

Penggunaan Algoritma CNN untuk Mengidentifikasi Jenis Anjing Menggunakan Metode Supervised Learning

¹ Rini Andriani, ² Rizki Risdah Sitorus, ³ Samuel Anaya Putra Zai, ⁴ Yesika Syalomi Pasaribu

¹⁻⁴ Universitas Negeri Medan, Program Studi Ilmu Komputer

¹ riniandriani907@gmail.com, ² rizkirisdahs@mhs.unimed.ac.id, ³ samuellanayaputra.zai@gmail.com, ⁴ yesikaunimed@gmail.com

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia

Korespondensi penulis: riniandriani907@gmail.com

Abstract. This research aims to build a Convolutional Neural Network (CNN) model to classify 5 popular types of dogs, namely Siberian Huskies, Samoyeds, Dalmatians, Schnauzers and Bull Terriers based on digital images. The supervised learning method is used with a dataset of 250 images consisting of 50 images per class. 90% training data and 10% test data. The best CNN model produced 72% accuracy in classifying the five types of dogs. These results show that CNN is quite reliable in recognizing the visual differences of each dog breed, although it still needs to improve the quality of the training data.

Keywords: Convolutional Neural Network, Dog Classification, Supervised Learning.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan membangun model Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasi 5 jenis anjing populer yaitu Siberian Husky, Samoyed, Dalmatians, Schnauzer dan Bull Terrier berdasarkan citra digital. Metode supervised learning digunakan dengan dataset 250 gambar yang terdiri dari 50 gambar tiap kelas. Data latih sebanyak 90% dan data uji 10%. Model CNN terbaik menghasilkan akurasi 72% dalam mengklasifikasi kelima jenis anjing. Hasil ini menunjukkan CNN cukup handal mengenali perbedaan visual masing-masing ras anjing meski masih perlu peningkatan kualitas data latih.

Kata kunci: Convolutional Neural Network, Klasifikasi Anjing, Supervised Learning.

LATAR BELAKANG

Anjing telah menjadi hewan peliharaan populer di seluruh dunia sejak ribuan tahun yang lalu. Tercatat lebih dari 300 ras anjing telah diidentifikasi dengan beragam bentuk tubuh, ukuran, warna bulu, dan sifat (Coren, 2013). Identifikasi ras anjing secara manual dapat menjadi tantangan karena banyaknya variasi yang ada. Oleh karena itu, penerapan algoritma machine learning menjadi solusi yang menjanjikan untuk otomatisasi proses klasifikasi jenis anjing. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang sangat sesuai untuk pengenalan pola pada data gambar. CNN mampu secara otomatis mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar input dan memetakannya pada label kelas tertentu (Albawi, Mohammed, & Al-Zawi, 2018). Beberapa penelitian terdahulu telah berhasil menerapkan CNN untuk identifikasi jenis kucing, burung, dan hewan lainnya (Alberto & Hermanto, 2023; Azahro Choirunisa, Karlita, & Asmara, 2021), namun penerapan CNN untuk klasifikasi ras anjing masih belum banyak dilakukan.

Received Oktober 13, 2023; Revised November 02, 2023; Accepted Desember 07, 2023

* Rini Andriani, riniandriani907@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan melatih model CNN dalam mengidentifikasi 5 ras anjing populer, yaitu Siberian Husky, Samoyed, Dalmatians, Schnauzer, dan Bull Terrier menggunakan metode supervised learning. Pemilihan 5 ras ini didasarkan pada popularitasnya sebagai hewan peliharaan. Dataset yang digunakan terdiri dari 50 gambar masing-masing kelas yang diambil dari berbagai sumber dengan variasi background, pose tubuh anjing, dan pencahayaan. Beberapa teknik augmentasi data juga akan diterapkan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model CNN yang dibangun. Setelah proses pelatihan, performa klasifikasi dan akurasi model akan dievaluasi menggunakan data uji. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada bidang identifikasi jenis hewan menggunakan machine learning terutama ras anjing yang populer sebagai hewan peliharaan. Hasil penelitian juga berpotensi dikembangkan menjadi aplikasi otomatis untuk mendukung pemilik, petshop, dan dokter hewan dalam mengenali ras anjing.

KAJIAN TEORITIS

Penelitian yang dilakukan oleh (Lauw, Santoso, & Intan, 2020) menyoroti pentingnya pemeliharaan anjing dan kebutuhan perawatan yang harus dipertimbangkan, termasuk makanan, perawatan, dan kebersihan lingkungan. Untuk membantu dalam pemeliharaan anjing, diciptakan aplikasi Android yang mampu mengidentifikasi jenis anjing berdasarkan gambar yang diberikan. Metode yang digunakan adalah You Only Look Once (YOLO) untuk mendeteksi objek anjing dalam gambar, kemudian gambar tersebut diproses oleh Convolutional Neural Network untuk identifikasi jenis anjing. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil identifikasi dari CNN sangat tergantung pada prediksi dari YOLO karena inputnya berasal dari sana. YOLO memiliki kelemahan dalam mendeteksi boneka anjing dan bulu anjing sebagai objek anjing. Hasil akurasi menunjukkan bahwa YOLO memiliki tingkat akurasi 94,242%, sedangkan tiga model CNN yang digunakan memiliki akurasi masing-masing: Model I (56,400%), Model II (40,000%), dan Model III (50,400%).

Klasifikasi citra hewan peliharaan seperti anjing dan kucing menjadi fokus dalam penelitian ini. Menjaga hewan-hewan ini melibatkan pertimbangan terhadap aspek-aspek seperti pakan, perawatan, dan kondisi lingkungan yang tepat. Dalam konteks ini, dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi yang mampu memberikan informasi terkait jenis anjing dan kucing. Penelitian (Riyadi, Wardhani, Widayati, & Kunci, 2021) menggunakan Convolution Layer untuk mengekstrak fitur-fitur dari gambar. Proses berlanjut ke Pooling Layer yang mengurangi

dimensi spasial gambar setelah proses konvolusi, diikuti oleh Fully Connected Layer yang menghubungkan jaringan dari satu layer ke layer lainnya. Output akhirnya adalah prediksi terhadap gambar-gambar untuk mengelompokkan mereka ke dalam kategori anjing atau kucing. Tingkat akurasi dan presisi sistem klasifikasi dalam mengenali anjing dan kucing mencapai 84,09%.

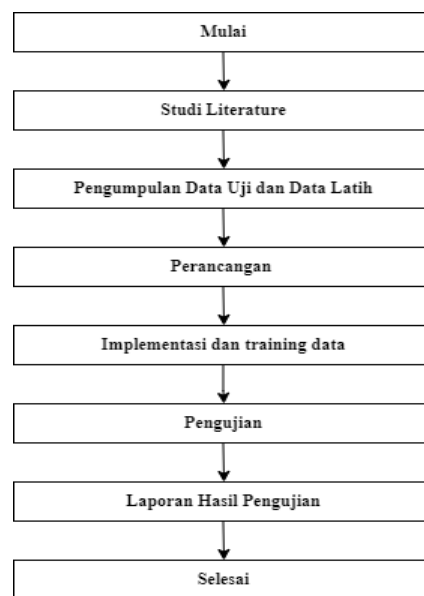
Penelitian (Pratama, Lestari, & Hamzah, 2022) ini menggarisbawahi masalah umum yang dihadapi pengguna dalam mengenali binatang. Seringkali, pengguna hanya mengandalkan buku gambar binatang untuk mempelajari dan mengenali binatang. Namun, hal ini sering membuat pengguna hanya mengenali binatang berdasarkan gambar dan nama tanpa mengenali suara yang dihasilkan oleh binatang tersebut. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi pembelajaran dengan bantuan teknologi Machine Learning, khususnya metode Supervised Learning yang menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dan platform Teachable Machine. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi yang mempermudah pengguna dalam mengenali berbagai jenis binatang, dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses pengembangan aplikasi atau sistem klasifikasi dan pengenalan binatang memerlukan analisis kebutuhan yang matang serta penelitian terhadap aplikasi atau sistem serupa yang telah ada sebelumnya.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Fanny et al., 2023) berfokus pada penerapan Convolutional Neural Network (CNN) dalam pengenalan citra wajah binatang pada bidang Computer Vision. CNN, yang merupakan pengembangan dari Neural Network, menggabungkan teknik konvolusi untuk mengekstraksi fitur dari citra. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma CNN pada dataset berisi 16.130 citra wajah binatang yang terdiri dari tiga kelas: Kucing, Anjing, dan Binatang Liar seperti Singa, Harimau, Hyena, dan Serigala. Tujuan utama adalah untuk mengklasifikasikan citra wajah binatang ke dalam kelas yang sesuai, baik itu kucing, anjing, atau binatang liar yang menyerupai kucing atau anjing. Penelitian ini menyoroti pentingnya proses preprocessing yang tepat pada citra di luar dataset untuk meningkatkan akurasi dalam pengenalan citra binatang. Implementasi yang lebih cermat pada tahap preprocessing dapat membantu meningkatkan kinerja algoritma CNN dalam mengenali citra yang belum pernah dilihat sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Dalam pendekatan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dan metode supervised learning, penelitian ini memanfaatkan gambar hewan anjing sebagai data latih dengan label yang menunjukkan jenisnya. CNN digunakan untuk mengekstrak fitur-fitur spasial dari gambar dengan Convolution Layer dan mereduksi dimensi menggunakan Pooling Layer. Setelahnya, Fully Connected Layer digunakan untuk menghubungkan hasil ekstraksi fitur ke dalam jaringan.

Model ini diawasi dalam prosesnya, di mana output dari Fully Connected Layer digunakan untuk melakukan prediksi jenis anjing. Proses training melibatkan perbandingan antara prediksi model dengan label yang sebenarnya, dan parameter model disesuaikan menggunakan metode supervised learning, seperti gradient descent, untuk meningkatkan akurasi prediksi. Dengan demikian, CNN dengan metode supervised learning dapat mengidentifikasi jenis anjing berdasarkan data gambar yang diberikan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

1. Studi Literatur

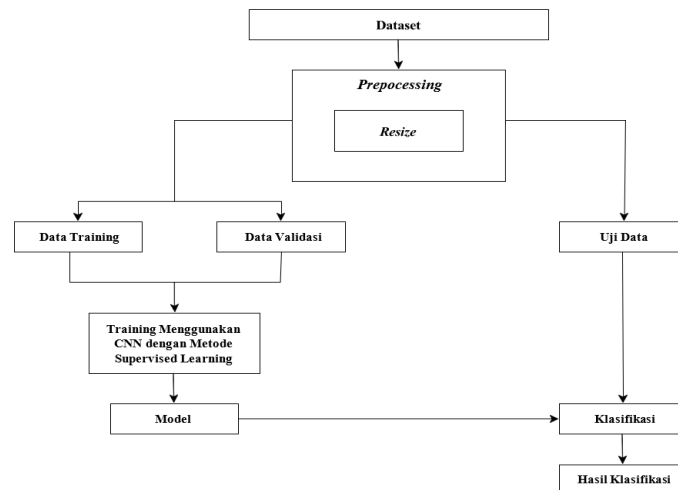
Pada tahapan studi literatur, pencarian dan pembelajaran dilakukan terhadap jurnal-jurnal yang terkait dengan penerapan Convolutional Neural Network (CNN) dalam klasifikasi anjing. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan permasalahan penelitian, dengan harapan dapat memperkuat dasar penelitian ini.

2. Pengumpulan Data Uji dan Data Training

Pada tahapan pengumpulan data uji dan data training ini dilakukan pengumpulan data uji dan data latih, serta data validasi yang berupa dataset jenis anjing sebanyak 5 jenis anjing dengan jumlah total citra sebanyak 250 citra yang dapat dikumpulkan melalui media sosial Dan ukuran citranya di resize menjadi 1:1 serta data set dibagi menjadi 90% data latih , 10% data validasi.

3. Perancangan

Pada tahap perancangan, dilakukan perencanaan penelitian dan pengembangan sistem yang dibutuhkan untuk menjalankan penelitian ini. Metode yang dipilih adalah Convolutional Neural Network dengan pendekatan supervised learning untuk melakukan klasifikasi jenis anjing berdasarkan citra, sebagaimana terlihat dalam gambar.



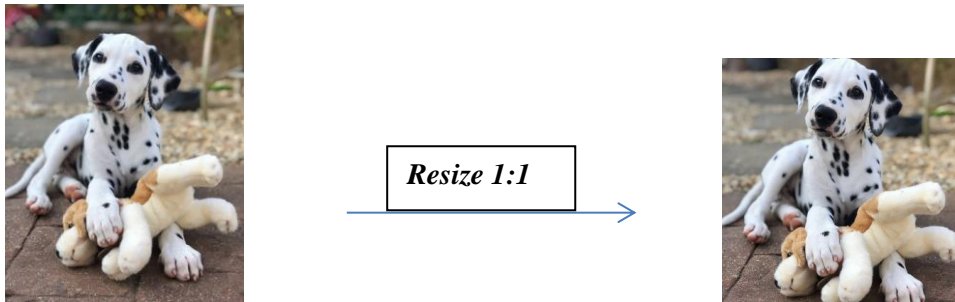
Gambar 2. Perancangan Sistem

- a) Dataset jenis anjing terdiri dari 5 jenis anjing dengan jumlah total dataset sebanyak 250 citra yang terdapat pada Tabel akan dibagi menjadi data latih sebesar 90%, data Validasi sebesar 10% yang dilakukan secara acak. Setelah dibagi jumlah dataset menjadi 225 citra untuk data latih, 25 citra untuk data validasi dengan rincian pembagian ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Rincian Pembagian Data

No	Jenis Anjing	Jumlah Citra	Data Latih	Data Validasi	Data Uji
1	Siberian Husky	50	45	5	3
2	Samoyed	50	45	5	3
3	Dalmatians	50	45	5	3
4	Schnauzer	50	45	5	3
5	Bull Terrier	50	45	5	3
Total	5 Jenis	250	225	25	15

- b) Langkah preprocessing diperlukan untuk mengubah data awal ke dalam format seragam dan memastikan kualitas data yang memadai sebelum digunakan. Proses resize dilakukan karena CNN hanya dapat menerima input dengan ukuran yang seragam. Sebab dataset yang terkumpul memiliki ukuran yang beragam, maka penyesuaian ukuran perlu dilakukan agar menjadi seragam, yaitu 1:1 (Lauw, K. O., Santoso, L. W., & Intan, R. (2020) . Contoh citra yang telah diresize dapat dilihat dalam gambar, dengan citra sebelum diresize pada sisi kiri dan citra setelah diresize pada sisi kanan.



Gambar 3. Re-size Citra

- c) Data Training akan diteruskan menggunakan metode CNN untuk memperoleh parameter dari data latih.
- d) Convolutional layer menerima citra berukuran 1:1 sebagai input dan melakukan operasi dot untuk menghasilkan feature map. Langkah berikutnya adalah ke layer pooling dengan average pooling, yang berfungsi untuk mengurangi dimensi dari feature map. Fully connected layer terdiri dari input layer, hidden layer, dan output layer. Feature map yang dihasilkan dari layer konvolusi akan di-flatten dan digunakan sebagai input untuk fully connected layer.
- e) Data validasi akan digunakan dalam metode CNN untuk menguji dan mengevaluasi hasil dari proses pelatihan.
- f) Setelah melalui tahap training, akan dihasilkan suatu model.
- g) Dalam tahap klasifikasi, mendapatkan jenis ras anjing yang telah terklasifikasi dengan membandingkan hasil dari data latih, data validasi yang telah dikumpulkan.

4. Implementasi

Dalam tahapan implementasi, sistem yang telah dirancang diterapkan. Langkah awal melibatkan proses resize citra menjadi ukuran 1:1. Data latih kemudian akan diklasifikasikan menggunakan CNN dan hasilnya divalidasi dengan menggunakan data validasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam riset ini, tahap awal melibatkan mengimpor beberapa perpustakaan yang dapat melakukan deteksi gambar. Kemudian, dataset digunakan untuk mengelompokkan jenis-jenis anjing. Peneliti kemudian memanfaatkan dataset yang sudah diperoleh untuk mendapatkan data pelatihan dari total data yang terkumpul.

```

Model: "sequential_28"
-----
Layer (type)                Output Shape                Param #
-----
conv2d_84 (Conv2D)          (None, 58, 58, 32)         896
max_pooling2d_84 (MaxPooli  (None, 29, 29, 32)         0
ng2D)
conv2d_85 (Conv2D)          (None, 27, 27, 64)         18496
max_pooling2d_85 (MaxPooli  (None, 13, 13, 64)         0
ng2D)
conv2d_86 (Conv2D)          (None, 11, 11, 128)        73856
max_pooling2d_86 (MaxPooli  (None, 5, 5, 128)          0
ng2D)
flatten_28 (Flatten)        (None, 3200)                0
dropout_28 (Dropout)        (None, 3200)                0
dense_56 (Dense)            (None, 128)                 409728
...
Total params: 503621 (1.92 MB)
Trainable params: 503621 (1.92 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)

```

Gambar 4. Data Modeling

Lalu, tahapan berikutnya adalah membagi dataset menjadi 90% dataset dan 10% dataset masing-masing disimpan pada folder pembagian yang sudah disediakan. Pembagian dilakukan secara acak dengan menggunakan fungsi `splitfolders.ratio()`.

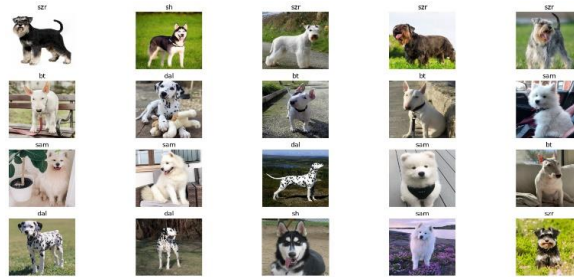
	type	bt	dal	sam	sh	szr	total
0	original	50	50	50	50	50	250
1	train	45	45	45	45	45	225
2	val	5	5	5	5	5	25

Gambar 5. Pembagian dataset

Keterangan :

bt : Bull Terrier
dal : Dalmatian
sh : Siberian Husky
szr : Schnauzer
train : Data latihan
val : Data validasi

selanjutnya adalah menampilkan beberapa data secara acak.

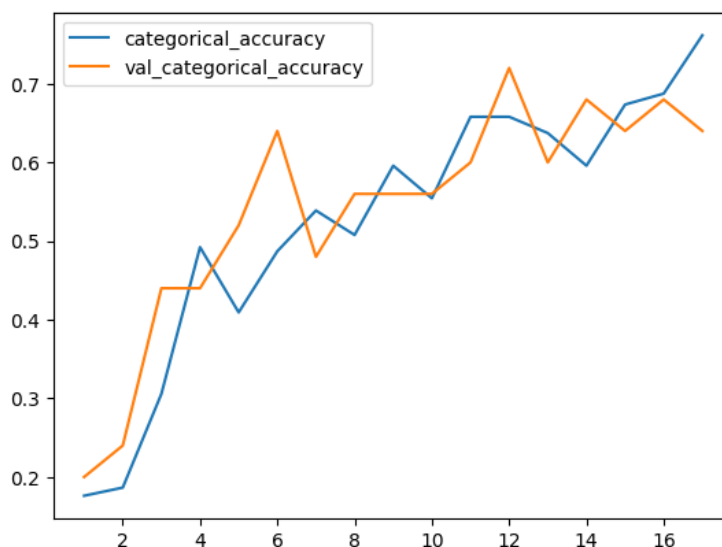


Gambar 6. Tampilan Data Acak

Tahap selanjutnya adalah melakukan preprocessing data. Pada tahap ini citra akan disesuaikan dengan ukuran yang sama yakni 224 piksel x 224 piksel dengan batch size 16, dan class modenyta adalah categorical, karena terdapat 5 class jadi dipakai categorical untuk memproses data dengan jumlah class yang tidak biner.

Kemudian, selanjutnya adalah melakukan pelatihan data dari dataset yang sudah dibagi sebelumnya. Untuk melakukan pelatihan dataset ini terkhusus untuk epoch dan steps per epochnya harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi overfitting dan meningkatkan akurasi data. Perlu dicatat bahwa tingkat keberhasilan dari klasifikasi citra dengan algoritma CNN ini sangat bergantung bada kualitas gambar, preprocessing data dan modeling data.

Pada tahap selanjutnya, dilakukan visualisasi grafik keakuratan sepanjang proses pelatihan hingga data validasi yang diperoleh. Hasil ini bisa berubah kapan pun ketika program dijalankan dan ini adalah salah satu hasil ketika kami menjalankan programnya.



Gambar 7. Visualisasi Grafik Keakuratan

Lalu untuk tahap terakhir adalah dilakukan pengujian model dengan memasukkan beberapa citra gambar dari ke-5 jenis anjing yang sudah disiapkan sebelumnya dan hasilnya adalah sebagai berikut.

	Gambar	Kelas	Prediksi \
0	uji/bt (1).jpeg		bt
1	uji/bt (2).jpg		bt
2	uji/bt (3).jpg		bt
3	uji/dal (1).jpg		dal
4	uji/dal (2).jpg		dal
5	uji/dal (3).jpg		dal
6	uji/sam (1).jpg		sam
7	uji/sam (2).jpg		sam
8	uji/sam(3).jpg		bt
9	uji/sh(1).jpeg		sh
10	uji/sh(2).jpg		sh
11	uji/sh(3).jpeg		sh
12	uji/szr (1).jpeg		szr
13	uji/szr (2).jpeg		szr
14	uji/szr(3).jpg		bt

Gambar 8. Pengujian Model

Keterangan :

bt : Bull Terrier
 dal : Dalmatian
 sh : Siberian Husky
 szr : Schnauzer
 train : Data latih
 val : Data validasi

Yang ditampilkan di sebelah kiri adalah citra gambar yang berupa file jpg/jpeg yang mewakili masing-masing kelas atau jenis anjing yang sedang diprediksi, sedangkan yang disebelah kanan adalah hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model algoritma CNN yang kami latih sebelumnya. Bisa dilihat dari 15 data yang di prediksi oleh model hanya 2 citra yang di prediksi salah yakni, sam(3).jpg dan szr(3).jpg.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa di dapat dari penelitian ini adalah :

1. Aplikasi klasifikasi menggunakan pendekatan CNN diimplementasikan melalui pengujian pada sistem, dan penggunaan aplikasi CNN dioptimalkan untuk mengenali objek yaitu berupa jenis-jenis anjing.
2. Menambahkan dataset untuk pelatihan dengan kualitas gambar yang memadai, melakukan preproses data yang sesuai, dan meningkatkan model untuk mengurangi kecenderungan overfitting.
3. Sistem klasifikasi mencapai tingkat akurasi dan presisi sebesar 72% dalam mengenali citra jenis-jenis anjing.

DAFTAR REFERENSI

- Adrian, H., Louise, V., Daniel, S., & Kumala, I. (2022). Klasifikasi Jenis-Jenis Anjing Menggunakan GoogleNet. *The Journal on Machine Learning and Computational Intelligence (JMLCI)*, 2(1). Retrieved from <https://jmlci.unesa.ac.id/index.php/home/article/view/17>
- Afif, M., Fawwaz, A., Ramadhani, K. N., & Sthevanie, F. (2021). Klasifikasi Ras pada Kucing menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network(CNN). *E-Proceeding of Engineering*, 8(1), 715–730.
- Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2018). Understanding of a convolutional neural network. *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017, 2018-January*, 1–6. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186>
- Alberto, J., & Hermanto, D. (2023). Klasifikasi Jenis Burung Menggunakan Metode CNN DanArsitektur ResNet-50. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 10(3), 34–46. Retrieved from <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/4558>
- Azahro Choirunisa, N., Karlita, T., & Asmara, R. (2021). Deteksi Ras Kucing Menggunakan Compound Model Scaling Convolutional Neural Network. *Technomedia Journal*, 6(2), 236–251. <https://doi.org/10.33050/tmj.v6i2.1704>
- Coren, S. (2013, May). How Many Breeds of Dogs Are There in the World? *Psychology Today*. Retrieved from <https://www.psychologytoday.com/us/blog/canine-corner/201305/how-many-breeds-dogs-are-there-in-the-world>
- Danish Arkansa, S., & Lubis, C. (2023). KLASIFIKASI RAS ANJING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR VGG-16. (*JKSI*) *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 11(1). Retrieved from <https://journal.untar.ac.id/index.php/jiksi/article/view/24078>
- Fanny, D., Permadi, H., Moch, D., Abdullah, Z., Informasi, J. T., Malang, N., ... Abdullah, M. Z. (2023). IMPLEMENTASI PENGENALAN CITRA WAJAH BINATANG DENGAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). *JUTI. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 21(1), 29–39. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v21i1.a1131>
- Iara, P., & Siregar, D. (2022). Identifikasi Jenis Burung Berdasarkan Bentuk Paruh dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 2(4), 144. <https://doi.org/10.47065/jimat.v2i4.178>
- Juwiantho, H., Setiawan, E. I., Santoso, J., Informasi, D. T., Tinggi, S., Surabaya, T., & Ngagel Jaya, J. (2019). Image Sentiment Analysis Menggunakan Deep Convolutional Neural Network Dengan Fitur Konsep. *Departemen Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, FT UGM*, 305–311. Retrieved from https://lppm.istts.ac.id/files/publication/1/Ceyl0Te8y5ucNOyI_QZBnIrNRoSSXjRS.pdf
- Lauw, K. O., Santoso, L. W., & Intan, R. (2020). Identifikasi Jenis Anjing Berdasarkan Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Android. *JURNAL INFRA*, 8(2).

Retrieved from <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/10496>

Leovincen, A. (2023). Klasifikasi Ras Anjing Berdasarkan Citra Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Algoritme*, 3(2), 160–169. <https://doi.org/10.35957/algoritme.xxxx>

Nasution, D. (2023). METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 7(1). <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol7No1.pp54-60>

Nugraha, A. R., Utamingrum, F., & Fitriyah, H. (2021). Sistem Deteksi Hama Babi menggunakan CNN (Convolutional Neural Network) berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(9), 3645–3651. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>

Ode, L., & Sagala, A. S. (2022). Klasifikasi Cats dan Dogs. *Institut Teknologi Bandung*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/363924413>

Peryanto, A., Yudhana, A., & Umar, D. R. (2019). Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal*, 8, 2089–5615. Retrieved from <https://www.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network.html>

Pratama, Y., Lestari, U., & Hamzah, A. (2022). PEMANFAATAN APLIKASI TEACHABLE MACHINE UNTUK PENGENALAN BINATANG MENGGUNAKAN KONSEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). *Jurnal SCRIPT*, 10(1), 10–20. Retrieved from <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/script/article/view/4067>

Putra, R. R., Isa, I. G. T., & Malyan, A. B. J. (2023). *Buku Ajar Pengantar Deep Learning Dalam Pemrosesan Citra*. PT. Nasya Expanding Management. Retrieved from https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=F1a6EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=cnn+jenis+anjing&ots=Yf6fyVEL9X&sig=P9E8SzN_Avj3Wgpm4QIfOJ7b9QI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Riyadi, A. S., Wardhani, I. P., Widayati, D. S., & Kunci, K. (2021). KLASIFIKASI CITRA ANJING DAN KUCING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). *Universitas Gunadarma Jl. Margonda Raya No, 5(1)*, 12140. Retrieved from <https://ejournal.jak-stik.ac.id/files/journals/2/articles/sentik2021/2857/submission/proof/2857-13-1919-1-10-20210902.pdf>

Wolas, N., & Endah, M. H. (2022). Aplikasi Deep Learning Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Burung Famili Accipitridae. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Informatika & Sistem Informasi (SINTaKS)*, 1(1). Retrieved from <https://prosiding-sintaks.respati.ac.id/index.php/sintaks/article/view/3>