

ANALISIS MODEL KLASIFIKASI RAS ANJING DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Tessa Monika Manik¹, Anief Fauzan Rozi²

Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

E-mail Korespondensi : ¹⁾tessaaanic@gmail.com, ²⁾anief@mercubuana-yogya.ac.id

History Artikel

Diterima : 09 Juli 2024 Disetujui : 30 September 2024 Dipublikasikan : 26 Oktober 2024

Abstrak

Setiap ras anjing memiliki sifat dan masalah kesehatan yang berbeda. Penting untuk mengidentifikasi ras anjing untuk memberikan perawatan dan pelatihan yang tepat. Ras anjing di seluruh dunia ada sekitar 399 jenis. Pemilik anjing seringkali kurang memiliki pengetahuan tentang cara merawat anjingnya karena tidak mengetahui secara pasti jenis anjingnya. Penelitian ini mengklasifikasikan 133 jenis ras anjing menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur VGG-16. Dengan total dataset 21.584 citra, yang terdiri dari citra anjing dan citra manusia. Citra diseragamkan menjadi citra RGB dan berukuran 224x224 piksel. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 95.5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN dengan arsitektur VGG-16 mampu mengklasifikasikan ras anjing dengan tingkat akurasi yang tinggi dengan tujuan dapat mengklasifikasikan jenis anjing yang berbeda menggunakan CNN. Jika gambar anjing diberikan maka algoritma akan bekerja untuk menemukan jenis anjing dan fitur kesamaan dalam jenis anjing, dan jika gambar manusia diberikan maka algoritma akan menentukan fitur wajah yang ada pada anjing untuk ditampilkan pada citra manusia. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi peningkatan akurasi dan efisiensi model serta penerapannya dalam skenario dunia nyata.

Kata Kunci: Ras, Anjing, Manusia, Klasifikasi, CNN, VGG-16

Abstract

Each dog breed has different traits and health issues. It is important to identify the dog breed to provide proper care and training. There are approximately 399 dog breeds worldwide. Dog owners often lack knowledge on how to care for their dogs because they do not know the exact breed of their dogs. This study classifies 133 types of dog breeds using the Convolutional Neural Network (CNN) method with VGG-16 architecture. With a total dataset of 21,584 images consisting of dog images and human images. Images are generalized into RGB images and are 224x224 pixels in size. This study yielded in an accuracy of 95.5%. The results of this study show that the CNN model with VGG-16 architecture is able to classify dog breeds with a high level of accuracy with the aim of being able to classify different dog breeds using CNN. If a dog image is given then the algorithm will work to find the dog breed and the similarity of features within the dog breed, and if a human image is given then the algorithm will determine the facial features present in the dog to be displayed on the human image. Further research is needed to explore the potential for improving the accuracy and efficiency of the model and its applicability in real-world scenarios.

Keywords: Breed, Dog, Human, Classification, CNN, VGG-16

How to Cite: Tessa Monika Manik (2024). ANALISIS MODEL KLASIFIKASI RAS ANJING DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). Penerbitan Artikel Ilmiah Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 8 (2): Halaman 1-8

© 2024 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

ISSN 2614-0985 (Print)
ISSN 2614-0977 (Online)

PENDAHULUAN

Anjing adalah hewan peliharaan yang paling umum dan yang paling banyak dimiliki manusia. Ada sekitar 900 juta anjing di dunia, yang 75% hingga 85% di antaranya bukanlah anjing peliharaan melainkan anjing terlantar dan anjing liar (Lescureux & Linnell, 2014). Berdasarkan penemuan fosil dan tes DNA, anjing domestikasi dari serigala abu-abu (*canis lupus*) sejak 15.000 tahun yang lalu atau mungkin 100.000 tahun yang lalu (Vitulová et al., 2018).

Identifikasi karakteristik fisik anjing yang berbeda adalah cara yang tidak rumit dan mudah untuk mengkategorikan ras anjing. Namun, banyak pemilik anjing dan dokter hewan masih berjuang untuk membedakan antara ras murni dan variasi campuran pada ras anjing tertentu (Kriangwanich et al., 2020). Identifikasi ras anjing secara tradisional dilakukan oleh para ahli, tetapi membutuhkan waktu untuk mengevaluasi setiap anjing. Untuk mengklasifikasikan ras anjing, berbagai teknik pemrosesan gambar telah dicoba. Salah satu teknik yang menggunakan citra wajah anjing untuk mengklasifikasikan jenis anjing adalah *CNN*. *Convolutional Neural Network (CNN)* atau yang biasa dikenal dengan jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan *AI (Artificial Intelligence)* dalam bidang keilmuan *soft-computing*. Cara kerja jaringan saraf adalah mengambil alih kemampuan otak manusia untuk menghasilkan rangsangan, menjalankan proses, dan memberikan hasil (Tirtania et al., 2023). Ini adalah salah satu pencapaian utama dari evolusi pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam. *CNN* terdiri dari berbagai *neuron* dengan bias dan bobot pembelajaran yang berbeda (Zein Ersyad et al., 2020). Dalam hal ini, setiap *neuron* menerima beberapa *input* dan melakukan *dot product* atau manipulasi matematis dan memberikan beberapa *output* seperti membedakan antara citra anjing dan manusia. Arsitektur *CNN* berbeda dengan jaringan syaraf lainnya yakni, membantu mengurangi fitur dan membuat jaringan yang ditentukan untuk meningkatkan akurasi (Prasetyawan & Gatra, 2022). *CNN* terbukti efektif dalam menganalisis gambaran visual. *CNN* menggunakan *perceptron multi-layer* dan biasanya memerlukan lebih sedikit pra-pemrosesan dibandingkan dengan algoritma klasifikasi gambar yang lain (Durga Bhavani et al., 2019).

Penelitian ini menggunakan arsitektur *VGG-16*, yang diusulkan oleh *Visual Geometry Group 16 (VGG 16)* di Universitas *Oxford*. Model ini terdiri dari 16 lapisan, 13 lapisan konvolusional dan 3 lapisan *fully-connected*. *VGG-16* memiliki tumpukan lapisan *convolutional* yang diikuti oleh lapisan *max-pooling*, dengan kedalaman yang meningkat secara progresif (Mascarenhas & Agarwal, 2021). Desain ini memungkinkan model untuk mempelajari

representasi hierarkis yang rumit dari fitur visual, yang mengarah pada prediksi yang kuat dan akurat. Meskipun kesederhanaannya dibandingkan dengan arsitektur yang lebih baru, *VGG-16* tetap menjadi pilihan populer untuk banyak aplikasi pembelajaran mendalam karena fleksibilitas dan kinerjanya yang sangat baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arkansa S. & Lubis C. tahun 2023 mengenai "Klasifikasi Ras Anjing Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* Dengan Arsitektur *VGG-16*". Peneliti bertujuan untuk merancang klasifikasi ras anjing yang ditujukan untuk membuat sistem yang dapat mendeteksi anjing dengan menggunakan metode *Mask R-CNN*, yang merupakan kerangka kerja yang secara konseptual sederhana, fleksibel, dan umum untuk *instance segmentation* objek; kemudian, metode *Convolutional Neural Network* digunakan untuk mengklasifikasikan ras anjing berdasarkan bentuk wajah dan bentuk telinga. Model *Mask R-CNN* menghasilkan 63 gambar benar dari 85 gambar. Hasil *cropping* gambar ini akan digunakan untuk menguji model *CNN*.

Dalam penelitian Riyadi A., Wardhani I., Widayati D., dan Susi tahun 2021 dengan judul "Klasifikasi Citra Anjing dan Kucing Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network (CNN)*" membahas tentang proses *pooling layer* yang merupakan proses mengurangi ukuran data gambar dengan tujuan meningkatkan invariansi posisi fitur. Dengan menggunakan operasi *max pooling*, *output* lapisan penggabungan dapat dibagi menjadi beberapa kisi kecil dengan nilai maksimal setiap kisi untuk menyusun matriks gambar yang direduksi. Dengan metode *YOLO* hasil dari penelitian ini mencapai akurasi dan presisi 84,09%.

Penelitian yang dilakukan oleh Kevin Oktovio Lauw, Leo Willyanto Santoso, dan Rolly Intan pada tahun 2020 dengan judul "Identifikasi Jenis Anjing Berdasarkan Gambar Menggunakan *Convolutional Neural Network* Berbasis Android" juga menggunakan model *CNN* dan diteruskan ke bentuk aplikasi android. Hasil pengujian dari deteksi anjing menghasilkan akurasi 93,242% dengan *YOLO*, 50,4% dengan *VGG-16*, dan 40% dengan *AlexNet*.

Bickey Kumar Shah, Aman Kumar, Amrit Kumar di tahun 2020 dalam penelitian yang berjudul "Dog Breed Classifier for Facial Recognition using *Convolutional Neural Networks*" menjelaskan bahwa penelitian ini menggunakan analisis komponen utama untuk mempersingkat fitur-fitur yang paling mirip ke dalam satu kelompok agar mudah mempelajari fitur-fitur tersebut ke dalam *deep neural networks* dengan percobaan yang diusulkan, menggunakan gambar manusia dan gambar anjing. Citra hasil pengujian

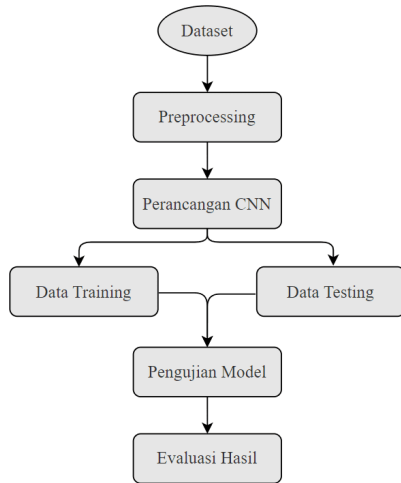
diklasifikasikan sebagai ras anjing sedangkan citra pengujian manusia terdeteksi manusia.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Changqing Wang, Jiayang Wang, Quancheng Du, Xiangyu Yang (2020) dengan judul “*Dog Breed Classification Based on Deep Learning*”, sebagaimana *CNN* yang diketahui menjadi salah satu algoritma representatif dari *deep learning*, yang dibagi menjadi metode satu tahap dan dua tahap. Dua tahap dibagi menjadi dua langkah. Pertama, jendela geser digunakan untuk mendapatkan area kandidat pada gambar, dan kemudian pengklasifikasi digunakan untuk mengidentifikasi target, seperti *R-CNN*, *Fast R-CNN*, dan *Faster R-CNN*.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah laptop *HP Pavilion 14* dengan *processor Intel core i5*, *Ram 8GB*, *Hard disk SSD 512GB*, serta perangkat lunak (*software*) yang digunakan adalah sistem operasi *Microsoft Windows 11*, *text editor Visual Studio Code*, dan bahasa pemrograman *Python*.

Tahapan penelitian memerlukan seperangkat kerangka penelitian dengan langkah-langkah yang jelas seperti proses penyelidikan ilmiah melalui engumpulan data, pengolahan, analisis dan penarikan kesimpulan berdasarkan pendekatan, metode dan teknik tertentu untuk menjawab suatu permasalahan untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian

1. Dataset

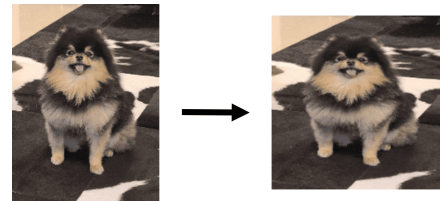
Pengumpulan data sekunder diambil dan diekstrak dari *Kaggle.com*. Ada 133 dataset ras anjing dengan total 8351 citra dan total satu set data manusia sebanyak 13233 citra, sehingga dapat dipergunakan sebagai citra untuk data *training*, data *testing* dan data valid. Untuk rincian dataset anjing bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Dataset Anjing

Ras Anjing	Data Training	Data Testing	Data Valid	Total Citra
Affenpinscher	10	64	10	84
Afghan Hound	10	58	10	78
Airedale Terrier	8	52	8	68
Akita	8	63	8	79
Alaskan Malamute	10	77	10	97
American Eskimo	8	30	8	46
.....
Wirehaired Springer Spaniel	5	30	5	40
Xoloitzcuintli	8	64	8	80
Yorkshire Terrier	8	30	8	46
Total	1070	6211	1070	8351

2. Preprocessing

Pada tahapan *preprocessing* ini, data citra akan diproses dengan bentuk dan warna serupa, persegi dan warna *RGB*. Dengan fungsi `'detectMultiScale'` mengeksekusi pengklasifikasi yang tersimpan di `'face_cascade'` dan mengambil gambar *RGB* sebagai parameter. Kemudian ukurannya diseragamkan menjadi 224 x 224 piksel. Contoh gambar sebelum dan sesudah *resize* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Resize* gambar

3. Perancangan CNN

Dalam tahapan perancangan *CNN* diterapkan 2 *convolution layer* pertama dengan *kernel_size* sebesar 3 dan *stride* 2, hal ini akan menyebabkan *downsize* citra input sebesar setengahnya. Setelah 2 *convolution layers*, lalu *maxpooling* dengan *stride* 2 dilakukan, ini akan menyebabkan perampingan citra input sebesar setengahnya. *Convolution layers* ketiga terdiri dari *kernel_size* sebesar 3 dengan *stride* 1, dan ini tidak akan mengurangi citra input. Setelah *maxpooling* akhir dengan *stride* 2, total ukuran gambar *output* diperkecil dengan faktor 32 dan kedalamannya menjadi 128. Telah diterapkan penurunan 0,3 untuk mencegah *overfitting* (model terlalu cocok dengan data latih sehingga performa pada data baru menurun). Lapisan *fully-connected* ditempatkan dan kemudian lapisan *fully-connected* ke-2 dimaksudkan untuk menghasilkan *output_size* akhir yang memprediksi kelas ras.

Convolutional Layer 1

-*Max pooling*

-*Relu* (fungsi aktivasi)

Convolutional Layer 2

-Max pooling

-Relu

Convolutional Layer 3

-Max pooling

-Relu

-DropOut

Flatten Layer

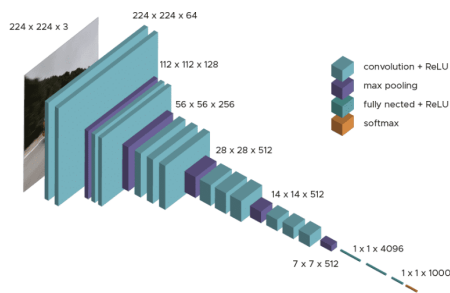
Fully Connected Layer with 500 nodes

-Relu

-DropOut

Fully Connected Layer with n nodes ($n=breed$)

Kemudian dilanjutkan dengan menambahkan arsitektur *VGG-16* yang terdiri dari 16 lapisan konvolusional dan *max pooling* yang dilakukan setelah menggunakan beberapa lapisan konvolusional. Visualisasi arsitektur *VGG-16* dapat kita lihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur *VGG-16*

4. Data Training

Tahapan data *training* dilanjutkan menggunakan metode *CNN* dan arsitektur *VGG-16* yang kemudian

akan mendapatkan parameter yang sesuai untuk lanjut ke tahapan *testing*.

5. Data Testing

Tahapan ini akan menguji model yang telah dilatih terlebih dahulu, untuk mengetahui performa model sudah sesuai dengan loss function yang diinginkan

6. Pengujian Model

Tahapan pengujian model dilakukan untuk memastikan bahwa model sudah sesuai dengan perancangan model. Pengujian bertujuan untuk menguji model yang telah dibuat dengan menggunakan data *testing* yang sudah ada sebelumnya dengan teknik *transfer learning* dan mengumpulkan hasil yang diperoleh setelah tahapan pengujian.

7. Evaluasi Hasil

Tahapan evaluasi hasil ini memastikan bahwa ada hasil dan akurasi yang didapat dari pengujian sebelumnya. Metode yang diterapkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari model penelitian tersebut dengan *Training and Validation Loss/Accuracy* karena tidak memungkinkan memakai *confusion matrix* dengan 133 kelas ras anjing yang telah diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pengujian dilakukan dengan menggunakan citra manusia sebanyak 13233 citra dan 133 ras anjing dengan total 8351 citra. Kemudian dataset dibagi menjadi data *training*, *testing*, dan data valid dengan rasio 60:20:20 untuk semua ras anjing. Pada tahap data *training* telah diterapkan *RandomResizedCrop* & *RandomHorizontalFlip* (hanya pada *train_data*). Ini bertujuan untuk augmentasi gambar dan mengubah ukuran. Augmentasi gambar akan memberikan keacakan pada dataset sehingga mencegah *overfitting* agar kinerja model yang lebih baik ketika memprediksi terhadap *test_data*. Saat digunakan terhadap pengujian model dengan *epoch* sebanyak 10 didapatkan hasil penurunan *validation loss* 4.848841 > 4.030166 yang berarti menurun 0,818675 dan *test_loss* sebesar 4.065408 yang berarti akurasi 11% atau sekitar 118/1070 akurat dan data *training loss* pengujian model berdasarkan 10 *epoch* dapat dilihat pada tabel 2.

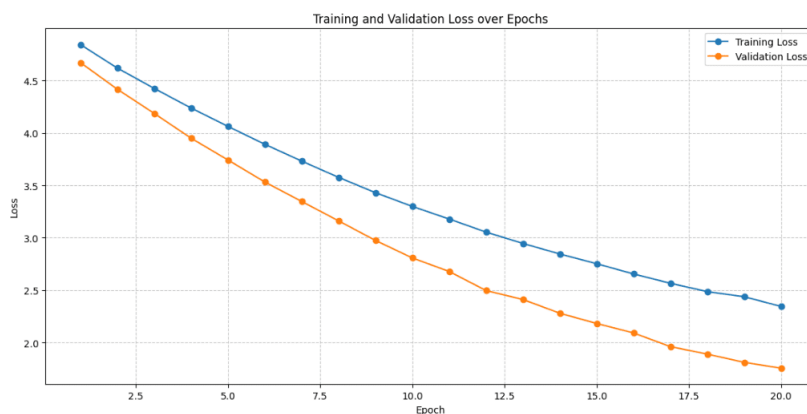
Tabel 2. *Training Loss* dan *Validation Loss* pengujian model

<i>Epoch</i>	<i>Batch 1 Loss</i>	<i>Batch 101 Loss</i>	<i>Batch 201 Loss</i>	<i>Batch 301 Loss</i>	<i>Training Loss</i>	<i>Validation Loss</i>
1	4.889407	4.884941	4.883924	4.879962	4.878617	4.848841
2	4.881692	4.846533	4.826652	4.806383	4.796977	4.679740
3	4.812453	4.673338	4.659352	4.656186	4.648933	4.515749
4	4.208869	4.576493	4.566899	4.577976	4.578270	4.445298
.....
10	4.238279	4.359383	4.234868	4.242243	4.236107	4.030166

Dengan fungsi *torch.utils.data.DataLoader* data *train*, *test*, dan valid akan digunakan sebagai parameter untuk pelatihan, pengujian, dan validasi. Untuk *test_data* hanya dilakukan perubahan ukuran gambar. Karena data valid akan digunakan untuk pemeriksaan validasi, maka tidak akan dilakukan augmentasi gambar.

Pada tahap pengujian dilakukan dengan menerapkan model *VGG-16* yang menggunakan

optimizer *Stochastic Gradient Descent (SGD)* ditambah juga beberapa *batch* dengan *learning rate* 0,001 dan jumlah *epoch* yang digunakan sebanyak 20. Dapat dilihat pada gambar 4 bahwa jika semakin besar jumlah *epoch* dan semakin kecil *learning rate* maka semakin baik tingkat *training loss/accuracy* yang didapatkan (Nurfita & Ariyanto, 2018).



Gambar 4. Grafik *Training* dan *Validation Loss* berdasarkan *Epoch*

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada model arsitektur *VGG-16* setelah ditambahkan optimizer *SGD* atau *Stochastic Gradient Descent* dapat dilihat pada tabel 3. Dari epoch pertama hingga ke-20 terjadi penurunan yang drastis. Penurunan yang terjadi sebesar 2,915025, yang berarti pada pengujian model hampir tidak ada *loss_function* yang terdeteksi. Dan hasil dari pengujian Hasil pengujian Training and Validation Loss/Accuracy sebesar 95.5%

Tabel 3. Training Loss dan Validation loss

Epoch	Batch 1 Loss	Batch 101 Loss	Batch 201 Loss	Batch 301 Loss	Training Loss	Validation Loss
1	4.942086	4.933261	4.892503	4.855796	4.842824	4.670889
2	4.648482	4.681728	4.657939	4.628651	4.618585	4.416733
3	4.513540	4.477543	4.459715	4.432893	4.424646	4.186051
4	4.335400	4.280830	4.266290	4.242785	4.237431	3.949755
5	4.117882	4.109676	4.094633	4.070836	4.062445	3.741909
.....
19	2.309729	2.442907	2.462862	2.444636	2.437249	1.811485
20	2.245950	2.373027	2.360908	2.348086	2.344663	1.755864

Ketika sistem diberikan file gambar jenis anjing tersebut maka model akan bekerja untuk mengambil gambar anjing dan mendeteksinya. Setelah memasukkan gambar prediksi ras dan probabilitas pembulatannya dikelola dan akan menampilkan output sesuai yang diinginkan. Seperti pada gambar 5, setelah memilih gambar anjing sistem akan bekerja dan memberikan hasil prediksinya.



Gambar 5. Hasil deteksi ras anjing

Dan pada gambar ke 6 ketika kita memasukkan gambar manusia, sistem akan bekerja sebagaimana telah dilatih. Ia akan mendeteksi citra wajah manusia dan akan mengklasifikasikannya dengan ras anjing yang terlihat bentuk karakteristik fisiknya sama seperti citra wajah manusia.



Gambar 6. Hasil deteksi manusia

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah diperoleh dari hasil pengujian terhadap model klasifikasi ras anjing dengan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* menggunakan arsitektur *VGG-16*. Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 21.584 citra yang terdiri dari gambar anjing dan manusia, yang diubah menjadi citra *RGB* berukuran 224x224 piksel. Model *CNN* yang diterapkan menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi sebesar 95,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa arsitektur *VGG-16* efektif dalam mengklasifikasikan ras anjing berdasarkan citra visual. Selain itu, penelitian ini juga mengindikasikan bahwa model dapat mendeteksi ciri-ciri wajah manusia dan mencocokkannya dengan karakteristik fisik anjing. Adapun saran demi pengembangan penelitian selanjutnya, mencoba atau membandingkan metode dan arsitektur baru serta melakukan proses *preprocessing* pada dataset yang digunakan dengan cara yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkansa, S. D., & Lubis, C. (2023). KLASIFIKASI RAS ANJING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR VGG-16. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 11(1).
<https://doi.org/10.24912/jiksi.v11i1.24078>
- Durga Bhavani, Dr. D., Quadri, M. H. S., & Ram Reddy, Y. (2019). Dog Breed Identification Using Convolutional Neural Networks on Android. *CVR Journal of Science & Technology*, 17(1), 62–66.
<https://doi.org/10.32377/cvrjst1711>
- Kriangwanich, W., Nganvongpanit, K., Buddhachat, K., Siengdee, P., Chomdej, S., Ponsuksili, S., & Thitaram, C. (2020). Genetic variations and dog breed identification using inter-simple sequence repeat markers coupled with high resolution melting analysis. *PeerJ*, 8, e10215.
<https://doi.org/10.7717/peerj.10215>
- Lauw, K. O., Santoso, L. W., & Intan, R. (2020). Identifikasi Jenis Anjing Berdasarkan Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Android.
<https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/10496>
- Lescureux, N., & Linnell, J. D. C. (2014). Warring brothers: The complex interactions between wolves (*Canis lupus*) and dogs (*Canis familiaris*) in a conservation context. *Biological Conservation*, 171, 232–245.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.032>
- Mascarenhas, S., & Agarwal, M. (2021). A comparison between VGG16, VGG19 and ResNet50 architecture frameworks for Image Classification. *2021 International Conference on Disruptive Technologies for Multi-Disciplinary Research and Applications (CENTCON)*, 96–99.
<https://doi.org/10.1109/CENTCON52345.2021.9687944>
- Nurfita, R. D., & Ariyanto, G. (2018). Implementasi Deep Learning berbasis Tensorflow untuk Pengenalan Sidik Jari. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 22–27.
<https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6236>
- Prasetyawan, D., & Gatra, R. (2022). Model Convolutional Neural Network untuk Mengukur Kepuasan Pelanggan Berdasarkan Ekspresi Wajah. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(3).
<https://doi.org/10.28932/jutisi.v8i3.5493>
- Riyadi, A. S., Wardhani, I. P., Widayati, D. S., & Kunci, K. (2021). Klasifikasi Citra Anjing Dan Kucing Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). *Prosiding SeNTIK*, 5(1), 307–311.
- shah, B. K., Kumar, A., & Kumar, A. (2020). Dog Breed Classifier for Facial Recognition using Convolutional Neural Networks. *2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, 508–513.
<https://doi.org/10.1109/ICISS49785.2020.9315871>
- Tirtania, Y., Nisa', K., & Abidin, Z. (2023). Manajemen Energi Gedung Bertingkat dengan Prediksi Keluaran Daya pada Sistem Photovoltaic menggunakan Neural Network.
<https://doi.org/10.24269/jkt.v7i1.1560>
- Vitulová, S., Voslářová, E., Večerek, V., & Bedáňová, I. (2018). Behaviour of dogs adopted from an animal shelter. *Acta Veterinaria Brno*, 87(2), 155–163.
<https://doi.org/10.2754/avb201887020155>
- Wang, C., Wang, J., Du, Q., & Yang, X. (2020). Dog Breed Classification Based on Deep Learning. *2020 13th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, 209–212.
<https://doi.org/10.1109/ISCID51228.2020.00053>
- Zein Erysyad, M., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2020). Pengenalan Bentuk Tangan dengan Convolutional Neural Network (CNN).