

BAB I

PENDAHULUAN

Pengklasifikasi jenis burung telah menjadi salah satu aplikasi penting dari teknologi kecerdasan buatan, terutama dalam penggunaan model arsitektur Convolutional Neural Network (CNN). Dalam beberapa tahun terakhir, telah dikembangkan berbagai model arsitektur CNN yang berbeda, seperti ResNet, VGG, MobileNet, InceptionV3, DensNet, EfficientNet dan lain-lain yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pengklasifikasi jenis burung. Studi CNN terbaru oleh (Siri, 2023) menunjukkan bahwa penggunaan CNN telah meningkat dalam mendeteksi jenis atau spesies pada burung. Karena kemampuan CNN untuk menangani variasi interkelas dan mengekstrak fitur yang detail dari gambar burung, studi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan CNN untuk mengidentifikasi spesies burung sangat efektif. Metode ini memungkinkan pengamat burung, baik yang berpengalaman maupun tidak, untuk dapat dengan cepat, tepat dan akurat dalam mengidentifikasi spesies burung dari gambar yang mereka temukan.

Urgensi klasifikasi burung sangat penting dalam upaya pelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati. Di Indonesia sendiri, manusia dapat memperoleh banyak manfaat langsung dan tidak langsung dari burung. Misalnya, dari perspektif lingkungan, burung membantu proses regenerasi hutan dengan menyebarkan biji tanaman. Hal ini kemudian dapat berdampak pada kelangsungan hidup ekosistem, yang mencakup ketersediaan bahan alam seperti air dan udara yang bersih serta hasil tanaman seperti buah-buahan dan obat-obatan. Dengan menjaga populasi burung agar terus stabil, burung juga dapat membantu mengendalikan hama bagi masyarakat pedesaan yang tinggal dekat dengan alam. Hal ini dapat meningkatkan hasil produksi, yang kemudian akan berdampak pada peningkatan pendapatan petani. Namun, sayangnya ada setidaknya sepuluh spesies burung baru di Indonesia yang status keterancamannya belum dievaluasi. Oleh karena hal tersebut, dibutuhkan banyak

pemantauan, penelitian dan penelusuran lebih lanjut untuk mengisi kesenjangan pengetahuan tersebut. (Mukhaer, 2023)

Terdapat lebih dari 11,000 spesies burung di bumi saat ini dengan penampilan dan kebiasaan uniknya masing masing. Namun banyak diantaranya merupakan burung yang spesies dan evolusinya belum diketahui dengan jelas. Dengan demikian menjaga agar burung dapat diklasifikasikan dan terorganisir dalam silsilah keluarga yang rapi dan teratur adalah tugas yang sangat berat. (Stiller et al., 2024) mempublikasikan rincian dari 93 juta tahun hubungan evolusi antara 363 spesies burung, atau sekitar 92 persen dari seluruh keluarga burung pada sebuah grafik rumit. Jika dibandingkan dengan burung purba, para peneliti melihat peningkatan drastis dalam ukuran populasi efektif, tingkat substitusi, dan ukuran otak relatif pada burung purba. Mekanisme adaptif yang mendorong diversifikasi spesies burung setelah kepunahan menunjukkan perubahan evolusioner baru. Untuk melakukan hal ini, mereka memanfaatkan kekuatan rangkaian algoritma komputer yang disebut ASTRAL. Program ini membantu menyimpulkan hubungan evolusi dengan cepat dan akurat, memungkinkan tim untuk mengintegrasikan data genom dari lebih dari 60.000 wilayah dalam genom burung, kemudian memeriksa sejarah evolusi segmen individu di seluruh genom, dan menyatukan beberapa pohon gen untuk membuat pohon spesies yang lebih besar.

Burung, yang tersebar di seluruh dunia, adalah salah satu kelompok hewan yang paling banyak dipelajari. Oleh karena itu, mereka berfungsi sebagai sistem yang berfungsi untuk memberikan peringatan dini tentang kondisi planet secara keseluruhan. Perubahan populasi burung menunjukkan di mana habitat sedang terdegradasi, di mana perubahan iklim berdampak, dan di mana intervensi paling penting. Meskipun keberadaan burung sangat penting, namun jumlah burung di dunia saat ini menurun pada tingkat yang mengejutkan. Ada setidaknya satu dari delapan spesies burung yang terancam punah, atau sebanyak 223 spesies burung saat ini yang terancam punah (Birdlife International, 2023). Dengan menggunakan data dari Daftar Merah Badan Konservasi Dunia (The IUCN Red List of Threatened Species, 2023) para peneliti

melihat bagaimana populasi 11.000 spesies burung berubah di seluruh dunia. Lebih dari 44.000 spesies burung di dunia mengalami ancaman kepunahan. (Lees et al., 2022) menemukan bahwa sekitar 48 persen spesies burung di seluruh dunia diketahui atau diperkirakan mengalami penurunan populasi. Hasil studi juga menunjukkan bahwa populasi 39% spesies burung di seluruh dunia dianggap stabil, sementara hanya 6% spesies burung di dunia menunjukkan tren peningkatan populasi. 7% spesies burung lainnya belum diketahui status populasinya, apakah meningkat atau menurun. Kehilangan spesies burung menandakan hilangnya keanekaragaman hayati yang jauh lebih luas, yang juga menjadi ancaman bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Oleh karena itu, Burung merupakan indikator kesehatan lingkungan yang sangat terlihat dan sensitif.

Berkurangnya populasi burung dan ancaman kepunahan spesies burung sebagian besar disebabkan oleh faktor-faktor yang diakibatkan oleh manusia. Gelombang kepunahan burung dipicu oleh aktivitas seperti perburuan, perubahan penggunaan lahan, kebakaran, dan pengenalan spesies invasif. (Cooke et al., 2023) Namun, pengklasifikasian spesies burung yang kurang tepat juga dapat memperburuk masalah ini karena data yang tidak akurat dapat menghambat upaya efektif dalam melakukan konservasi. Salah mengidentifikasi spesies dapat mengakibatkan alokasi sumber daya konservasi yang tidak tepat, keputusan manajemen yang salah informasi, dan kegagalan dalam mengenali serta melindungi spesies yang terancam secara tepat waktu. Sebagai contoh, upaya konservasi sangat bergantung pada informasi yang akurat tentang populasi dan distribusi burung. Kesalahan dalam klasifikasi dapat menyebabkan beberapa spesies terabaikan sementara spesies lain diberi perhatian terlalu banyak, yang dapat berdampak negatif pada spesies yang sudah rentan atau populasi mereka menurun (Caton, 2023).

Studi (Gavali & Saira Banu, 2024) menyoroti pentingnya identifikasi spesies yang akurat dalam penelitian ekologi konservasi yang menunjukkan bahwa kesalahan dalam klasifikasi dapat mengarah pada strategi konservasi yang tidak efektif bahkan

memperburuk keadaan bahaya spesies. Meskipun secara keseluruhan, pengklasifikasian yang tidak tepat bukanlah faktor utama yang menyebabkan penurunan populasi burung, hal ini tetap berdampak besar pada seberapa baik upaya pelestarian dan perlindungan spesies burung yang terancam punah berjalan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya kolaboratif untuk memastikan bahwa data yang digunakan adalah akurat dan untuk memastikan bahwa langkah-langkah konservasi yang tepat telah diambil.

Dengan menggunakan teknologi seperti Convolutional Neural Network (CNN), klasifikasi burung berdasarkan karakteristik fisik mereka dapat memberikan data yang akurat dan efisien yang diperlukan untuk memantau populasi burung, memahami dinamika ekosistem, dan mendeteksi perubahan lingkungan. Data ini sangat penting dalam menghadapi ancaman seperti perubahan iklim dan deforestasi, yang dapat mempengaruhi habitat dan keberlangsungan spesies burung. Penelitian telah menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya meningkatkan kecepatan dan ketepatan identifikasi spesies burung tetapi juga membantu dalam pelaksanaan langkah-langkah konservasi yang lebih tepat dan efektif. Dengan demikian, adopsi teknik klasifikasi berbasis CNN untuk burung memiliki dampak signifikan dalam upaya global untuk menjaga keberlanjutan ekosistem dan melindungi spesies dari kepunahan.

Penelitian terdahulu mengenai klasifikasi burung atau hewan lainnya telah menunjukkan kemajuan yang signifikan dengan penerapan teknologi pembelajaran mendalam, khususnya Convolutional Neural Network (CNN). Misalnya, penelitian oleh (Cooke et al., 2023) menyelidiki identifikasi spesies burung menggunakan metode pembelajaran mendalam, yang menunjukkan bahwa CNN dapat mengklasifikasikan spesies burung dengan akurasi yang tinggi, yang menunjukkan potensi besar teknologi ini dalam mendukung upaya konservasi dan penelitian keanekaragaman hayati. Studi ini memanfaatkan dataset citra burung dan menunjukkan peningkatan dalam kecepatan dan ketepatan identifikasi dibandingkan dengan metode tradisional. Selain itu, penelitian (Kellenberger et al., 2019) mengulas penggunaan teknik deteksi otomatis

dengan pembelajaran mendalam untuk berbagai hewan, termasuk burung. Studi ini menekankan bahwa deteksi otomatis berbasis CNN tidak hanya dapat diterapkan pada burung tetapi juga pada berbagai spesies hewan lainnya, memberikan solusi yang efisien dan akurat untuk pemantauan satwa liar dan konservasi. Penelitian lain oleh (Y et al., 2023) juga menunjukkan aplikasi CNN dalam klasifikasi citra satwa liar. Dalam studi ini, peneliti menggunakan arsitektur CNN untuk mengklasifikasikan berbagai spesies hewan di habitat alami mereka, yang membantu dalam memantau populasi dan aktivitas hewan secara lebih efektif.

Penelitian pengklasifikasian spesies burung telah menggunakan berbagai metode, termasuk analisis citra digital, bioakustik, dan model machine learning seperti Convolutional Neural Networks (CNN), Random Forest, dan Support Vector Machines (SVM). CNN efektif dalam mengenali pola dan fitur spesifik pada gambar burung, yang memungkinkan identifikasi otomatis dengan akurasi tinggi. Namun, metode ini membutuhkan dataset gambar yang besar dan anotasi yang mendetail, serta komputasi yang intensif. Random Forest dan SVM digunakan untuk pengklasifikasian berdasarkan fitur yang diekstraksi dari gambar atau suara, dan keduanya memiliki kelebihan dalam penanganan data yang bervariasi serta kemampuan generalisasi yang baik, meski performanya bisa menurun pada dataset yang sangat besar atau kompleks. Metode bioakustik, yang memanfaatkan analisis suara burung, efektif dalam kondisi di mana citra visual tidak tersedia, namun kualitas dan keberhasilan deteksi sangat bergantung pada kebersihan dan kejernihan rekaman suara. Teknik ensemble yang menggabungkan beberapa model telah terbukti meningkatkan akurasi pengklasifikasian dengan mengurangi kesalahan dari masing-masing model tunggal. Misalnya, penelitian oleh (He & Chen, 2021) hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode ensemble ini lebih unggul dibandingkan model CNN tunggal, sementara penelitian (Paladini et al., 2021) melakukan pendekatan ensemble yang diusulkan dalam studi ini menunjukkan potensi kombinasi multiple arsitektur CNN untuk meningkatkan kinerja klasifikasi untuk jenis jaringan CRC.

Menggunakan model CNN untuk klasifikasi data, seperti suara burung dan gambar, sangat efektif karena kemampuan otomatisnya untuk mengekstrak karakteristik penting dari data tanpa menggunakan teknik manual. CNN sangat cocok untuk analisis audio dan visual karena dapat mengenali pola kompleks dan hubungan spasial dalam data. Model CNN yang telah dilatih pada dataset besar dapat disesuaikan untuk tujuan tertentu dengan menggunakan transfer learning. Ini meningkatkan efisiensi dan akurasi. Selain itu, seperti yang ditunjukkan dalam berbagai studi, CNN selalu lebih akurat dibandingkan dengan teknik tradisional dan sangat tahan terhadap variasi data input (Revadekar et al., 2023). Tidak ada satu model yang cocok untuk menyelesaikan semua masalah dalam dunia pembelajaran mesin. Perbedaan dalam arsitektur CNN, seperti jumlah lapisan, jenis fungsi aktivasi, atau metode regularisasi, dapat mempengaruhi kemampuan model untuk mengklasifikasikan data. Membandingkan berbagai model memungkinkan untuk ditemukannya model yang paling cocok untuk kasus tertentu (Priyanka & Dharmender Kumar, 2020).

Pengklasifikasi jenis burung memiliki beberapa kepentingan praktis, seperti dalam pengawasan populasi burung, penelitian ekologi, dan konservasi spesies. Namun, pengklasifikasi jenis burung juga memiliki beberapa tantangan, seperti kompleksitas morfologi burung, variasi warna dan bentuk, serta keterbatasan data. Oleh karena itu, penggunaan model arsitektur CNN yang efektif dan efisien sangat diperlukan untuk meningkatkan akurasi pengklasifikasi jenis burung. Model CNN yang berbeda dapat mengekstrak fitur-fitur yang berbeda dari data gambar. Dengan membandingkan model, kita dapat mengevaluasi apakah fitur-fitur yang diekstrak oleh model tersebut sesuai dengan karakteristik yang penting untuk klasifikasi spesies burung, seperti warna, pola, atau struktur tubuh (Ramadhan et al., 2022). Beberapa model CNN mungkin lebih efisien dalam hal waktu pelatihan atau kebutuhan komputasi dibandingkan dengan yang lain. Memilih model yang memenuhi kebutuhan komputasi dan waktu pelatihan dapat sangat penting, terutama ketika bekerja dengan dataset yang besar atau dalam penggunaan yang real-time.

Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan dataset yang berisi gambar-gambar burung yang telah di-label dengan jenisnya. Penulis akan membandingkan performa tiga model arsitektur CNN yang berbeda, yaitu MobileNetV2, InceptionV3, dan EfficientNetB0, dalam pengklasifikasi jenis burung. Untuk membandingkan model CNN, memilih arsitektur MobileNetV2, InceptionV3, dan EfficientNetB0 adalah langkah strategis penting karena masing-masing menawarkan keunggulan khusus. Keunggulan ini dapat memberikan gambaran yang luas tentang efisiensi dan performa pengklasifikasian gambar. MobileNetV2 dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi komputasi dengan fokus pada perangkat mobile dengan menggunakan convolutions yang dipisah secara depthwise untuk mengurangi jumlah parameter dan operasi komputasi. Ini membuatnya ideal untuk aplikasi real-time dengan keterbatasan sumber daya. Sebaliknya, InceptionV3 menggunakan modul inception untuk mengekstrak fitur multi-skala yang kaya. Ini memungkinkan model ini menggunakan berbagai ukuran filter secara paralel untuk mencapai akurasi tinggi, yang membuatnya ideal untuk tugas pengenalan objek yang kompleks. EfficientNetB0 memperkenalkan pendekatan scaling yang canggih untuk mengoptimalkan kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan secara proporsional, sehingga mampu mencapai keseimbangan optimal antara akurasi dan efisiensi komputasi.

Dengan membandingkan ketiga arsitektur ini, peneliti dapat mengevaluasi trade-off antara akurasi, efisiensi, dan sumber daya komputasi yang diperlukan, serta memilih model yang paling sesuai untuk aplikasi spesifik, baik itu untuk penggunaan di perangkat berdaya rendah, pengenalan objek kompleks, atau kebutuhan kinerja tinggi dalam skala besar. Penulis juga akan menganalisis parameter-parameter yang terkait dengan performa masing-masing model, seperti jumlah parameter, ukuran model, dan waktu pelatihan. Selain itu, riset ini bertujuan untuk menguji apakah penggabungan model dapat menghasilkan performa yang lebih baik dalam klasifikasi jenis burung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan model memang menghasilkan peningkatan performa, namun peningkatannya tidak signifikan. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan model arsitektur CNN yang lebih efektif dan efisien dalam pengklasifikasi jenis burung. Melalui perbandingan, diharapkan ditemukan model yang memberikan tingkat akurasi tertinggi dalam mengklasifikasikan berbagai spesies burung. Akurasi yang lebih tinggi akan memastikan identifikasi yang lebih tepat, yang sangat penting untuk penelitian ilmiah dan konservasi.