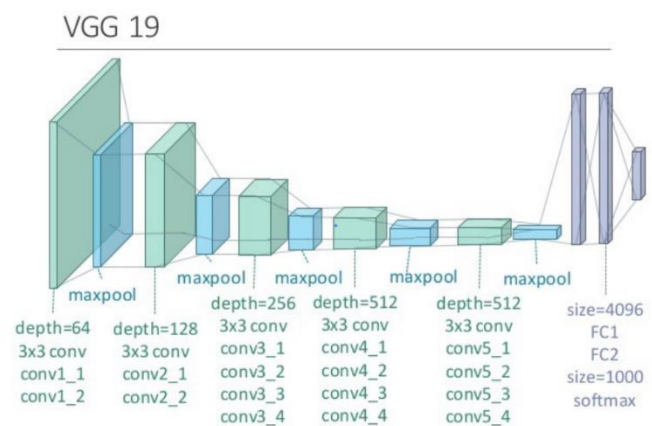
## C. Convolutional Neural Network (CNN)

*Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan arsitektur *deep learning* yang secara khusus dirancang untuk pemrosesan citra. Struktur jaringan ini terinspirasi dari cara kerja korteks visual pada sistem saraf biologis mamalia. Arsitektur CNN terdiri dari beberapa lapisan kunci: *Convolutional Layer* untuk ekstraksi fitur, *Pooling Layer* untuk reduksi dimensi, dan *Fully Connected Layer* untuk klasifikasi akhir. Setiap lapisan konvolusional menggunakan filter atau kernel untuk mendeteksi pola dan fitur visual seperti tepi, tekstur, dan bentuk pada citra.

Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya belajar fitur secara otomatis tanpa intervensi manual yang intensif [14].

## D. Arsitektur VGG-19

VGG-19 adalah salah satu arsitektur CNN yang dirancang untuk tugas klasifikasi gambar dengan tingkat akurasi tinggi. Arsitektur ini dikembangkan oleh Visual Geometry Group (Oxford University) merupakan salah satu arsitektur *deep learning* paling berpengaruh dalam klasifikasi citra. Arsitektur ini memiliki 19 layer dengan kedalaman yang signifikan, terdiri dari 16 layer konvolusional dan 3 layer *fully connected*. Karakteristik utama VGG-19 adalah penggunaan filter konvolusi berukuran 3x3 yang konsisten dan strukturnya yang dalam. Dibandingkan arsitektur lain, VGG-19 mampu mengekstraksi fitur visual lebih kompleks dan detail, menjadikannya pilihan unggul untuk tugas-tugas klasifikasi yang membutuhkan pengenalan pola rumit [15].



Gambar 2.1 Arsitektur VGG-19

## E. Transfer Learning

*Transfer learning* adalah teknik yang menggunakan model jaringan saraf yang telah dilatih sebelumnya untuk mengurangi jumlah parameter dengan memanfaatkan bagian tertentu dari model tersebut dalam mengenali model baru. Metode ini biasanya menggunakan dataset besar, seperti ImageNet, sebagai dasar pelatihan awal (pre-trained). Selanjutnya, model disesuaikan dengan data baru melalui proses fine-tuning agar dapat memenuhi kebutuhan spesifik. Pada tahap *transfer learning*, model yang telah dilatih sebelumnya terdapat banyak gambar dari dataset *computer vision* (ImageNet). Tahap selanjutnya model di (fine-tuned) dengan gambar burung. Setelah proses transfer learning selesai, model yang dihasilkan akan dikembangkan lebih lanjut menggunakan arsitektur *multi-channel*, seperti *two-channel CNN* dan *three-channel CNN*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh model klasifikasi burung yang memiliki performa baik [16].

## F. Klasifikasi Burung Menggunakan CNN

Identifikasi spesies burung merupakan langkah penting dalam kegiatan monitoring dan konservasi, tetapi proses ini sering kali terkendala oleh kesulitan mengenali spesies yang memiliki kemiripan fisik. Teknologi pengolahan citra berbasis CNN memberikan solusi yang efisien untuk tantangan ini. CNN, termasuk arsitektur seperti VGG-19, telah berhasil diterapkan

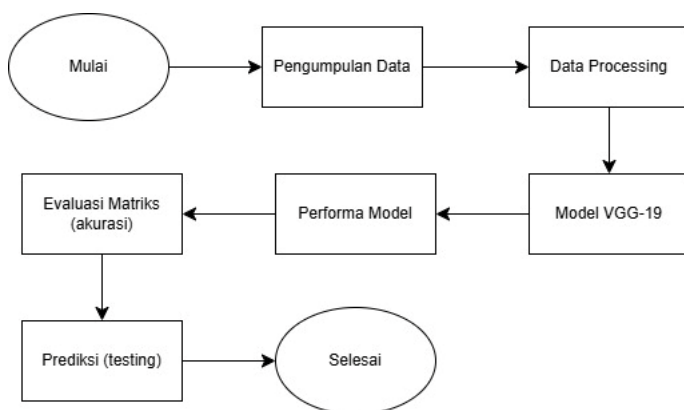


dalam tugas klasifikasi spesies burung dengan akurasi tinggi. Arsitektur ini mampu mengidentifikasi spesies burung bahkan dalam kondisi latar belakang dan pencahayaan yang beragam, menjadikannya alat yang sangat relevan untuk mendukung upaya konservasi burung [17].

### G. Relevansi Penelitian dengan Konservasi

Penelitian tentang klasifikasi spesies burung menggunakan arsitektur VGG-19 berkontribusi langsung pada kegiatan monitoring otomatis populasi burung. Dengan mengintegrasikan teknologi ini, proses identifikasi spesies dapat dilakukan secara lebih efisien, mengurangi ketergantungan pada metode manual yang memakan waktu. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya mendukung upaya pelestarian burung di Sumatera tetapi juga dapat menjadi dasar pengembangan sistem berbasis teknologi yang mendukung pelestarian keanekaragaman hayati secara berkelanjutan.

## III. RANCANGAN PENELITIAN



Gambar 3.1 Alur Penelitian

### A. Pengumpulan Data

Tahap pertama merupakan proses pengumpulan data yang menjadi dasar dalam pengembangan model. Dataset yang digunakan terdiri dari kumpulan gambar burung dengan lima label spesies yang berbeda, yaitu Cekakak Belukar (*Todiramphus chloris*), Cekakak Sungai (*Halcyon Smyrnensis*), Murai batu (*Copsychus malabaricus*), Paok Hijau (*Pitta Sordida*), dan Prenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*). Dataset mencakup 300 gambar beragam ukuran px. kemudian dilakukan pembagian data latih dan data uji dengan persentase 80:20. Masing-masing gambar memiliki variasi dalam kondisi pencahayaan dan pose untuk memastikan model dapat dilatih untuk mengenal gambar dengan situasi yang berbeda-beda.

### B. Data Processing

Data yang telah dikumpulkan diproses melalui beberapa langkah penting untuk memastikan konsistensi dan meningkatkan kualitas. Langkah pertama dimulai dengan cropping, teknik ini membantu mengurangi noise dan memfokuskan analisis pada bagian paling penting dari gambar. Setelah cropping, dilakukan resizing dengan mengubah ukuran gambar menjadi 224x224 piksel, sesuai dengan persyaratan input arsitektur VGG-19. Langkah selanjutnya adalah image sharpening, teknik untuk meningkatkan ketajaman dan detail citra dan mengoptimalkan

visibilitas fitur-fitur penting dalam citra. Kemudian, dilakukan histogram equalization (histeq) untuk meningkatkan kontras gambar. Tahap terakhir adalah augmentasi data, di mana gambar mengalami berbagai transformasi untuk memperluas dan divariasikan dataset.

### C. Evaluasi Matriks (Akurasi)

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi performa model dengan menggunakan metrik akurasi dan analisis tambahan seperti *confusion matrix*, yang menampilkan distribusi prediksi model terhadap label sebenarnya dan membantu mengidentifikasi jenis kesalahan yang terjadi. Selain itu, digunakan juga *precision*, *recall*, dan *F1-score* untuk mengevaluasi performa model, terutama pada spesies dengan distribusi data yang tidak seimbang. Akurasi global juga dihitung untuk mengukur persentase prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi. Hasil evaluasi ini akan menentukan apakah model sudah optimal atau perlu perbaikan lebih lanjut, seperti penyesuaian parameter model atau dataset, untuk meningkatkan hasil yang diperoleh.

### D. Prediction (Testing)

Setelah proses pelatihan selesai, model diuji menggunakan data uji yang telah disiapkan sebelumnya. Data uji ini tidak pernah digunakan selama pelatihan untuk memastikan evaluasi yang objektif. Model menghasilkan prediksi berupa label spesies burung berdasarkan pola visual pada gambar. Proses pengujian ini memberikan gambaran sejauh mana model dapat menggeneralisasi dan membuat prediksi yang akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Hasil dari pengujian ini kemudian digunakan untuk menilai performa model, termasuk akurasi, presisi, dan recall, yang penting untuk mengevaluasi seberapa baik model dapat mengenali berbagai spesies burung.

## IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada implementasi dan pengujian, diawali dengan pengumpulan data, dimana data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs *online* yang memiliki beragam ukuran. Data gambar yang digunakan terdiri dari 5 kelas burung yang merupakan 5 spesies burung yang berhabitat di pulau sumatera berdasarkan dari daftar nama burung di kawasan tertentu pada situs <https://avibase.bsc-eoc.org/>.

Gambar spesies Burung yang digunakan, yaitu:

1. Cekakak Belukar (*Todiramphus chloris*)
2. Cekakak Sungai (*Halcyon Smyrnensis*)
3. Murai batu (*Copsychus malabaricus*)
4. Paok Hijau (*Pitta Sordida*)
5. Prenjak Rawa (*Prinia Flaviventris*)

Setelah diperoleh data gambar yang digunakan, sebelum model dibangun, terlebih dahulu dilakukan tahapan *data processing (image processing)* bertujuan agar diperoleh data gambar yang baik dan berkualitas agar model mampu mengenali objek yang akan dilakukan klasifikasi. Tahapannya berupa:

1. Cropping

Tahapan awal *image processing* yaitu *crop* pada gambar yang dimiliki, agar hanya berfokus pada objek burung. Proses *cropping* dilakukan secara manual dengan app paint yang dimiliki oleh perangkat laptop.



## 2. Resizing

Dilakukan pengubahan ukuran gambar, dikarenakan data gambar yang diperoleh memiliki ukuran yang beragam, sehingga dilakukan *resizing* dengan ukuran 224 x 224 pixel. *Resizing* dilakukan dengan menggunakan library PIL (Python Image Library) dengan modul Image.

## 3. Image Sharpening

Dilakukan proses *image sharpening* bertujuan agar gambar dimiliki gambarnya tajam dan dapat dikenali oleh objek ketika membangun model klasifikasi dengan CNN arsitektur VGG-19. *Image Sharpening* dilakukan dengan menggunakan library PIL (Python Image Library) dengan modul Image dan ImageEnhance. Dengan ukuran faktor sharpening yaitu 2.

## 4. Histogram Equalization

Dilakukan proses *Histogram Equalization*, bertujuan untuk meningkatkan kontras dari gambar serta melakukan pemerataan nilai piksel secara merata pada gambar. Pada proses ini menggunakan library cv2 dengan modul cv2.equalizeHist yang dilakukan pada ketiga channel gambar.

## 5. Augmentasi Data

Dilakukan proses augmentasi data, bertujuan untuk memperkaya data agar akurasi pelatihan model yang dibangun tinggi. Proses Augmentasi data dilakukan pada *Image Data Generator* sebelum model dibangun. Augmentasi Data yang dilakukan berupa *rescale*, rotasi, *shear*, *zoom*, *width shift*, *height shift* dan *horizontal flip*.

Setelah dilakukan *data processing*, dilakukan tahapan split data dengan rasio 80:20 dari keseluruhan data. Setelah dilakukan split data, dilakukan tahapan membangun model, model CNN dibangun menggunakan arsitektur VGG-19 dengan pendekatan *transfer learning* dengan terdapat sebagian layer dibekukan, dan *weights* yang digunakan adalah imagenet. Model dibangun dengan pengaturan beberapa parameter dan menggunakan optimizer adam untuk optimalisasi model dibangun dan juga model menggunakan dropout sebesar 0.3 untuk mencegah model *overfitting*.

Parameter yang digunakan pada model telah diuji, diperoleh akurasi model yang dibangun menggunakan pengaturan parameter bisa terlihat pada tabel 4.1.

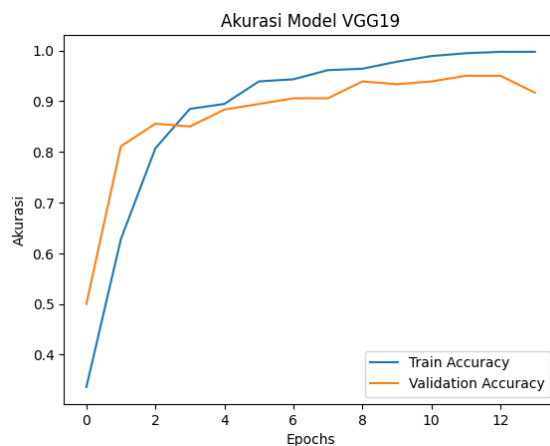
Tabel 4.1 Parameter Model VGG-19 yang digunakan

| Batch Size | Learning Rate | Epochs | Akurasi |
|------------|---------------|--------|---------|
| 32         | 1e-3 (0.001)  | 5      | 0.34    |
|            |               | 10     | 0.20    |
|            |               | 15     | 0.40    |
|            | 1e-4 (0.0001) | 5      | 0.90    |
|            |               | 10     | 0.92    |
|            |               | 15     | 0.94    |

Dari tabel 4.1, terlihat bahwa model CNN dengan arsitektur VGG-19 pada parameter dengan learning rate 0.0001, epochs 15

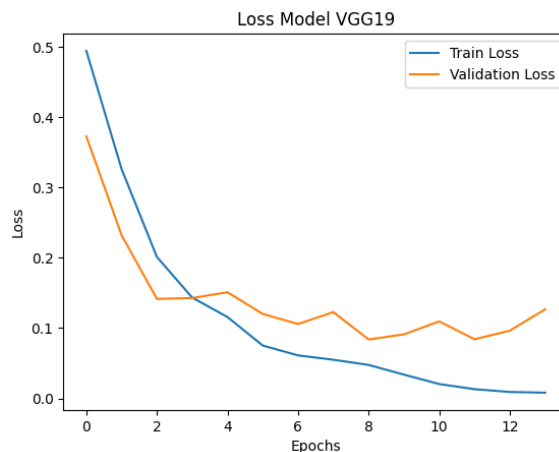
dan batch size 32 diperoleh hasil akurasi sangat tinggi sebesar 0.94.

Dari parameter dengan learning rate 0.0001, epochs 15 dan batch size 32, diperoleh Akurasi train pada performa model yang bisa terlihat pada Gambar 4.1. Terlihat akurasi train mengalami peningkatan dan stabil. Namun pada akurasi validasi sempat naik turun akurasinya.



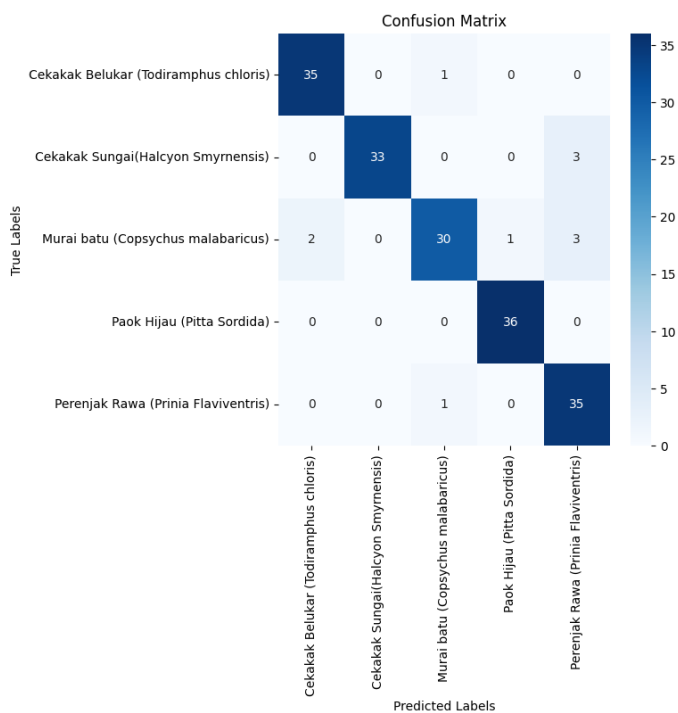
Gambar 4.1 Akurasi Performa Model

Berdasarkan gambar 4.1 juga diperoleh *Loss train* pada performa model yang bisa terlihat pada Gambar 4.2. Terlihat *Loss train* mengalami penurunan signifikan dan pada *loss validasi* juga mengalami penurunan, walaupun terdapat naik turun nilai lossnya.



Gambar 4.2 Loss Performa Model

Dari grafik performa model, sudah terlihat model sudah dilakukan training memiliki performa model yang baik. Kita bisa melihat confusion matriks dari model yang dibangun, berdasarkan gambar 4.3. Diperoleh confusion matrix, bahwa model ketika pada kelas 0 (cekakak belukar) diperoleh akurasi sebesar 97.22%, pada kelas 1 (Cekakak Sungai) diperoleh akurasi sebesar 91.67%, pada kelas 2 (Murai Batu) diperoleh akurasi sebesar 83.33%, pada kelas 3 (Paok Hijau) diperoleh akurasi sebesar 100% dan pada kelas 4 (Prenjak rawa) diperoleh akurasi sebesar 97.22%. Menunjukkan model bisa melakukan klasifikasi dengan benar. Menunjukkan model terklasifikasi dengan sangat baik.



Gambar 4.3 Confusion Matrix

Dari *confusion matrix* tersebut, diperoleh *classification report* yang bisa terlihat pada tabel 4.2. Terlihat bahwa model yang dibangun memiliki akurasi sangat tinggi sebesar 0.99 serta nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* yang mendekati 1 menunjukkan model bekerja dengan sangat baik.



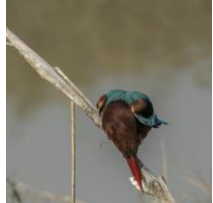


Tabel 4.2 Classification Report

| Kelas        | Precision | Recall | f1-score | support |
|--------------|-----------|--------|----------|---------|
| 0            | 0.95      | 0.97   | 0.96     | 36      |
| 1            | 1.00      | 0.92   | 0.96     | 36      |
| 2            | 0.94      | 0.83   | 0.88     | 36      |
| 3            | 0.97      | 1.00   | 0.99     | 36      |
| 4            | 0.85      | 0.97   | 0.91     | 36      |
| akurasi      |           |        | 0.94     | 180     |
| macro avg    | 0.94      | 0.94   | 0.94     | 180     |
| weighted avg | 0.94      | 0.94   | 0.94     | 180     |

Setelah dilakukan evaluasi matriks, selanjutnya dilakukan tahapan menguji model (testing) menggunakan data yang baru. Diperoleh hasil prediksi dari model yang dibangun dengan menggunakan data baru, yang bisa terlihat pada tabel 4.3, terlihat

bahwa terdapat 1 kelas yang tebakan klasifikasinya masih salah pada gambar actual berkelas Halcyon Smyrnensis, walaupun akurasi model yang dibangun pada tabel 4.2 telah menunjukkan akurasi tinggi.

Tabel 4.3 Hasil Prediksi

| Gambar   | Actual                       | Prediksi                     | Akurasi |
|--|------------------------------|------------------------------|---------|
|    | <i>Copsychus malabaricus</i> | <i>Copsychus malabaricus</i> | 99.99%  |
|    | <i>Prinia flaviventris</i>   | <i>Prinia flaviventris</i>   | 94.07%  |
|   | <i>Halcyon Smyrnensis</i>    | <i>Prinia flaviventris</i>   | 68.04%  |
|  | <i>Todiramphus chloris</i>   | <i>Todiramphus chloris</i>   | 80.72%  |
|  | <i>Pitta Sordida</i>         | <i>Pitta Sordida</i>         | 99.71%  |

Akurasi dari prediksi tersebut menunjukkan nilai akurasi model telah mengklasifikasikan kelas prediksi dengan benar, seperti contoh ketika gambar actual yang merupakan kelas Copsychus malabaricus dan ketika diprediksi juga merupakan kelas Copsychus malabaricus dengan akurasi sebesar 99.99%, hal ini menunjukkan prediksi model yang dilakukan telah menebak kelas prediksi secara benar sebesar 99.99%. Akurasi ini diperoleh dari jumlah prediksi benar gambar dibagi total data gambar. Sehingga menunjukkan kelas yang diprediksi telah menunjukkan akurasi yang benar dalam klasifikasi.

Walaupun pada kelas actual Halcyon Smyrnensis menunjukkan akurasi sebesar 68.04% bisa dikatakan cukup tinggi, namun tebakan klasifikasi yang dilakukan model masih salah, hal ini bisa disebabkan karena model menduga gambar Halcyon Smyrnensis memiliki nilai pixel mirip pada kelas Prinia flaviventris, menyebabkan tebakan prediksi klasifikasi salah. Model klasifikasi bisa dikatakan baik dalam mengklasifikasi ketika akurasi yang dimiliki berada diatas 80% dan model yang dibangun peneliti telah menunjukkan akurasi sangat baik.

## V. KESIMPULAN

Implementasi dan pengujian model CNN arsitektur VGG-19 menggunakan data gambar burung di Pulau Sumatera diperoleh hasil yang signifikan dapat mengenali dan klasifikasi objek burung. Implementasi proses *image processing* yaitu *Cropping*, *Resizing*, *Image Sharpening* serta *Histogram Equalization* memiliki peran dalam model memperoleh performa model dan akurasi yang sangat baik.

Dari model dibangun dengan menggunakan beberapa pengaturan parameter, diperoleh bahwa model memiliki akurasi yang tinggi. Ketika pada pengaturan parameter model yaitu dengan *batch size* sebesar 32, *learning rate* 0.0001 dan epochs 15, diperoleh akurasi model diperoleh sebesar 0.99 yang menunjukkan model telah sangat baik dalam melakukan klasifikasi burung. Nilai *precision* dan *recall* yang tinggi menunjukkan model dapat mendeteksi klasifikasi burung dengan baik walaupun masih terdapat beberapa kesalahan prediksi dengan menggunakan baru. Evaluasi model yang tinggi, bahwa model bisa diimplementasikan secara aplikatif seperti dengan mengembangkan aplikasi sistem deteksi klasifikasi burung pada kawasan area konservasi seperti cagar alam, suaka margasatwa, taman nasional bahkan geopark.

Saran dari peneliti, model yang dibangun juga bisa dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti selanjutnya dengan menggunakan teknik maupun metode yang berbeda. Model yang dibangun ini juga menjadi suatu bagian solusi permasalahan terkait konservasi dan monitoring habitat burung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wulandari, R. Y. Sari, and D. Sulistyaningsih, "Perbedaan Mamalia di Sulawesi Dan di Sumatera dari Sudut Pandang Biodiversitas," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Lingkungan Wilayah Pesisir*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [2] R. A. Thoriq, V. R. Sari, and I. F. Rachman, "Menuju Masa Depan yang Berkelanjutan: Mengoptimalkan Media Sosial untuk Meningkatkan Kesadaran SDGs 2030," *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan dan Bahasa*, vol. 3, no. 2, pp. 162–175, 2024.
- [3] H. Farman, S. Ahmed, M. Imran, Z. Noureen, and M. Ahmed, "Deep Learning Based Bird Species Identification and Classification Using Images", doi: 10.56979/601/2023.
- [4] P. D. S. S, J. M. L, and S. V, "Multiclass Bird Species Identification using Deep Learning Techniques," in *2024 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)*, 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/CONECCT62155.2024.10677184.
- [5] K. Hanum, F. Sthevanie, and K. N. Ramadhani, "Klasifikasi Spesies Burung Berbasis Citra Digital Menggunakan Metode Convolutional Neural Network."
- [6] P. A. B and S. Juliet, "Image-Based Bird Species Identification Using Machine Learning," in *2023 9th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 2023, pp. 1963–1968. doi: 10.1109/ICACCS57279.2023.10113103.
- [7] J. Madake, S. Bhatlawande, P. Kudal, and S. Shilaskar, "A high accuracy approach for bird species identification using VGG16," *AIP Conf Proc*, vol. 2717, no. 1, p. 030004, Jun. 2023, doi: 10.1063/5.0129167.
- [8] J. C. CARE, "Studi Biodiversitas Burung Air Dan Hutan Mangrove Sebagai Potensi Ekowisata Di Bagan Percut, Kabupaten Deli Serdang, Propinsi Sumatra Utara," *Jurnal Resolusi Konflik, CSR dan Pemberdayaan (CARE)*, vol. 5, no. 1, pp. 30–42, Sep. 2020, [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalcare/article/view/32634>
- [9] K. Hanum, F. Sthevanie, and K. N. Ramadhani, "Klasifikasi Spesies Burung Berbasis Citra Digital Menggunakan Metode Convolutional Neural Network."
- [10] "Algoritma Identifikasi Ciri Citra Pegunungan dengan Metode Copping," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 20, no. 2, Jun. 2021, doi: 10.32409/jikstik.20.2.2763.
- [11] M. Wahyudi, H. Purwadi, A. Bramanto, and W. Putra, "Edu Komputika Journal Pengaruh Implementasi Seam Carving Pada Citra Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan GLCM," *Edu Komputika*, vol. 7, no. 1, 2020, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edukom>
- [12] S. H. Shruthishree and Zabeeulla, "Bird Species Identification Using Image Processing and CNN," in *2022 International Interdisciplinary Humanitarian Conference for Sustainability (IIHC)*, 2022, pp. 741–746. doi: 10.1109/IIHC55949.2022.10060787.
- [13] D. Husen, "Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *bit-Tech*, vol. 7, no. 1, pp. 143–152, Aug. 2024, doi: 10.32877/bt.v7i1.1576.
- [14] V. Jadeja, A. L. N. Rao, A. Srivastava, S. Singh, P. Chaturvedi, and G. Bhardwaj, "Convolutional Neural Networks: A Comprehensive Review of Architectures and Application," in *2023 6th International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, 2023, pp. 460–467. doi: 10.1109/IC3I59117.2023.10397695.
- [15] S. Namani, L. S. Akkapeddi, and S. Bantu, "Performance Analysis of VGG-19 Deep Learning Model for COVID-19 Detection," in *2022 9th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, 2022, pp. 781–787. doi: 10.23919/INDIACom54597.2022.9763177.

[16] A. Lawi, E. Qadri Nuranti, K. Abdallah Ahmad, and S. Astuti Thamrin, “Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2022-Teknik Informatika.” [Online]. Available: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Rice+Leaf+Diseases>.

[17] U. Nithin, A. Somnath, V. Dileep, and N. Sammeta, “Bird Species Classification: Using CNN Models,” in *2024 Third International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*, 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICDCECE60827.2024.10548872.

LAMPIRAN

Link Dataset:

[Image Processing-Revisi](#)

Link Kode Program:

[Sumatraining-Pengolahan Citra Digital.ipynb](#)

Asistensi dengan Asisten Dosen:

|              |                  |             |   |   |  |  |  |
|--------------|------------------|-------------|---|---|--|--|--|
| Sumatraining | Jalur Pendidikan | 125.000.000 | Implementasi CNN dan Visualisasi UML-UML untuk Klasifikasi Penyakit di Sumatera | <div> <div></div> <div>Link Kode</div> </div> | Pada saat ini, proses dan data yang sudah selesai. | Pada saat ini, proses dan data yang sudah selesai. | Pada saat ini, proses dan data yang sudah selesai. |
|              | Lain-lain        | 125.000.000 |   |   | Tidak ada.   | Tidak ada.   | Tidak ada.   |
|              | Uang             | 125.000.000 |   |   | Tidak ada.   | Tidak ada.   | Tidak ada.   |
|              | Akron            | 125.000.000 |   |   | Tidak ada.   | Tidak ada.   | Tidak ada.   |