

Klasifikasi *Animals Dataset* Menggunakan Metode *Ensemble* CNN

Laporan Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang



Ernowo Gordon Sukoco Utojo Unus
(201810370311043)

Bidang Minat
(Data Science)

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Klasifikasi *Animals Dataset* Menggunakan Metode *Ensemble CNN*

TUGAS AKHIR

Ernowo Gordon Sukoco Utojo Unus

201810370311043

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Menyetujui,

Malang, 14 November 2023

Dosen Pembimbing 1



Dosen Pembimbing 2



Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.
NIP. 10814100544PNS.

Didih Rizki Chandranegara S.kom., M.Kom
NIP. 180302101992PNS.

LEMBAR PENGESAHAN

Klasifikasi *Animals Dataset* Menggunakan Metode *Ensemble CNN*

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata I
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Ernowo Gordon Sukoco Utojo Unus

201810370311043

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian
pada tanggal 14 November 2023

Menyetujui,

Dosen Penguji I



Wildan Suharso S.Kom., M.Kom
NIP. 10817030596PNS.

Dosen Penguji II



Hardianto Wibowo S.Kom, MT.
NIP. 10816120592PNS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Informatika



Ir. Galih Wasis Wicaksono, S.Kom., M.Cs.
NIP. 10814100541PNS

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ERNOWO GORDON SUKOCO UTOJO UNUS

NIM : 201810370311043

FAK./JUR. : TEKNIK/INFORMATIKA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**KLASIFIKASI ANIMALS DATASET MENGGUNAKAN METODE ENSEMBLE CNN**" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

(Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom.)

Malang, 10 Oktober
mbuat Pernyataan



(Ernowo Gordon S. U. Unus)

ABSTRAK

Klasifikasi *dataset animals* (hewan) berdasarkan citra merupakan tantangan yang menarik dalam dunia pengolahan citra dan pembelajaran mesin. Dalam penelitian ini, mengusulkan metode klasifikasi yang efektif untuk mengidentifikasi citra dalam *dataset* hewan menggunakan pendekatan *Ensemble Convolutional Neural Network* (CNN). Penelitian ini membandingkan kinerja dari *proposed method* model *EfficientNet-B2* dan penggunaan metode *ensemble* dalam mendeteksi jenis hewan. *Dataset* yang digunakan adalah *dataset* citra 10 jenis hewan. Jumlah *dataset* yang diambil adalah 26,179. 20943 untuk pelatihan, 2095 untuk validasi, dan 3141 untuk pengujian. Model dibangun dengan mengimplementasikan *transfer learning* dan *fine tuning* sebanyak lima kali pelatihan dengan menggunakan arsitektur dan parameter yang sama. Pengoptimalan model selanjutnya dilakukan dengan menerapkan metode *ensemble voting* pada lima model yang sudah dilatih. Berdasarkan hasil penelitian, nilai akurasi dari kelima model berturut-turut 97.90%, 97.85%, 97.99%, 98.28%, dan 98.00%. Setelah diterapkan metode *ensemble* dengan melakukan *voting* dari hasil prediksi klasifikasi pada masing-masing model didapatkan hasil akurasi sebesar 98.52%. Berdasarkan hasil, akurasi penelitian ini lebih tinggi dari pada beberapa penelitian sebelumnya dan dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *ensemble voting* pada *proposed method* model *EfficientNet-B2* berhasil dan mampu mengklasifikasikan gambar *dataset* hewan lebih baik daripada klasifikasi tanpa penggunaan metode *ensemble*.

Kata Kunci: Klasifikasi citra, *Convolutional Neural Network*, Hewan, *EfficientNet-B2*, *Ensemble*.

ABSTRACT

Classification animal datasets based on images is an interesting challenge in the world of image processing and machine learning. In this research, we propose an effective classification method for identifying images in animal datasets using the Ensemble Convolutional Neural Network (CNN) approach. This research compares the performance of the proposed method model EfficientNet-B2 and the use of ensemble methods in detecting animal types. The dataset used is an image dataset of 10 types of animals. The number of datasets taken was 26,179. 20943 for training, 2095 for validation, and 3141 for testing. The model was built by implementing transfer learning and fine tuning five times training using the same architecture and parameters. Model optimization was then carried out by applying the ensemble voting method to the five models that had been trained. Based on the research results, the accuracy values of the five models are 97.90%, 97.85%, 97.99%, 98.28%, and 98.00%, respectively. After applying the ensemble method by voting on the classification prediction results for each model, an accuracy result of 98.52% was obtained. Based on the results, the accuracy of this research is higher than in several previous studies and it can be concluded that the use of the ensemble voting method in the proposed method model EfficientNet-B2 is successful and capable of classifying dataset images.

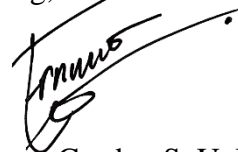
Keywords: *Images Classification, Convolutional Neural Network, Animals, EfficientNet-B2, Ensemble.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua peneliti Bapak Drs. Widji Utojo Unus, M.Si. dan Ibu Renny Poerwanti, S.Pd. yang selalu mendoakan, mendukung perjalanan, dan mengusahakan segalanya untuk penulis.
2. Bapak Ir. Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom. dan Didih Rizki Chandranegara, S.Kom., M.Kom. selaku pembimbing tugas akhir.
3. Bapak Prof. Ilyas Masudin, ST., MLogSCM.Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Galih Wasis Wicaksono, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang.
5. Bapak/Ibu Dosen Prodi Informatika Universitas Muhammadiyah Malang.
6. Seluruh rekan mahasiswa Informatika angkatan 2018, khususnya kelas A atas kebersamaannya selama perkuliahan.
7. Seluruh kawan perjuangan di HMI Komisariat Teknik UMM, PII Malang, FMS-Malang, FKD MANTEK, dan HMIF UMM.
8. Seluruh teman-teman yang ikut kebersamai Farhan Palowa, Hamdy Sulaiman, Kak Hikam Hulwanullah, Dzaky Nuryadin, Abdul Gani Pandengkalu, Abdul Kadir, dan Inggriani Akuba. Terima kasih telah aktif memberikan dukungan dalam pengerjaan penelitian ini.

Malang, 1 November 2023



Ernowo Gordon S. U. Unus

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT., serta shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sehingga dengan ridho dan rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul: **“KLASIFIKASI ANIMALS DATASET MENGGUNAKAN METODE ENSEMBLE CNN”**.

Didalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi penggunaan metode klasifikasi yang efektif untuk mengidentifikasi citra dalam *dataset* hewan menggunakan pendekatan *Ensemble Convolutional Neural Network* (CNN). Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi persyaratan agar menerima gelar sarjana di Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 1 November 2023



Ernowo Gordon S. U. Unus

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERSETUJUAN	6
KATA PENGANTAR	9
DAFTAR ISI	11
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Cakupan Masalah	5
BAB II	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Klasifikasi.....	7
2.3 Konsep Model CNN	8
2.4 EfficientNet	10
2.5 Transfer Learnig	12
2.6 Ensemble	12
2.7 Pengukuran Performa.....	13
BAB III	14
3.1 Pengumpulan Data.....	14
3.2 Mengolah Data	15
3.3 Model.....	15
3.4 Ensemble	17
3.5 Skenario Pengujian.....	17
BAB IV	19
4.1 <i>Augmentasi</i> Data.....	19
4.2 Pengujian Model.....	19
4.3 Evaluasi Model.....	22

4.4	Ensemble	26
4.5	Evaluasi <i>Ensemble</i>	27
4.6	Perbandingan Hasil.....	30
BAB V	32
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33

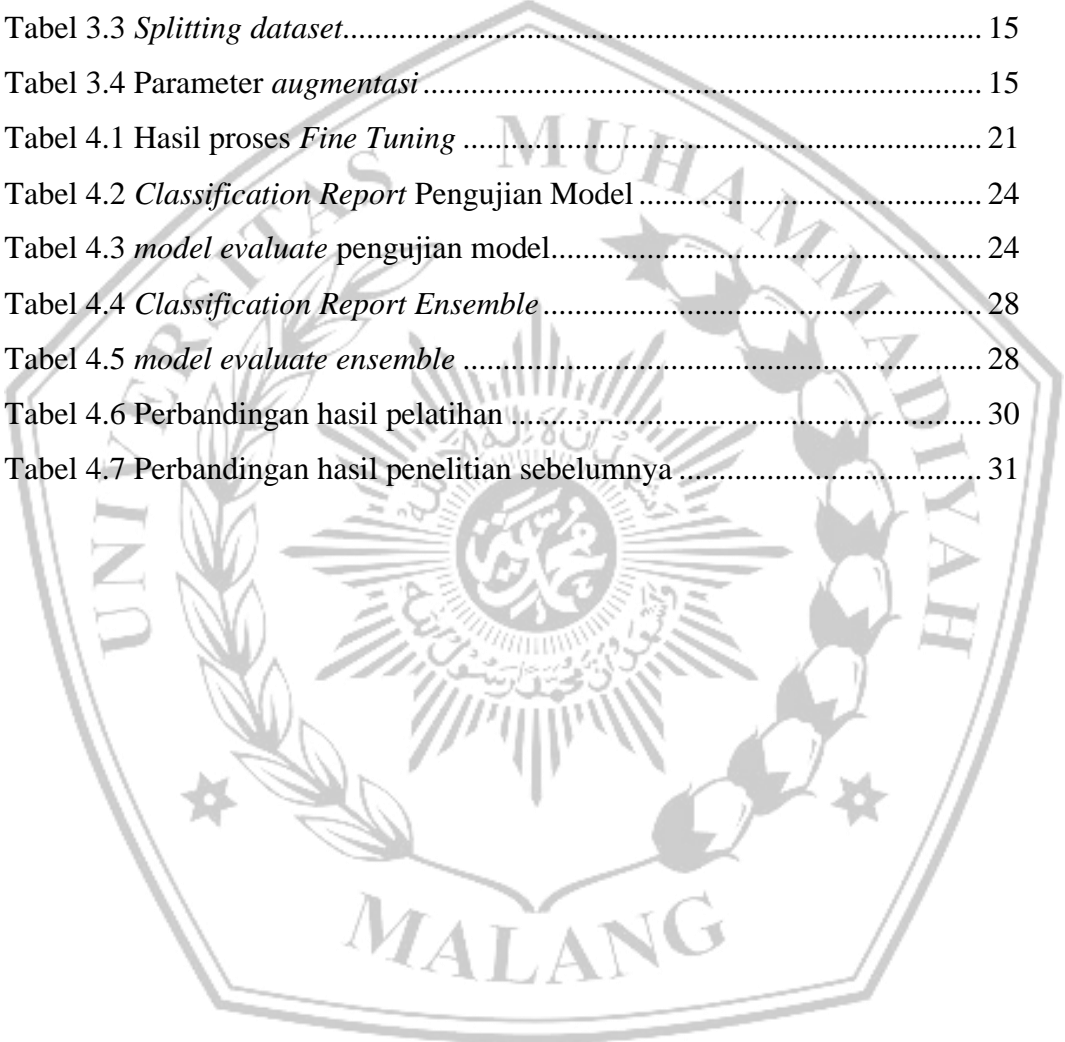


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses operasi konvolusi[12].	9
Gambar 2. 2 Proses polling[12].	9
Gambar 2.3 Model-model CNN [4].	10
Gambar 3.1 Alur pengembangan model	16
Gambar 3.2 Arsitektur <i>ensemble</i> yang diusulkan	17
Gambar 4.1 <i>Source code</i> membangun model <i>EfficientNet-B2</i>	20
Gambar 4.2 <i>Source code</i> parameter <i>Transfer Learning</i>	20
Gambar 4.3 <i>Source code pretrained_model.layers</i>	21
Gambar 4. 4 grafik Pm_1 <i>TL</i> , (b) grafik Pm_2 <i>TL</i> , (c) grafik Pm_3 <i>TL</i> , (d) grafik Pm_4 <i>TL</i> , dan (e) grafik Pm_5 <i>TL</i>	23
Gambar 4.5 (a) plot CM Pm_1, (b) plot CM Pm_2, (c) plot CM Pm_3, (d) plot CM Pm_4, dan (e) plot CM Pm_5	26
Gambar 4.6 <i>Source code ensemble</i>	27
Gambar 4.7 plot <i>confusion matrix ensemble</i>	29
Gambar 4.8 Uji coba prediksi citra <i>dataset</i>	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian-penelitian terdahulu	6
Tabel 2.2 Jenis dan jumlah <i>Layer EfficientNet</i>	11
Tabel 2.3 Jenis dan jumlah <i>Channel EfficientNet</i>	11
Tabel 3.1 Kategori dan jumlah data	14
Tabel 3.2 Sampel citra <i>dataset</i>	14
Tabel 3.3 <i>Splitting dataset</i>	15
Tabel 3.4 Parameter <i>augmentasi</i>	15
Tabel 4.1 Hasil proses <i>Fine Tuning</i>	21
Tabel 4.2 <i>Classification Report</i> Pengujian Model	24
Tabel 4.3 <i>model evaluate</i> pengujian model.....	24
Tabel 4.4 <i>Classification Report Ensemble</i>	28
Tabel 4.5 <i>model evaluate ensemble</i>	28
Tabel 4.6 Perbandingan hasil pelatihan	30
Tabel 4.7 Perbandingan hasil penelitian sebelumnya	31



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition," *Proc. IEEE*, vol. 86, no. 11, pp. 2278–2323, 1998, doi: 10.1109/5.726791.
- [2] D. U. N. Qomariah, H. Tjandrasa, and C. Fatichah, "Classification of diabetic retinopathy and normal retinal images using CNN and SVM," *Proc. 2019 Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Syst. ICTS 2019*, pp. 152–157, Jul. 2019, doi: 10.1109/ICTS.2019.8850940.
- [3] T. F. Gonzalez, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks," *ImageNet Classif. with Deep Convolutional Neural Networks*, pp. 1–1432, 2007, doi: 10.1201/9781420010749.
- [4] M. Tan and Q. V. Le, "EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks," *36th Int. Conf. Mach. Learn. ICML 2019*, vol. 2019-June, pp. 10691–10700, 2019.
- [5] S. RIZAL, N. IBRAHIM, N. K. C. PRATIWI, S. SAIDAH, and R. Y. N. FU'ADAH, "Deep Learning untuk Klasifikasi Diabetic Retinopathy menggunakan Model EfficientNet," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 3, p. 693, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.693.
- [6] E. Anggiratih, S. Siswanti, S. K. Octaviani, and A. Sari, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Model Deep Learning Efficientnet B3 dengan Transfer Learning," *J. Ilm. SINUS*, vol. 19, no. 1, p. 75, 2021, doi: 10.30646/sinus.v19i1.526.
- [7] N. A. Sundari *et al.*, "Klasifikasi Jenis Kulit Wajah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Efficientnet -B0 Skin Classification System Using Convolutional Neural Network (CNN)," vol. 8, no. 6, pp. 3180–3187, 2022.
- [8] S. Aras, A. Setyanto, and Rismayani, "Deep Learning Untuk Klasifikasi Motif Batik Papua Menggunakan EfficientNet dan Transfer Learning," *Insect (Informatics Secur. J. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.33506/insect.v8i1.1865.

- [9] W. W. Kusuma, R. R. Isnanto, and A. Fauzi, "ANALISIS PERBANDINGAN MODEL CNN VGG16 DAN DENSENET121 MENGGUNAKAN KERANGKA KERJA TENSORFLOW UNTUK DETEKSI JENIS HEWAN Comparison Analysis of CNN Model VGG16 and DenseNet121 using TensorFlow Framework to Detect Animal Images," vol. 1, no. 4, pp. 141–147, 2023, doi: 10.14710/jtk.v1i4.37009.
- [10] T. K. Ho, "Random decision forests," *Proc. Int. Conf. Doc. Anal. Recognition, ICDAR*, vol. 1, pp. 278–282, 1995, doi: 10.1109/ICDAR.1995.598994.
- [11] M. N. Huda, "Analisa Algoritma Ensemble untuk Deteksi Dini Pasien Pengidap Diabetes," 2022.
- [12] Galang Aji Mahesa, "Klasifikasi Citra Histologi Kanker Payudara Menggunakan Metode Ensemble CNN." 2022.
- [13] Ulfah Nur Oktaviana and Yufis Azhar, "Garbage Classification Using Ensemble DenseNet169," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 6, pp. 1207–1215, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i6.3673.
- [14] N. I. Widiastuti, E. Rainarli, and K. E. Dewi, "Peringkasan dan Support Vector Machine pada Klasifikasi Dokumen," *J. Infotel*, vol. 9, no. 4, p. 416, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i4.312.
- [15] S. Indolia, A. K. Goswami, S. P. Mishra, and P. Asopa, "Conceptual Understanding of Convolutional Neural Network- A Deep Learning Approach," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, pp. 679–688, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.069.
- [16] Y. Tian, "Artificial Intelligence Image Recognition Method Based on Convolutional Neural Network Algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 125731–125744, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3006097.
- [17] T. M. Daun, "330836-Implementasi-Transfer-Learning-Untuk-Ide-D90F6B20," vol. 1, no. 6, pp. 672–679, 2020.
- [18] Z. Wang, R. Chu, M. Zhang, X. Wang, and S. Luan, "An Improved Selective Ensemble Learning Method for Highway Traffic Flow State Identification," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 212623–212634, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3038801.

- [19] D. Xue *et al.*, “An Application of Transfer Learning and Ensemble Learning Techniques for Cervical Histopathology Image Classification,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 104603–104618, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2999816.
- [20] J. Yang and F. Wang, “Auto-Ensemble: An Adaptive Learning Rate Scheduling Based Deep Learning Model Ensembling,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 217499–217509, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041525.
- [21] L. Thomas *et al.*, *Pre-screening Systems for Early Disease Prediction, Detection, and Prevention*, vol. i, no. October. 2018.
- [22] R. S. Yuwana, F. Fauziah, A. Heryana, D. Krisnandi, R. B. S. Kusumo, and H. F. Pardede, “Data Augmentation using Adversarial Networks for Tea Diseases Detection,” *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 20, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.14203/jet.v20.29-35.
- [23] A. E. Wijaya, W. Swastika, and O. H. Kelana, “Implementasi Transfer Learning Pada Convolutional Neural Network Untuk Diagnosis Covid-19 Dan Pneumonia Pada Citra X-Ray,” *Sainsbertek J. Ilm. Sains Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–15, 2021, doi: 10.33479/sb.v2i1.125.
- [24] J. Yosinski, J. Clune, Y. Bengio, and H. Lipson, “How transferable are features in deep neural networks?,” *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, vol. 4, no. January, pp. 3320–3328, 2014.



FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Ernowo Gordon Sukoco Utojo Unus
 NIM : 201810370311043
 Judul TA : *Klasifikasi Animals Dataset Menggunakan Metode Ensemble CNN*

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	10%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	15%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	11%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	9%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	5%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	16%

*) Hasil cek plagiarism diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,
 Pemeriksa (Staff TU)



(.....deny.....)

