

**SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT (LESI) MENGGUNAKAN
TEKNIK PENGOLAHAN DIGITAL DAN PEMBELAJARAN
MENDALAM**

SKRIPSI



**Oleh
Edwin Gusando
09011282025046**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT (LESI) MENGGUNAKAN TEKNIK PENGOLAHAN DIGITAL DAN PEMBELAJARAN MENDALAM

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

EDWIN GUSANDO

09011282025046

Indralaya, 6 Januari 2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



Sutarno, S. T., M.T.
NIP. 197811012010121003

AUTHENTICATION PAGE

SKIN DISEASE (LESI) CLASSIFICATION SYSTEM USING DIGITAL PROCESSING AND DEEP LEARNING TECHNIQUES

SKRIPSI

Submitted To Complete One Of The Requirements For
Obtaining A Bachelor's Degree in Computer Science

By :



EDWIN GUSANDO

09011182025006

Indralaya, 6 January 2025


Acknowledge,

Head Of Computer System
Departement



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Final Project Advisor



Sutarno, S. T., M.T.
NIP. 197811012010121003

HALAMAN PERSETUJUAN

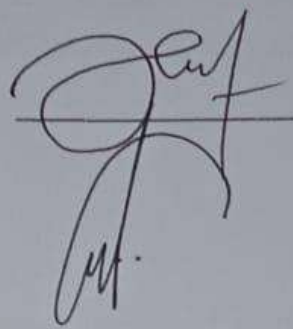
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

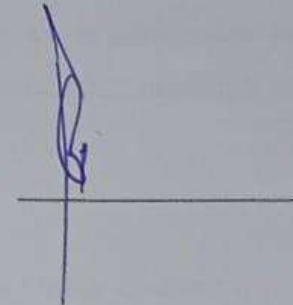
Tanggal : 6 Desember 2024

Tim Penguji :

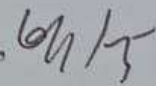
1. Ketua : Ahmad Fali Oklilas, M.T



2. Penguji : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T



3. Pembimbing : Sutarno, S. T., M.T.

Mengetahui, 

Ketua Jurusan Sistem Komputer




Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini :

Nama : Edwin Gusando
NIM : 09011282025046
Judul : SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT (LESU)
MENGUNAKAN TEKNIK PENGOLAHAN DIGITAL
DAN PEMBELAJARAN MENDALAM

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 7%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, 6 Januari 2025
Penulis,



Edwin Gusando
NIM.09011282025046

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit (Lesi) Menggunakan Teknik Pengolahan Digital dan Pembelajaran Mendalam". Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah memberikan kontribusi besar dalam berbagai bidang, termasuk di dunia medis. Salah satu aplikasi teknologi terkini yang menjadi sorotan adalah penggunaan teknik pengolahan citra digital dan pembelajaran mendalam dalam bidang diagnostik medis. Teknik ini diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih cepat dan akurat dalam mengidentifikasi serta mengklasifikasi berbagai jenis penyakit kulit, khususnya lesi kulit.

Melalui penelitian ini, penulis berupaya mengembangkan sistem yang dapat membantu para tenaga medis dalam melakukan klasifikasi penyakit kulit secara lebih efektif dan efisien. Sistem yang dibangun ini menggabungkan berbagai teknik pengolahan citra dan algoritma pembelajaran mendalam untuk menganalisis gambar lesi kulit dan memberikan diagnosis yang tepat.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penelitian ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah subhanahu wata'ala yang sudah memberikan berkah dan kesehatan kepada penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
2. Kedua Orang Tua tercinta yang sudah membesarkan dengan penuh kasih sayang dan terimakasih untuk segala doa, motivasi dan dukungannya baik moril, materil maupun spiritual selama ini.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Sutarno, S. T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir untuk penulis yang telah berkenan meluangkan waktunya dalam membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Kak Angga selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus berkas-berkas untuk keperluan Tugas Akhir.
8. Rekan – rekan penulis yang senantiasa membantu dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi.

Penulis menyadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kritik dan saran sangat penting bagi penulis. Akhir kata, semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

*~Ketika dunia ternyata jahat padamu, maka kamu harus menghadapinya,
karena tidak ada seorangpun yang akan menyelamatkanmu jika kamu tidak berusaha~*

Indralaya, __ Januari 2025
Penulis,



Edwin Gusando
NIM. 09011282025046

SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT (LESI) MENGGUNAKAN TEKNIK PENGOLAHAN DIGITAL DAN PEMBELAJARAN MENDALAM

EDWIN GUSANDO

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : ewngsd@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit kulit menyumbang 1,79% dari beban penyakit di dunia. Indonesia, menduduki peringkat ke-3 dari sepuluh penyakit teratas didunia. Pengolahan digital dapat memungkinkan ekstraksi fitur yang lebih baik dari gambar-gambar lesi kulit, sehingga membantu dalam identifikasi pola atau karakteristik yang mungkin sulit dikenali oleh mata manusia. Deep learning telah menunjukkan kemampuan untuk memahami dan memproses data gambar dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan menerapkan deep learning pada data gambar lesi kulit, sistem klasifikasi dapat belajar secara otomatis untuk mengidentifikasi pola-pola yang terkait dengan berbagai lesi kulit. Dalam penelitian ini membahas mengenai model Machine Learning untuk mengklasifikasi gambar lesi kulit dengan menggunakan metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan arsitektur VGG16. Untuk menguji efisiensi implementasi metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan arsitektur VGG16, dataset yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah dataset HAM10000. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model terbaik pada arsitektur MobileNet memperoleh akurasi sebesar 99%, dan model terbaik pada arsitektur VGG16 memperoleh akurasi sebesar 84% pada saat pelatihan.

kata kunci : CNN, MobileNet, VGG16, HAM10000

SKIN DISEASE (LESI) CLASSIFICATION SYSTEM USING DIGITAL PROCESSING AND DEEP LEARNING TECHNIQUES

EDWIN GUSANDO

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science, Sriwijaya

University

Email : ewngsd@gmail.com

ABSTRACT

Skin diseases account for 1.79% of the world's disease burden. Indonesia is ranked 3rd of the top ten diseases in the world. Digital processing can enable better feature extraction from images of skin lesions, thereby aiding in the identification of patterns or characteristics that may be difficult to recognize by the human eye. Deep learning has demonstrated the ability to understand and process image data with a high degree of accuracy. By applying deep learning to skin lesion image data, classification systems can learn automatically to identify patterns associated with various skin lesions. This research discusses the Machine Learning model for classifying skin lesion images using the CNN method with MobileNet architecture and VGG16 architecture. To test the efficiency of implementing the CNN method with the MobileNet architecture and VGG16 architecture, the dataset used in carrying out this research is the HAM10000 dataset. Experimental results show that the best model on the MobileNet architecture obtains an accuracy of 99%, and the best model on the VGG16 architecture obtains an accuracy of 84% during training.

Keywords : CNN, MobileNet, VGG16, HAM10000

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
AUTHENTICATION PAGE.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Batasan masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Sistem klasifikasi penyakit kulit	8
2.3 Pengolahan Digital dan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning).....	8
2.4 Convolutional Neural Network (CNN).....	10
2.5 MobileNet	15
2.6 Visual Geometry Group (VGG).....	18
2.7 Dataset.....	20
2.8 Citra Penyakit Kulit	21
2.9 ReLU.....	21
2.10 Tuning Parameter.....	24
2.11 Machine Learning	25
2.12 Cofusion Matrix	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Dataset.....	28
3.2 Perangkat yang digunakan	31

3.3	Kerangka kerja penelitian	31
3.4	Proses Training dan Validation Metode CNN dengan Arsitektur MobileNet dan VGG 16.....	32
3.5	Analisis hasil penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pre-processing Data	35
4.2	Metode CNN dengan Arsitektur MobileNet dan VGG 16.....	36
4.3	Hasil Arsitektur MobileNet.....	39
4.4	Hasil Arsitektur VGG 16	41
4.5	Model terbaik yang didapat antara Arsitektur MobileNet dan VGG 16.....	43
BAB V PENUTUP		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pooling layer.....	14
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN.....	15
Gambar 2. 3 Arsitektur MobileNet.....	15
Gambar 2. 4 Arsitektur VGG16.	18
Gambar 2. 5 Gambar penyakit kulit.	21
Gambar 3. 1 Dataset HAM10000 dalam format JPG.....	28
Gambar 3. 2 Dataset HAM10000 dalam format CSV.....	29
Gambar 3. 3 Kerangka kerja penelitian.	32
Gambar 3. 4 Proses traning dan validation.....	33
Gambar 4. 1 Jumlah gambar pada data awal dari 7 kelas penyakit.....	35
Gambar 4. 2 Contoh citra yang memiliki duplikat dan tidak memiliki duplikat.....	36
Gambar 4. 3 Struktur pada Arsitektur MobileNet.	37
Gambar 4. 4 Struktur pada Arsitektur VGG 16.....	38
Gambar 4. 5 Grafik accuracy dan validation accuracy dari Arsitektur MobileNet.	40
Gambar 4. 6 Grafik Loss dan Validation Loss pada Arsitektur MobileNet.	40
Gambar 4. 7 Grafik accuracy dan validation accuracy dari Arsitektur VGG16.....	42
Gambar 4. 8 Grafik Loss dan Validation Loss pada Arsitektur VGG16.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.....	6
Tabel 2. Confusion Matrix.	26
Tabel 3. Data awal.....	29
Tabel 4. Jumlah citra yang dijadikan set training setelah dilakukan augmentasi.....	30
Tabel 5. Jumlah data yang dijadikan set validation.....	30
Tabel 6. Jumlah data yang dijadikan set training sebelum dilakukan augmentasi.....	31
Tabel 7. Hasil dari metode CNN dengan Arsitektur MobileNet.....	39
Tabel 8. Hasil dari metode CNN dengan Arsitektur VGG16.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan dan kebersihan pada kulit manusia sangat perlu diperhatikan karena kulit termasuk salah satu bagian tubuh yang paling vital dan merupakan cerminan kesehatan pada kehidupan manusia. Kulit memiliki peranan penting yaitu dapat menjamin kelangsungan hidup dan oleh karena itu manusia harus menjaga kebersihan kulitnya serta peduli dengan kesehatan kulitnya. Efek yang mengerikan dari penyakit kulit dapat menyebabkan infeksi pada kulit yang bisa membahayakan kehidupan manusia [1]. Penyakit kulit menyumbang 1,79% dari beban penyakit di dunia dan belajar membedakan satu kondisi dari kondisi yang lainnya dapat mempermudah kita mendiagnosis dan mengobati kondisi tersebut [2]. Menurut data profil kesehatan Indonesia, pada tahun 2009, penyakit kulit dan jaringan subkutan lainnya menduduki peringkat ke-3 dalam daftar sepuluh penyakit teratas di dunia, dengan jumlah kunjungan pasien rawat jalan mencapai 371.673 dan total kasus sebanyak 247.256. Penyakit kulit sering dianggap sepele karena umumnya tidak berbahaya dan tidak mengancam jiwa [3].

Pengolahan digital dapat memungkinkan ekstraksi fitur yang lebih baik dari gambar-gambar penyakit kulit, sehingga membantu dalam identifikasi pola atau karakteristik penyakit kulit yang mungkin sulit dikenali oleh mata manusia. Dengan katalain, teknologi ini dapat berkontribusi pada pengembangan sistem klasifikasi penyakit kulit yang lebih akurat dan efisien [4]. Deep Learning, khususnya dalam konteks penggunaan jaringan saraf tiruan (neural networks), telah menunjukkan kemampuan untuk memahami dan memproses data gambar dengan tingkat akurasi yang tinggi dan baik. Sistem klasifikasi dapat belajar secara otomatis untuk mengidentifikasi pola-pola yang terkait dengan penyakit kulit dengan menggunakan Deep Learning pada gambar penyakit kulit [5]. Untuk mengekstraksi representasi fitur yang semakin kompleks dari data input, Deep Learning melibatkan penggunaan arsitektur model jaringan saraf tiruan yang terdiri dari banyak lapisan (layer) [6]. Beberapa metode dan arsitektur yang termasuk dalam

deep learning seperti: Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks – ANN) yang terdiri dari; Feedforward Neural Networks (FNN) dan Multilayer Perceptron (MLP)., Jaringan Konvolusi (Convolutional Neural Networks - CNN), Jaringan Rekurensi (Recurrent Neural Networks - RNN), Jaringan Saraf Tiruan Pemrosesan Bahasa Alami (Natural Language Processing - NLP) yang terdiri dari; Transformer, Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU)., Autoencoder yang terdiri dari; Variational Autoencoder (VAE) dan Denoising Autoencoder., Generative Adversarial Networks (GAN), Transfer Learning yang terdiri dari; Fine-tuning dan Pre-trained Models., Reinforcement Learning (RL) terdiri dari; Deep Q-Networks (DQN) [6]. CNN adalah salah satu metode deep learning yang merupakan pengembangan dari MLP, dirancang khusus untuk mengolah data dua dimensi. Jenis jaringan ini termasuk dalam Deep Neural Network, karena sering digunakan dalam pengolahan data seperti citra, suara, dan teks [3].

Menurut penelitian Pham dan kawan-kawan [7], menggunakan Deep CNN dengan Augmentasi Data untuk mengklasifikasikan lesi kulit. Mereka membuat dataset dengan menggabungkan gambar dari berbagai sumber seperti ISBI Challenge, ISIC Archive, dataset PH2. Mereka telah menggunakan InceptionV4 sebagai arsitektur model dan membandingkan hasilnya dengan menggunakan Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) dan Neural Network (NN) sebagai pengklasifikasi untuk memvalidasi pengaruh Augmentasi Data. Akurasi yang dicapai adalah 89% dan itu tidak seberapa. Perbaikan pada kumpulan data dapat membantu mendapatkan akurasi yang lebih baik. Adjobo dan kawan-kawan [8], mengusulkan metode GCNN (Gabor Convolutional Neural Network), yang merupakan kombinasi filter Gabor dan CNN pada gambar dermoskopi. Mereka menggunakan dataset dari arsip gambar ISIC 2019 yang berisi 33.569 gambar dengan 9 kelas. Mereka mendapatkan akurasi 98,11%, 96,39% di kereta dan 95,71%, akurasi 94,02% di set pengujian setelah menerapkan masing-masing GCNN dan CNN. Kumpulan data mereka sangat bagus untuk mencapai akurasi ini. Dengan demikian saya selaku penulis melakukan penelitian ini dengan menggunakan data HAM10000 yang saya ambil dari kaggle yang dimana data tersebut terdiri 10015 citra dermatoskopik dengan ukuran (600 x 450) pxl yang

dirilis oleh Harvard Dataserve. Data ini tersedia untuk umum melalui arsip International Skin Imaging Collaboration (ISIC).

1.2 Tujuan

Berdasarkan hasil review dari beberapa jurnal tujuan dari penelitian yang berjudul "sistem klasifikasi penyakit kulit (lesi) menggunakan teknik pengolahan digital dan pembelajaran mendalam" adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem klasifikasi penyakit kulit (lesi) menggunakan teknik pengolahan digital dan pembelajaran mendalam.
2. Membandingkan metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan VGG16 dalam sistem klasifikasi penyakit kulit (lesi).
3. Mendapatkan model terbaik melalui tuning parameter.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dan dipelajari dari penelitian yang saya lakukan ini adalah:

1. Dapat memahami bagaimana sistem mengenali penyakit kulit menggunakan metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan VGG16.
2. Dapat memahami metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan VGG16.
3. Memberikan opsi tambahan bagi dokter untuk mendeteksi penyakit kulit.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan pokok permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengklasifikasi penyakit kulit dalam meningkatkan akurasi pendeteksian jenis penyakit kulit seperti Melanocytic Nevi, Melanoma, Benign Keratosis-like lesions, Basal cell carcinoma, Actinic keratoses, Vascular lesions, Dermatofibroma.
2. Apakah penggunaan metode CNN dengan arsitektur MobileNet dan VGG16 menggunakan bahasa pemrograman python dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali penyakit kulit (lesi).
3. Mengukur sejauhmana sistem dapat mengenali penyakit kulit seperti Melanocytic Nevi, Melanoma, Benign Keratosis-like lesions, Basal cell

carcinoma, Actinic keratoses, Vascular lesions, Dermatofibroma pada data HAM10000.

1.5 Batasan masalah

Adapun batasan masalah yang akan di analisis dalam pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu HAM 10000, terdiri dari 10015 citra dermatoskopik dengan ukuran 600 x 450 piksel pada 96 DPI dalam format file JPG dan data dengan format file CSV.
2. Sistem ini akan memanfaatkan data visual berupa gambar atau citra lesi kulit dengan ukuran 600 x 450 piksel dalam format file JPG sebagai input utama dan dalam format JPG dan CSV untuk proses klasifikasi, tanpa memasukkan data non-visual, seperti data laboratorium.
3. Penelitian ini akan menggunakan metode deep learning tertentu seperti CNN dengan arsitektur MobileNet dan VGG16, untuk melatih sistem klasifikasi.
4. Penelitian ini akan membatasi pada klasifikasi 7 kelas penyakit kulit yang memiliki manifestasi pada lesi kulit, seperti Melanocytic Nevi, Melanoma, Benign Keratosis-like lesions, Basal cell carcinoma, Actinic keratoses, Vascular lesions, Dermatofibroma.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan langkah-langkah atau struktur umum yang digunakan untuk menyusun laporan penelitian atau makalah ilmiah. Adapun sistematika dalam penelitian tugas akhir ini yaitu, sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yaitu telaah penelitian yang berisi tentang hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Landasan teori berisi tentang teori-teori yang mendasari pembahasan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan apa saja yang digunakan untuk melakukan penelitian ini seperti alat apa saja yang digunakan, teknologi, dan tahapan dalam melakukan penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini akan menampilkan beberapa kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizky Adawiyah and Dadang Iskandar Mulyana, “Optimasi Deteksi Penyakit Kulit Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) dan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM),” *Inf. (Jurnal Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 14, no. 1, pp. 18–33, 2022, doi: 10.37424/informasi.v14i1.138.
- [2] Lohit R. Niharika N Govinda. Pruthvi K. Janhavi V. HL Gururaj, “Facial Skin Disease Detection using Image Processing,” *Int. J. Bioinforma. Intell. Comput.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2023, doi: 10.61797/ijbic.v2i1.207.
- [3] Supirman. Chairisni Lubis. Danu Yulianto, “Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Dengan Arsitektur Vgg16,” *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 135–140, 2023, doi: 10.51876/simtek.v8i1.217.
- [4] Diantarakita. Agus Wahyu Widodo. Muhammad Arif Rahman, “Ekstraksi Ciri pada Klasifikasi Tipe Kulit Wajah Menggunakan Metode Local Binary Pattern,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 8, pp. 7938–7945, 2019.
- [5] Sirawit Saiwaeo. Sujitra Arwatchananukul. Lapatrada Mungmai. Weeraya Preedalikit. Nattapol Aunsri, “Human skin type classification using image processing and deep learning approaches,” vol. 9, no. 11, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e21176.
- [6] Niken Puspitasari. Kristiawan Nugroho. Krishthoporus Hadiono, “Usability of Brain Tumor Detection Using the DNN (Deep Neural Network) Method Based on Medical Image on DICOM,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 8, no. 2, p. 619, 2023, doi: 10.24114/cess.v8i2.48727.
- [7] Pham TC. Luong CM. Visani M. Hoang VD, “CNN Mendalam dan Augmentasi Data untuk Klasifikasi Lesi Kulit,” *Sist. Inf. dan Basis Data Cerdas*, vol. 10752, 2018, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75420-8_54.
- [8] Esther Chabi Adjobo. Amadou Tidjani Sanda Mahama. Pierre Gouton. Joel Tossa, “Proposition of convolutional neural network based system for skin cancer detection,” *Proc. - 15th Int. Conf. Signal Image Technol. Internet*

- Based Syst. SISITS 2019*, pp. 35–39, 2019, doi: 10.1109/SITIS.2019.00018.
- [9] M. P. Satija. and Daniel Martinez-Avila., “Features, Functions and Components of a Library Classification System in the LIS tradition for the e-Environment,” *J. Inf. Sci. Theory Pract.*, vol. 3, no. 4, pp. 62–77, 2015, doi: 10.1633/jistap.2015.3.4.5.
- [10] L. Jhon, Wiley. Sons, “Classification, Overview,” *Encycl. Biostat.*, 2005, doi: 10.1002/0470011815.b2a13007.
- [11] T. KHIMYA S and K. DEEPA H, “Literature Review on Methods of Classification in Pattern Recognition,” *IAPQR Trans.*, vol. 44, no. 1, pp. 85–102, 2019, doi: 10.32381/iapqrt.2019.44.01.5.
- [12] O. Wikaria, Gazali. Haryono, Suparno. Jenny, “PENERAPAN METODE KONVOLUSI DALAM PENGOLAHAN CITRA DIGITAL,” *J. Mat Stat*, vol. 12, no. 2, pp. 103–113, 2012.
- [13] Abdul Raup. Wawan Ridwan. Yayah Khoeriyah. Supiana. Qiqi Yulianti Zaqiah, “Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran,” *JIIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 5, no. 9, pp. 3258–3267, 2022, doi: 10.54371/jiip.v5i9.805.
- [14] Rian Ardianto. Sony Kartika Wibisono, “Analisis Deep Learning Metode Convolutional Neural Network Dalam Klasifikasi Varietas Gandum,” *J. Kolaboratif Sains(JKS)*, vol. 6, no. 12, pp. 2081–2092, 2023, doi: 10.56338/jks.v6i12.4938.
- [15] Muhamad Malik Ibrahim. Reni Rahmadewi. Lela Nurpulaela, “Pendeteksian Nominal Uang Pada Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network: Integrasi Metode Pra-Pemrosesan Citra Dan Klasifikasi Berbasis Cnn,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 2, pp. 1394–1400, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6863.
- [16] Khairul Azmi. Sarjon Defit. Sumijan, “Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat,” *J. Unitek*, vol. 16, no. 1, pp. 28–40, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i1.504.
- [17] Adisaputra Zidha Noorizki. Weny Indah Kusumawati, “Perbandingan Performa Algoritma VGG16 Dan VGG19 Melalui Metode CNN Untuk Klasifikasi Varietas Beras,” *J. Comput. Electron. Telecommun.*, vol. 4, no.

- 2, 2023, doi: 10.52435/complete.v4i2.387.
- [18] Dina Dwi Affifah. Yurika Permanasari. Respitawulan, “Bandung Conference Series: Mathematics Teknik Konvolusi pada Deep Learning untuk Image Processing,” *Bandung Conf. Ser. Math.*, vol. 2, no. 2, pp. 103–112, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.29313/bcsm.v2i2.4527>
- [19] Ajib Susanto. Yupie Kusumawati. Ericsson Dhimas Niagara. Christy Atika Sari, “Convolutional Neural Network Dalam Sistem Deteksi Helm Pada Pengendara Motor,” *Semin. Nas. Teknol. dan Multidisiplin Ilmu*, vol. 2, no. 1, pp. 91–99, 2022, doi: 10.51903/semnastekmu.v2i1.158.
- [20] I Wayan Suartika Eka Putra. Arya Yudhi Wijaya. Rully Soelaiman, “Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Caltech 101,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, p. 76, 2016, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/48842/>
- [21] Jimmy Feriawan. Daniel Swanjaya, “Perbandingan Arsitektur Visual Geometry Group dan MobileNet Pada Pengenalan Jenis Kayu,” *Pros. SEMNAS INOTEK (Seminar Nas. Inov. Teknol.*, vol. 4, no. 3, pp. 185–190, 2020, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/84>
- [22] Harits Abdurrohman. Robih Dini. Arief Purnama Muharram, “Evaluasi Performa Metode Deep Learning Untuk Klasifikasi Citra Lesi Kulit the Ham10000,” pp. 63–68, 2019, doi: 10.5614/sniko.2018.10.
- [23] Muhammad Rafly Alwanda. Raden Putra Kurniawan Ramadhan. Derry Alamsyah, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle,” *J. Algoritm.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [24] Qorry Aina Fitroh. Shofwatul 'Uyun, “Deep Transfer Learning untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi pada Citra Dermoskopi Kanker Kulit,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 12, no. 2, pp. 78–84, 2023, doi: 10.22146/jnteti.v12i2.6502.
- [25] Dany Candra F. Gunawan Wibisono. Maulida Ayu F. Mahazam Afrad, “LEDGER: Journal Informatic and Information Technology Transfer Learning model Convolutional Neural Network menggunakan VGG-16

- untuk Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Hasil MRI,” *Open Access Ledger*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [26] “The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions.”
<https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/DBW86T>
- [27] AnandaEkaPramudit. Muhammad Barkah Akbar, “Absensi Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Dan Euclidean Distance,” vol. 2, no. 2, pp. 616–631, 2024.
- [28] Ibnu Daqiqil Id, “Machine Learning: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python,” 2021, doi: 10.5281/zenodo.5113507.
- [29] Djork-Arne Clevert. Thomas Unterthiner. Sepp Hochreiter, “Fast and accurate deep network learning by exponential linear units (ELUs),” *4th Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2016 - Conf. Track Proc.*, 2016.
- [30] Miftahul Ihsan. Benny Sukma Negara. Surya Agustian, “LSTM (Long Short Term Memory) for Sentiment COVID-19 Vaccine Classification on Twitter,” *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 13, no. 1, pp. 79–89, 2022, doi: 10.31849/digitalzone.v13i1.9950.
- [31] Christian Dwi Suhendra. Ade Chandra Saputra, “Penentuan Parameter Learning Rate Selama Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Menggunakan Algoritma Genetika,” *J. Teknol. Inf. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 202–212, 2020, doi: 10.47111/jti.v14i2.1141.
- [32] Julyan Adi Saputra. Syaeful Anas Aklani, “Analisis Komparasi Algoritma K-Nearest Neighbor Dan Support Vector Machine Dengan Pendekatan Multi Dataset,” *J. Ilm. Betrik*, vol. 13, no. 3, pp. 415–421, 2022.
- [33] Delima Ayu Wulandari. R d Rohmat Saedudin. Rachmadita Andreswari, “Analisis Sentimen Media Sosial Twitter Terhadap Reaksi Masyarakat Pada Ruu Cipta Kerja Menggunakan Metode Klasifikasi Algoritma Naive Bayes,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 9007–9016, 2021, [Online]. Available:
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineerin>

[g/article/view/15883](#)

- [34] Sri Diantika, “Penerapan Teknik Random Oversampling Untuk Mengatasi Imbalance Class Dalam Klasifikasi Website Phishing Menggunakan Algoritma Lightgbm,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 19–25, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6006.