



Transfer Learning Menggunakan Model VGG16 untuk Klasifikasi Citra Hewan

Hendri Ardiansyah¹, Teti Desyani²

¹²Teknik Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Pamulang
dosen00832@unpam.ac.id . dosen00839@unpam.ac.id

Abstract

Image classification is a fundamental problem in computer vision, especially when faced with data limitations. Transfer learning offers an effective solution for accurate image class classification. This research implements Transfer Learning using the VGG16 architecture for animal image classification specially on the classification of cats, dogs, and foxes. The goal of this research is to optimize the performance of the classification model, specifically addressing data limitations through the systematic implementation of image augmentation techniques. A series of image augmentation techniques includes rotation, translation, scaling, cropping, brightness adjustment and horizontal flipping were applied to expand the training dataset. The training process was carried out using pre-trained features from VGG16 which was previously trained on the ImageNet dataset. To reduce overfitting during training, fine-tuning and optimization were performed using the Adam algorithm with a learning rate of 0.0001 and a number of epochs of 25. The dataset was divided into two subsets with an 80:20 ratio for training and testing purposes. Evaluation was carried out using accuracy metrics, confusion matrices, and classification reports that include precision, recall, and F1 scores. The cat and fox classes achieved F1 scores of 95%, while the dog class achieved an F1 score of 90%. Overall, the experimental results show that the model achieved a validation accuracy of 94% and performed well in all classes, as evidenced by high precision, recall, and F1 scores. These results indicate that the transfer learning approach combined with image augmentation can be effectively applied to animal image classification, even with relatively small datasets.

Keywords: *transfer learning, VGG16, image classification, image augmentation.*

Abstrak

Klasifikasi citra merupakan permasalahan mendasar dalam visi komputer, terutama ketika dihadapkan pada keterbatasan data. Transfer learning menawarkan solusi yang efektif untuk klasifikasi kelas citra yang akurat. Penelitian ini mengimplementasikan Transfer Learning menggunakan arsitektur VGG16 untuk klasifikasi citra hewan, dengan fokus pada klasifikasi cat, dog dan fox. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja model klasifikasi, khususnya mengatasi keterbatasan data melalui implementasi sistematis teknik augmentasi citra. Serangkaian teknik augmentasi citra, termasuk rotasi, translasi, penskalaan, pemotongan, penyesuaian kecerahan, dan pembalikan horizontal, diterapkan untuk memperluas dataset pelatihan. Proses pelatihan dilakukan menggunakan fitur-fitur yang telah dilatih sebelumnya dari VGG16, yang sebelumnya dilatih pada dataset ImageNet. Untuk mengurangi overfitting selama pelatihan, dilakukan fine-tuning dan optimasi menggunakan algoritma Adam dengan learning rate 0,0001 dan jumlah epoch sebesar 25. Dataset dibagi menjadi dua subset dengan rasio 80:20 untuk keperluan pelatihan dan pengujian. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, matriks konfusi, dan laporan klasifikasi yang mencakup presisi, recall, dan skor F1. Kelas cat dan fox mencapai skor F1 sebesar 95%, sedangkan kelas dog mencapai skor F1 sebesar 90%. Secara keseluruhan, hasil eksperimen menunjukkan bahwa model mencapai akurasi validasi sebesar 94% dan berkinerja baik di semua kelas, sebagaimana dibuktikan oleh nilai presisi, recall, dan skor F1 yang tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa

pendekatan transfer learning yang dikombinasikan dengan augmentasi citra dapat diterapkan secara efektif untuk klasifikasi citra hewan, bahkan dengan dataset yang relatif kecil.

Kata kunci: transfer learning, VGG16, klasifikasi citra, augmentasi citra.

© 2025 Jurnal Pustaka AI

1. Pendahuluan

Klasifikasi merupakan proses pengelompokan objek ke dalam kelas-kelas tertentu. Proses klasifikasi juga digunakan dalam kecerdasan artifisial (AI), yaitu kecerdasan artifisial yang dihasilkan komputer yang dapat meniru tindakan manusia, mengenali peristiwa di lingkungan [1][2] dan pemrosesan citra [3]. Dalam pemrosesan citra, klasifikasi objek merupakan salah satu permasalahan. Tujuan klasifikasi citra adalah mengklasifikasikan citra ke dalam berbagai kategori sesuai kebutuhan [4]. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk permasalahan pengolahan citra adalah *transfer learning*, yang merupakan teknik pembelajaran mesin memungkinkan model yang sebelumnya dilatih pada kumpulan data besar yang digunakan untuk memecahkan masalah dengan kumpulan data yang lebih kecil [5][3] untuk klasifikasi data baru dengan penyesuaian minimal [3].

Ekstraksi dan klasifikasi fitur visual telah lama menjadi bidang penelitian yang penting dan krusial dalam *Computer Vision*. *Convolutional Neural Network* (CNN) menawarkan model pembelajaran yang komprehensif untuk klasifikasi citra [6]. *Convolutional Neural Network* merupakan metode *machine learning* yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengenali objek [7]. Penggunaan CNN telah banyak digunakan oleh peneliti terdahulu untuk klasifikasi citra [4] [8][9][10][11] [12]. *Arsitektur Visual Geometry Group* 16-lapis (VGG16) merupakan salah satu model CNN paling populer, banyak digunakan dalam tugas klasifikasi gambar karena kemampuannya mempelajari fitur kompleks dari data gambar [13]. *Arsitektur VGG16* tersusun sebanyak 16 lapis untuk memecahkan masalah klasifikasi citra, ditandai dengan kedalaman arsitektur yang relatif tinggi [14].

Klasifikasi gambar kucing dan anjing, merupakan salah satu masalah klasifikasi gambar yang umum, telah menarik minat banyak peneliti [15]. Kaggle juga pernah menyelenggarakan kompetisi untuk memecahkan masalah CAPTCHA membedakan gambar atau citra dari anjing dan kucing, meskipun mudah bagi manusia, data menunjukkan bahwa sangat sulit untuk membedakan kucing dan anjing secara otomatis [16]. Namun pada penelitian ini menambahkan gambar atau citra dari fox didasarkan pada kesamaan morfologi dengan cat dan dog, ketiganya termasuk dalam ordo Karnivora dan memiliki karakteristik visual yang serupa seperti bentuk moncong, bentuk telinga, dan tekstur bulu. Hal ini membutuhkan sistem klasifikasi yang dapat mengidentifikasi secara akurat dan dapat membedakan detail-detail halus antar spesies [17].

Terdapat Penelitian terkait klasifikasi citra dengan pendekatan *Deep Learning* menggunakan CNN dengan arsitektur CGG16, berikut beberapa studi sebelumnya yang dijadikan acuan untuk penelitian ini.

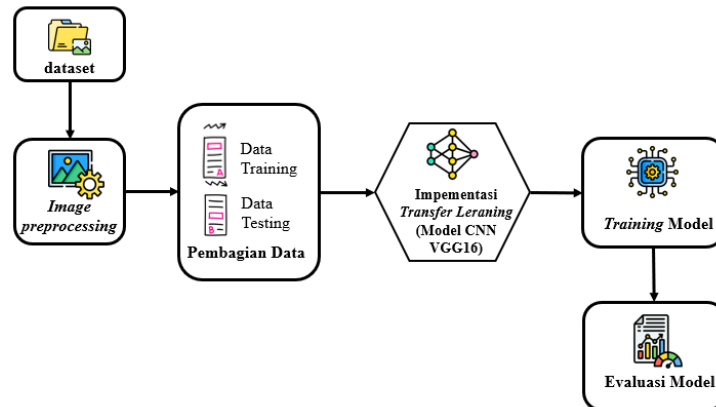
Penelitian yang dilakukan Agung Slamet Riyadi et al [3] yang bertujuan untuk mendeteksi objek citra kucing dan anjing, serta membedakan model citra antara kedua objek citra. Penggunaan CNN mulai dari *Convolution Layer* akan mengekstrak fitur-fitur yang terdapat pada gambar. Selanjutnya, *Pooling Layer* mengurangi volume spasial gambar setelah dikonvolusi. Pada tahap *Fully Connected Layer* ini menghubungkan jaringan-jaringan dari satu layer ke layer yang lain. Kemudian metode yang digunakan adalah YOLO (*you only look once*). Hasil akurasi dan presisi pada penelitian ini mencapai 84,09%, ini menunjukkan bahwa CNN cukup baik dalam mendeteksi citra pada objek anjing dan kucing.

Selanjutnya Weimin Chen et al [11] melakukan klasifikasi jenis tumor tulang dari citra CT (*computed tomography*) dengan mengembangkan model CNN dan peningkatan menggunakan arsitektur CGG16 dan model Vit. Hasil pengembangan model CNN dengan VGG16-Vit menghasilkan peningkatan akurasi yang signifikan dengan hasil mencapai 97,6%, ini membuktikan bahwa model yang dikembangkan sangat baik dalam melakukan klasifikasi penyakit tumor tulang dari citra CT. Selain itu model *Arsitektur VGG16* juga digunakan dalam penelitian Desi Ramayanti et al [7] untuk klasifikasi citra kupu-kupu. Sebanyak 4955 dataset dengan 50 jumlah kelas spesies kupu-kupu. Penggunaan VGG16 dengan *fine-tuning* sangat mempengaruhi hasil akurasi, yang mana ketika VGG16 dengan *fine-tuning* menghasilkan peningkatan akurasi yang cukup baik yaitu sebanyak 10,35%. Pada penelitian yang dilakukan Iriandi Riski Kusuma Putra dan Christian Sri Kusuma Aditya [9] menerapkan CNN dengan arsitektur VGG19 menggunakan augmentasi dan *batch normalization* untuk mengurangi *overfitting & underfitting* dengan tujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis untuk mengenali jenis-jenis burung cendrawasih dari citra digital. Rismiyati dan Ardytha Luthfiart [10] melakukan studi dengan menerapkan *transfer learning* menggunakan arsitektur VGG16 terbukti efektif untuk klasifikasi kualitas buah salah dari citra digital meskipun menggunakan dataset yang sedikit.

Penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya dijadikan sebagai dasar dalam penelitian ini, Khususnya dalam penggunaan transfer learning, pemilihan arsitektur yang sesuai dengan dataset yang terbatas. Fokus penelitian ini adalah untuk klasifikasi jenis hewan berdasarkan citra hewan yaitu *cat*, *dog* dan *fox*.

2. Metode Penelitian

Alur atau proses penelitian mulai dari studi literature, pengumpulan data, *preprocessing*, pembagian dataset, penerapan model, evaluasi model digambarkan pada bagan berikut:



Gambar 1. Alur penelitian

2.1. Studi Literatur

Teknik penelusuran literatur digunakan peneliti untuk memahami berbagai pendekatan klasifikasi citra melalui penerapan *deep learning*, khususnya pada model transfer learning berbasis CNN dengan arsitektur VGG16[6] yang telah banyak diterapkan peneliti dalam klasifikasi citra visual. [18][19][1]. Pendekatan dengan studi literatur diadaptasi untuk memastikan penggunaan *transfer learning* dalam proses klasifikasi berjalan dengan optimal dan memberikan hasil evaluasi model yang terbaik

2.2. Pengumpulan data

Pengumpulan data diambil dari *kaggle* dataset yaitu *animal image classification* sebanyak 310 dataset. Dataset terbagi menjadi 3 kelas yaitu *cat*, *dog* dan *fox*. Selain itu dataset juga telah dibagi menjadi data *validation*, data *training* dan data *testing* untuk menguji model yang digunakan.

2.3. Preprocessing

Preprocessing digunakan untuk mengubah ukuran gambar citra asli menjadi 244x244 piksel sesuai dengan standar input citra pada arsitektur CGG16. Proses selanjutnya melakukan normalisasi piksel dari rentang ukuran 0-255 menjadi 0-1 ini disebut juga dengan teknik *rescaling*. Proses ini penting untuk mempercepat konvergensi selama pelatihan dan menjaga stabilitas numerik, karena mencegah nilai gradien menjadi terlalu besar atau terlalu kecil selama proses *backpropagation*. *Rescaling* juga memastikan bahwa semua data masukan akan memiliki rentang yang sama, sehingga model dapat mendeteksi pola visual dengan lebih efektif [20].

2.4. Pembagian Dataset

Dataset terdiri dari tiga kelas utama: *cat*, *dog*, dan *fox*, yang dikelompokkan ke dalam folder terpisah sesuai labelnya. Gambar diubah ukurannya menjadi 224×224 piksel menggunakan fungsi *load_images()* dan dinormalisasi ke standar VGG16 menggunakan fungsi *preprocess_input*. Label dikodekan menggunakan fungsi *LabelEncoder* dan dikonversi ke pengkodean one-hot menggunakan fungsi *to_categorical*. Dataset kemudian dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji menggunakan fungsi *train_test_split* dan parameter *stratify* untuk memastikan pemisahan kelas agar tetap seimbang.

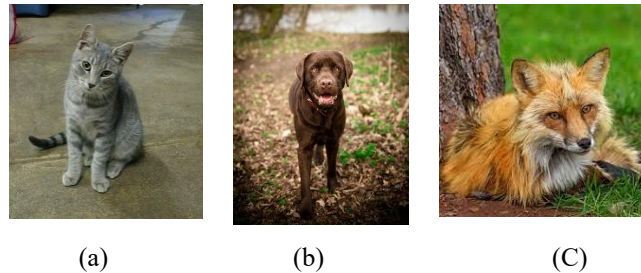
2.5. Evaluasi

Performa model dievaluasi menggunakan metrik akurasi, matriks loss, dan matriks konfusi, dan laporan klasifikasi dengan nilai presisi atau akurasi, *recall* dan *f1-score*. Model juga divalidasi menggunakan data validasi yang tidak dilatih langsung dengan model. Hal ini memberikan gambaran umum tentang generalisasi model terhadap data baru. Hasil ini menjadi dasar untuk mengevaluasi performa metode *transfer learning* arsitektur VGG16 dalam mengklasifikasikan citra ke dalam tiga kelas yang telah ditentukan sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Dataset Citra Jenis Hewan

Dataset citra jenis hewan pada penelitian ini terdiri dari 3 kelas yaitu, *cat*, *dog* dan *fox* dengan jumlah 308 dataset. Kemudian dataset tersebut dibagi menjadi 238 data *training* dan 70 data *testing*. pada saat proses Pada proses *preprocessing* dilakukan augmentasi dan normalisasi citra untuk mempercepat training data seperti mengubah nilai pixel menjadi rentang 0-1, melakukan rotasi, *distorsi*, *zoom*, dan kecerahan gambar, ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *overfitting* pada saat pelatihan. Pada gambar 2. diperlihatkan contoh gambar cat, dog dan fox.



Gambar 2. Citra Jenis Hewan (a) Cat (b) Dog (c) Fox

3.2. Augmentasi Citra Jenis Hewan

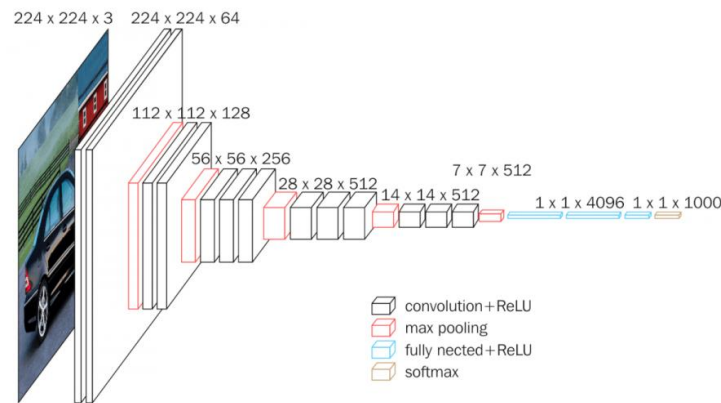
Citra diubah ukurannya menjadi 244x244 piksel untuk menyesuaikan dengan kebutuhan arsitektur VGG16, kemudian Augmentasi citra diimplementasikan pada pelatihan agar dapat meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data yang baru, fungsi *ImageDataGenerator* dari keras digunakan untuk melakukan bermacam transformasi dari citra, yang pertama dilakukan rescaling yaitu normalisasi ukuran piksel menjadi rentang 0-1, selanjutnya dilakukan rotation dengan memutar gambar hingga ± 25 derajat, menggeser gambar secara horizontal dan vertikal sebanyak 20%, memperbesar ukuran gambar maksimal 20%, mengubah pencahayaan, membalik gambar ke kiri dan kanan, dan mengisi area piksel yang kosong setelah transformasi dengan piksel terdekat. Selain itu tujuan dari augmentasi data adalah agar menambahkan variasi gambar tanpa harus menambahkan data baru secara manual. Gambar 3 menampilkan hasil citra yang telah dilakukan augmentasi rotasi, pergeseran, perbesaran, perubahan kecerahan dan *flip horizontal*.



Gambar 3. Contoh citra yang telah diaugmentasi

3.3. Transfer Learning VGG16

Tahap *transfer learning* menggunakan model VGG16, yang telah dilatih sebelumnya pada dataset *ImageNet*, sebagai model dasar. *Transfer learning* memanfaatkan pengetahuan model yang sudah ada, mengurangi waktu pelatihan, dan memungkinkan pelatihan yang lebih cepat pada dataset yang lebih kecil.



Gambar 4. Arsitektur VGG16

Langkah ini juga melibatkan *fine-tuning*, menghilangkan beberapa lapisan untuk mengurangi *overfitting*, menggunakan optimasi Adam, mengubah variabel *learning rate* menjadi 0,0001 dengan jumlah *epoch* sebanyak 25, dan menggunakan fungsi aktivasi *softmax* sebagai fungsi pengklasifikasi dalam *fully-connected layer* untuk mencapai kinerja dan akurasi terbaik.

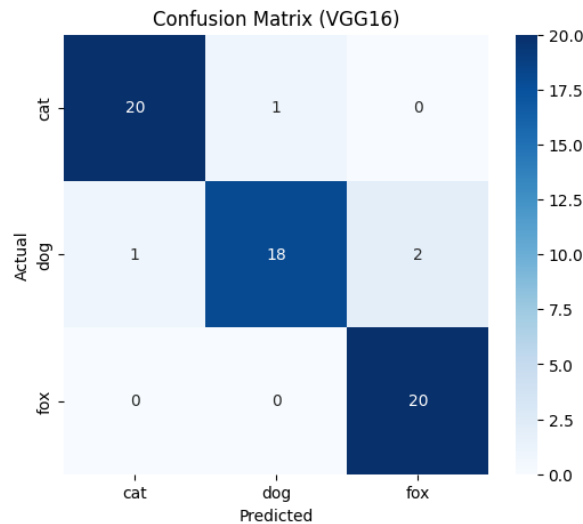


Gambar 5. Matrik model akurasi dan model loss VGG16

Gambar 4 menunjukkan hasil pelatihan dari model VGG16 yang digunakan berhasil mempelajari fitur citra dengan baik, dengan akurasi yang meningkat pada setiap *epoch*. Hal ini mengidentifikasikan bahwasannya model memiliki kemampuan belajar yang tinggi. Pada data validasi juga menunjukkan model mampu melakukan generalisasi data baru dengan baik dengan performma validasi yang stabil pada rentang 88% - 93%.

3.4 Pengujian dan Evaluasi Model VGG16

Pengujian dilakukan menggunakan serangkaian citra hewan sebagai input untuk arsitektur model VGG16. Parameter input arsitektur model yang digunakan dalam studi ini meliputi 8 iterasi, ukuran *batch* 32, 25 *epoch*, dan tiga kelas (cat, dog, dan fox). Data ini digunakan untuk memeriksa akurasi hasil pelatihan dan validasi. Hasil pengujian ditentukan menggunakan matriks konfusi.



Gambar 6. Matrik konfusi model VGG16

Tabel 1. Matrik konfusi model VGG16

Kelas	Precision	Recall	F1-Score	Support
cat	0.95	0.95	0.95	21
dog	0.95	0.86	0.90	21
fox	0.91	1.00	0.95	20
Akurasi	0.94			



Gambar 7. Tampilan hasil prediksi citra hewan

Performa model klasifikasi dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-skor*, yang ditampilkan dalam laporan klasifikasi. Pengujian dilakukan pada set data uji yang berisi 70 gambar yang dibagi menjadi tiga kelas: cat, dog, dan fox.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa akurasi keseluruhan model mencapai 94%, yang berarti 94% dari semua prediksi model sesuai dengan label sebenarnya. Selain itu, nilai akurasi, sensitivitas(*recall*), dan *f1-skor* untuk setiap kelas tergolong tinggi, sebagaimana dijelaskan di bawah ini:

Kelas *Cat* mencapai presisi 0,95, *recall* 0,95, dan *fi-skor* 0,95. Hal ini menunjukkan bahwa model berkinerja sangat baik dalam mengklasifikasikan citra *cat*, baik dari segi akurasi prediksi maupun kemampuan mengenali keseluruhan dataset citra *cat*. Kelas *Dog* mencapai presisi 0,95, *recall* 0,86, dan *fi-score* 0,90. Meskipun presisinya tinggi, *recall* yang sedikit lebih rendah menunjukkan bahwa model tidak dapat mengenali beberapa citra *dog* dan mengklasifikasikannya ke dalam kelas yang berbeda. Hal ini mungkin menunjukkan bahwa karakteristik visual *dog* dalam dataset serupa dengan kelas lain, atau citra *dog* dalam data pelatihan kurang terdiferensiasi. Kelas *Fox* berkinerja sangat baik, mencapai presisi 0,91, *recall* 1,00, dan *fi-score* 0,95. Ingatan sempurna berarti semua gambar *fox* diidentifikasi dengan benar oleh model, meskipun beberapa prediksi rubah masih tidak akurat, seperti yang ditunjukkan oleh nilai akurasi yang sedikit lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode transfer learning menggunakan arsitektur VGG16 yang dikombinasikan dengan metode augmentasi citra memberikan kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan citra tiga kelas: cat, dog, dan fox. Metode augmentasi seperti rotasi, pergeseran posisi, translasi, pembesaran, perubahan kecerahan, dan pembalikan horizontal efektif dalam meningkatkan keragaman data pelatihan, yang memungkinkan model untuk belajar lebih baik dan menghindari *overfitting*. Selama proses pelatihan, model menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan dari *epoch* ke *epoch*, mencapai akurasi validasi maksimum sebesar 93,55% pada akhir pelatihan. Evaluasi lebih lanjut menggunakan laporan klasifikasi menunjukkan bahwa model mencapai akurasi keseluruhan sebesar 94% dengan nilai akurasi, *recall*, dan *f1-score* yang tinggi secara konsisten untuk semua kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa model dapat mengenali citra dengan tingkat akurasi dan ketahanan yang tinggi. Oleh karena itu, pendekatan ini memiliki potensi besar untuk digunakan dalam berbagai sistem klasifikasi citra otomatis yang membutuhkan akurasi tinggi, terutama dalam pengaturan data yang terbatas sesuai dengan data yang digunakan dalam studi ini.

Daftar Rujukan

- [1] M. Murinto, M. Rosyda, and M. Melany, “Klasifikasi Jenis Biji Kopi Menggunakan Convolutional Neural Network dan Transfer Learning pada Model VGG16 dan MobileNetV2,” *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, vol. 7, no. 2, p. 183, Sep. 2023, doi: 10.30595/jrst.v7i2.16788.
- [2] R. Sapitri, “Klasifikasi Data Obat menggunakan Algoritma Naïve Bayes di Rumah Sakit Umum Daerah,” *Jurnal Pustaka AI (Pusat Akses Kajian Teknologi Artificial Intelligence)*, vol. 4, no. 2, pp. 53–57, Aug. 2024, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v4i2.757.
- [3] N. Wangsa Kencana and R. Umar, “JIP (Jurnal Informatika Polinema) Implementasi Transfer Learning Untuk Klasifikasi Jenis Ras Ayam Menggunakan Arsitektur MobileNetV2,” no. 11, Feb. 2025.
- [4] A. S. Riyadi, I. P. Wardhani, D. S. Widayati, and K. Kunci, “KLASIFIKASI CITRA ANJING DAN KUCING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *Universitas Gunadarma Jl. Margonda Raya No*, vol. 5, no. 1, p. 12140, 2021.
- [5] D. Santosa, I. Fauzi, R. K. Muslim, and T. Muhaziz, “Penggunaan Transfer Learning dalam Klasifikasi Kanker Prostat,” 2024, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jriin>
- [6] A. A. Siddiqui and C. Kayte, “Transfer Learning for Mosquito Classification Using VGG16,” 2023, pp. 471–484. doi: 10.2991/978-94-6463-196-8_36.
- [7] M. T. A. Syech Ahmad and B. Sugiarto, “Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) untuk Klasifikasi Ikan Cupang Berbasis Mobile,” *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 712–723, Dec. 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3245.
- [8] D. Ramayanti, D. Asri, and L. Lionie, “Implementasi Model Arsitektur VGG16 dan MobileNetV2 Untuk Klasifikasi Citra Kupu-Kupu,” *JSAI: Journal Scientific and Applied Informatics*, vol. 5, no. 3, 2022, doi: 10.36085.
- [9] E. Prasetyo, R. Purbaningtyas, R. Dimas Adityo, E. T. Prabowo, A. I. Ferdiansyah, and P. Korespondensi, “PERBANDINGAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI KESEGERAN IKAN BANDENG PADA CITRA MATA A COMPARISON OF CONVOLUTION NEURAL NETWORK FOR CLASSIFYING MILKFISH’S FRESHNESS ON EYE IMAGES,” vol. 8, no. 3, pp. 601–608, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184369.
- [10] I. Riski, K. Putra, C. Sri, and K. Aditya, “Klasifikasi Citra Burung Cendrawasih Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *REPOSITOR*, vol. 7, no. 2, pp. 189–198, 2025.
- [11] Rismiyati and A. Luthfiarta, “VGG16 Transfer Learning Architecture for Salak Fruit Quality Classification,” *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 18, no. 1, pp. 37–48, 2021, doi: 10.31515/telematika.v18i1.4025.
- [12] W. Chen *et al.*, “A fusion of VGG-16 and ViT models for improving bone tumor classification in computed tomography,” *J Bone Oncol*, vol. 43, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.jbo.2023.100508.

-
- [13] W. Juslan and A. H. Muhammad, “Evaluasi Kinerja Metode Peningkatan Kontras (CLAHE & HE) pada Klasifikasi Ras Kucing menggunakan VGG16,” *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 246–255, Apr. 2025, doi: 10.29408/edumatic.v9i1.29578.
- [14] F. B. Laksono, “Deteksi penyakit tanaman dengan convolution neural network: Kombinasi arsitektur VGG16 dan ResNet34 untuk klasifikasi daun,” *JURNAL KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, vol. 2, no. 2, Jul. 2024, doi: 10.26714/jkti.v2i2.13932.
- [15] D. Ma and H. Song, “Performance analysis and comparison of cat and dog image classification based on different models,” *Applied and Computational Engineering*, vol. 41, no. 1, pp. 197–201, Feb. 2024, doi: 10.54254/2755-2721/41/20230743.
- [16] T. Jajodia and P. Garg, “Image Classification – Cat and Dog Images,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 06, no. 12, pp. 818–833, Dec. 2019, doi: 10.1007/978-3-319-10590-1_53.
- [17] Z. Wang, Y. Hou, Y. Li, and Y. Liu, “Research on cat and dog recognition based on several CNN models,” in *Proceedings Volume 12456, International Conference on Artificial Intelligence and Intelligent Information Processing (AIIIP 2022)*, Qingdao, China: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE), Nov. 2022.
- [18] S. Saifullah *et al.*, “Nondestructive Chicken Egg Fertility Detection Using CNN-Transfer Learning Algorithms,” *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 9, no. 3, pp. 854–871, Sep. 2023, doi: 10.26555/jiteki.v9i3.26722.
- [19] Ety Sutanty, Maukar, Dina Kusuma Astuti, and Handayani, “Penerapan Model Arsitektur VGG16 Untuk Klasifikasi Jenis Sampah,” *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 407–419, Sep. 2023, doi: 10.51454/decode.v3i2.331.
- [20] M. Iqbal Burhanuddin, A. Syaifullah, S. Adeka Putra Jaya, M. Gabriel Somoal, and U. Muhammadiyah HAMKA, “Analisis Komparatif Model MobilenetV1 Dan EfficientnetB0 Dalam Klasifikasi Citra Empat Musim Menggunakan Transfer Learning.”