

**PREDIKSI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN
CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)
PADA CITRA MRI**

SKRIPSI



Oleh :

**MUHAMMAD RAMA PUTRA
NIM. 2155201105**

TEKNIK INFORMATIKA

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Muhammad Rama Putra
NIM : 2155201105
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : Prediksi Penyakit Tumor Otak Menggunakan
Convolution Neural Network (CNN) Pada Citra
MRI

Pekanbaru, 17 Desember 2024

Disetujui oleh,
Pembimbing



Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN. 1027109202

Mengetahui,



Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MTA., MCE
NIDN. 1022068803



Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN. 1027109202

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Muhammad Rama Putra
NIM : 2155201105
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : Prediksi Penyakit Tumor Otak Menggunakan
Convolution Neural Network (CNN) Pada Citra MRI

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada 16 Januari 2025
sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer

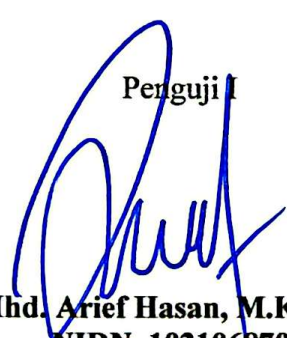
Disetujui dan disahkan oleh :

Dewan Penguji,
Ketua



Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN. 1027109202

Penguji I



H. Mhd. Arief Hasan, M.Kom., MTA
NIDN. 1021068701

Penguji II



Dr. Muhamad Sadar, S.E., M.Kom., MTA.MCF
NIDN. 1030096501

Mengetahui,

Dekan



Dr. Yogi Yuneфри, M.Kom., MTA., MCE
NIDN. 1022068803

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



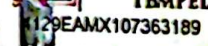
Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN. 1027109202

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Pekalongan, 17 Desember 2024


Nam:  a Putra
NIM : 2155201105

HALAMAN MOTTO DAN ATAU PERSEMBAHAN

Alhamdulillah ‘ala kulli hal kusembahkan rasa syukur kepadamu ya Allah, Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Tinggi. Atas takdirmu, aku bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan harus lebih banyak bersabar dan berlapang dada. Semoga keberhasilan ini menjadi satu satu langkah awal untuk meraih masa depan dan mencapai cita-cita.

Dengan ini saya persembahkan skripsi ini teruntuk kedua orang tuaku dan orang yang aku sayangi. Tanpa doa dan Ridho kalian, belum tentu saya bisa ke titik hingga saat ini. Tak lupa juga saya dedikasikan rasa terima kasih kepada teman seperjuangan, skripsi ini saya mempersembahkannya kepada:

1. Keluarga besar penulis yang telah senantiasa membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini.
2. Terima kasih kepada Ayah saya, Rizal Friandy, yang selalu memberikan dukungan dalam menjalani masa perkuliahan hingga akhirnya penyelesaian skripsi ini. Semoga saya bisa menjadi sumber kebanggaan bagi Ayah saya dan semoga Allah senantiasa melimpahkan berkah kepada beliau.
3. Terima kasih kepada Ibu saya, Elma Widarti, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi disaat saya sedang keadaan terpuruk, mengupayakan segala hal agar saya tetap bisa menyelesaikan pendidikan hingga sampai menempuh Pendidikan sarjana S1 ini. Semoga saya bisa menjadi sumber kebanggaan bagi Ibu saya dan semoga Allah senantiasa melimpahkan berkah kepada beliau.

4. Terima kasih kepada ke-empat Abang saya yaitu: Devrian Perdana, Ardi Pradipta, Rafi Jaya Saputra dan Rifri Paraswiri. yang selalu memberikan dukungan dalam menjalani masa perkuliahan hingga akhirnya penyelesaian skripsi ini.
5. Terima kasih kepada Pak Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA selaku dosen pembimbing saya yang senantiasa memberikan arahan terhadap skripsi saya.
6. Terima kasih juga kepada teman-temanku yang selalu bersedia untuk direpotkan dan menjadi tempat untuk saling mengobrol yaitu: Alif, Abdur, Alam, Farhan, Rafi, Bagus, Vito, Misno, Handrian, Rizky, Ryan, Marco, Jeri, Abi, Ari, Owen, Angga, dan Novri. Semoga kalian senantiasa diberi perlindungan oleh Yang Maha Kuasa dan juga semoga kita bertemu di kehidupan yang lebih daripada ini.
7. Terima kasih juga untuk diri penulis sendiri karena sudah melewati masa-masa yang penuh dengan berbagai keadaan. Semoga penulis bisa lebih kuat untuk menghadapi segala rintangan yang terbentang di kemudian hari.

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul “ Prediksi Penyakit Tumor Otak Menggunakan Convolution Neural Network (CNN) Pada Citra MRI.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Universitas Lancang Kuning dalam rangka meraih gelar sarjana (S1).

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada banyak pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian proposal skripsi ini:

1. Bapak Dr. Yogi Yunepry, M.Kom., MTA., MCE, Dekan Fakultas Ilmu Komputer
2. Bapak Afriansyah, M.Kom, Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer
3. Ibu Lucky Lhaura Van FC, M.Kom, Wakil Dekan II Fakultas Ilmu Komputer
4. Bapak Sutejo, M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer
5. Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA, Kepala Prodi Teknik Informatika yang telah membimbing penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.
6. Kepada seluruh dosen dan staf akademik Fakultas Ilmu Komputer atas dukungan, inspirasi dan pengetahuan yang telah dibagikan selama masa studi.
7. Kepada keluarga penulis, terutama orang tua serta saudara-saudara yang selalu memberikan dukungan moral, doa dan semangat.
8. Kepada teman-teman seperjuangan atas dukungan dan motivasi yang diberikan.

saya menyusun skripsi ini dengan penuh dedikasi dan semangat, dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang deteksi medis. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan metode prediksi tumor otak menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), yang diharapkan mampu membantu proses diagnosa dini secara lebih akurat dan efisien. saya menyadari bahwa keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari dukungan dan kerja sama berbagai pihak, dan dengan rasa syukur, saya mengapresiasi segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Akhir kata, saya mohon maaf jika penelitian ini mengandung kekurangan. saya berharap penelitian ini akan memberikan gambaran yang jelas dan menyeluruh tentang rencana penelitian saya. saya berharap penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Pekanbaru, Selasa 17 Desember 2024

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters 'R' and 'M' followed by a flourish.

Muhammad Rama Putra

PREDIKSI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) PADA CITRA MRI

Muhammad Rama Putra, Yogi Ersan Fadrial
ramaputrafriandy@gmail.com, yogiersan@unilak.ac.id

ABSTRAK

Tumor otak merupakan salah satu penyakit serius yang dapat mengancam jiwa, memerlukan diagnosis dini yang akurat untuk meningkatkan peluang penyembuhan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model deteksi tumor otak menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2, serta membandingkan kinerjanya dengan metode Support Vector Machine (SVM). Dataset yang digunakan terdiri dari 2000 citra MRI 2D otak yang dikategorikan ke dalam kelas non-tumor, glioma, meningioma, dan pituitary. Tahapan penelitian meliputi preprocessing data, pelatihan model CNN dan SVM, serta evaluasi menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1- score. Hasil menunjukkan bahwa CNN dengan MobileNetV2 mencapai akurasi pengujian 94,29%, lebih unggul dibandingkan CNN standar (78,06%) dan SVM (75%). Temuan ini menunjukkan bahwa CNN dengan MobileNetV2 dapat memberikan kontribusi signifikan dalam deteksi tumor otak, mempercepat proses diagnosis, dan meningkatkan akurasi pengambilan keputusan medis.

Kata Kunci: tumor otak, MRI, CNN, MobileNetV2, SVM

BRAIN TUMOR DISEASE PREDICTION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) ON MRI IMAGES

Muhammad Rama Putra, Yogi Ersan Fadrial
ramaputrafriandy@gmail.com, yogiersan@unilak.ac.id

ABSTRACT

Brain tumors are a serious disease that can threaten lives, requiring accurate early diagnosis to improve recovery chances. This study aims to develop a brain tumor detection model using Convolutional Neural Network (CNN) with MobileNetV2 architecture and compare its performance with the Support Vector Machine (SVM) method. The dataset comprises 2000 2D brain MRI images categorized into non-tumor, glioma, meningioma, and pituitary classes. Research stages include data preprocessing, training CNN and SVM models, and evaluation using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. Results showed that CNN with MobileNetV2 achieved a test accuracy of 94.29%, surpassing standard CNN (78.06%) and SVM (75%). These findings demonstrate that CNN with MobileNetV2 can significantly contribute to brain tumor detection, accelerating the diagnostic process and improving the accuracy of medical decision-making.

Keywords: brain tumor, MRI, CNN, MobileNetV2, SVM

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN ATAU PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Tinjauan Penelitian Terdahulu	7
B. Teori Dasar Yang Digunakan.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
A. Tahapan-tahapan Penelitian	22
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
C. Data yang digunakan	26
D. Teknik Pengumpulan Data	27

E.	Metode/Pemodelan yang digunakan	27
F.	Evaluasi Model.....	30
BAB IV GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN.....		33
A.	Objek Penelitian	33
B.	Struktur Dataset.....	33
C.	Infrastruktur yang Digunakan	34
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		36
A.	Pengolahan Data.....	36
B.	Hasil Pelatihan Model	37
C.	Analisis Hasil	45
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		46
A.	Kesimpulan.....	46
B.	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tumor Otak.....	10
Gambar 2. 2 Model CNN.....	13
Gambar 2. 3 Grafik Sigmoid.....	16
Gambar 2. 4 Grafik Tanh.....	17
Gambar 2. 5 Grafik ReLU	18
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian.....	23
Gambar 5. 1 Citra Dataset.....	36
Gambar 5. 2 Akurasi CNN	39
Gambar 5. 3 Loss CNN.....	39
Gambar 5. 4 Grafik Akurasi MobileNetV2	44
Gambar 5. 5 Grafik Loss MobileNetV2	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Machine Learning	11
Tabel 2. 2 Komponen CNN	13
Tabel 5. 1 Hasil CNN Standar	37
Tabel 5. 2 Hasil SVM	40
Tabel 5. 3 Perbandingan CNN Dan SVM.....	41
Tabel 5. 4 Hasil MobileNetV2.....	42
Tabel 5. 5 Laporan MobileNetV2	43
Tabel 5. 6 Perbandingan Standar Dan MobileNetV2	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Citra MRI Otak.....	51
Lampiran 2 Kode Program CNN.....	52
Lampiran 3 Kode Program SVM.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tumor otak merupakan salah satu penyakit serius yang dapat mengancam jiwa, karena pertumbuhan sel abnormal yang terjadi di otak atau jaringan struktur di sekitarnya (Adilah et al., 2022). Badan internasional penelitian kanker di WHO melaporkan bahwa kasus tumor otak meningkat setiap tahunnya, pada tahun 2020 tumor otak terjadi pada 168.346 pasien pria dan 139.756 pasien wanita di seluruh dunia (dr.Eva Naomi Oretla, 2022). Oleh karena itu deteksi dini serta diagnosis yang akurat sangat penting untuk meningkatkan peluang penyembuhan pasien. Ada berbagai tahapan pemeriksaan untuk diagnosis penyakit ini, salah satunya melalui pencitraan resonansi magnetik atau *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*. kelebihan dari menggunakan *MRI* ini adalah dapat mengamati diferensiasi pada jaringan lunak seperti jaringan *white matter* dan *gray matter* yang dapat menentukan keberadaan dan jenis tumor otak secara jelas (Citra R et al., 2024).

Meskipun teknologi *MRI* sudah sangat membantu dalam proses diagnosis tumor otak, analisis citra secara manual memerlukan keahlian khusus dari dokter ahli radiologi, yang mana proses ini cukup memakan waktu dan berpotensi menimbulkan kesalahan seperti human error. Kesalahan dalam diagnosis dapat mengakibatkan penanganan yang kurang tepat bagi pasien. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu menganalisis dan memprediksi secara otomatis untuk membantu mempercepat proses diagnosis dan meningkatkan akurasi.

Dalam beberapa tahun terakhir, metode klasifikasi yang menggunakan pemrosesan gambar konvensional secara bertahap telah digantikan oleh teknologi *deep learning*. Salah satu teknik yang sering diterapkan adalah *Convolutional Neural Network (CNN)* (Citra R et al., 2024). Keunggulan *CNN* dibandingkan metode klasifikasi lainnya semakin tampak jelas ketika diterapkan untuk mengklasifikasikan gambar yang memiliki jumlah kelas yang lebih banyak atau kompleks. *CNN* mampu menangani berbagai kategori dengan lebih efektif, terutama saat berhadapan dengan citra yang memiliki variasi kelas dalam jumlah besar (Budi Yanto et al., 2021). Pada kasus deteksi tumor otak, *CNN* mampu mengidentifikasi pola tertentu dari citra *MRI* yang menunjukkan adanya tumor otak. Pada penelitian ini digunakan arsitektur *CNN MobileNetV2*. Beberapa kelebihan arsitektur ini termasuk ketebalan filter konvolusi yang sesuai dengan gambar, yang memungkinkan untuk mengurangi ukuran model yang dibuat (Maulana et al., 2024).

Selain *CNN*, *Support Vector Machine (SVM)* juga merupakan metode pembelajaran mesin yang populer dalam pengolahan citra medis. *SVM* efektif dalam menangani data berdimensi tinggi dan sering digunakan untuk membedakan kelas dengan *hyperplane* optimal. Keunggulan *SVM* dalam memisahkan kelas dengan margin maksimal menjadikannya cocok untuk data kecil atau dengan banyak fitur relevan. Dalam penelitian ini, *SVM* akan digunakan sebagai pembanding untuk mengevaluasi efektivitas *CNN* dalam mendeteksi tumor otak, sehingga memberikan pandangan lebih luas tentang performa kedua metode (Adilah & Azizah, 2022).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun model prediksi tumor otak menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* pada citra *MRI*?
2. Seberapa akurat arsitektur CNN MobileNetV2 dalam mendeteksi tumor otak pada citra MRI?
3. Bagaimana performa model prediksi tumor otak menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) jika dibandingkan dengan metode Support Vector Machine (SVM)?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang dan Rumusan Masalah, Batasan Masalah dibuat untuk memperjelas cakupan yang akan dibahas yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada citra *MRI* otak yang diambil dari dataset *keggle* dan berisi 2000 dataset.
2. Penelitian ini hanya mencakup deteksi tumor otak glioma, meningioma, dan pituitary tidak mencakup jenis tumor lain atau penyakit lain pada otak.
3. Model yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada arsitektur CNN MobileNetV2 dan SVM.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah yang telah ditentukan, berikut adalah tujuan dari penelitian yang akan dibahas:

1. Membangun model prediksi tumor otak menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* pada citra *MRI*.
2. Membandingkan akurasi dan kinerja model CNN dan SVM dalam deteksi tumor otak pada citra *MRI*.
3. Mengembangkan model deteksi tumor otak berbasis CNN yang dioptimalkan dengan arsitektur MobileNetV2 untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi Dunia Medis
 - a) Meningkatkan akurasi diagnosis: Model *CNN* dapat membantu dokter mendeteksi tumor otak secara lebih akurat dan mengurangi kesalahan diagnosis.
 - b) Mempercepat proses diagnosis: Sistem otomatis ini memungkinkan analisis citra *MRI* lebih cepat, mempercepat penanganan pasien.
2. Manfaat bagi Pengembangan Teknologi
 - a) Penerapan *AI* dalam kesehatan: Penelitian ini mendorong penerapan kecerdasan buatan di bidang medis, terutama dalam diagnosis berbasis citra medis.

3. Manfaat bagi Akademisi dan Peneliti

- a) Sumber referensi: Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian lanjutan dalam bidang *deep learning* dan pengolahan citra medis.
- b) Pengayaan ilmu pengetahuan: Studi ini memperluas wawasan dalam penerapan *CNN* untuk klasifikasi citra medis, terutama deteksi tumor otak.

4. Manfaat bagi Masyarakat Umum

- a) Deteksi dini dan akurasi tinggi: Masyarakat mendapatkan diagnosis lebih cepat dan tepat, yang berpotensi meningkatkan harapan hidup pasien.
- b) Meningkatkan kesadaran kesehatan: Adanya teknologi ini mendorong masyarakat lebih sadar akan pentingnya pemeriksaan kesehatan secara berkala.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang menggambarkan isi dari laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka terdahulu, proses pembelajaran serta teori-teori dasar yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi di lingkungan tempat penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data yang digunakan, teknik untuk pengumpulan data yang digunakan pada penelitian.

BAB IV JADWAL PELAKSANAAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan jadwal pelaksanaan proposal skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada prediksi penyakit tumor otak menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Model prediksi tumor otak berhasil dibangun menggunakan Convolutional Neural Network (CNN), khususnya dengan arsitektur MobileNetV2, yang dioptimalkan untuk mendeteksi tumor otak pada citra MRI. Hasil pelatihan menunjukkan keberhasilan dalam memahami pola visual yang relevan dari citra.
2. Arsitektur CNN MobileNetV2, yang dipra-latih pada dataset ImageNet, mampu mencapai akurasi pengujian sebesar 94.29% dalam mendeteksi tumor otak pada citra MRI. Ini menunjukkan kemampuan yang sangat tinggi dalam mengenali pola-pola kompleks dibandingkan metode lain.
3. Performa model prediksi tumor otak menggunakan MobileNetV2 jauh lebih unggul dibandingkan metode Support Vector Machine (SVM) yang hanya mencapai akurasi 75%. Hal ini menunjukkan keunggulan CNN dalam menangkap pola visual kompleks yang tidak dapat dikenali dengan baik oleh SVM.

B. Saran

Untuk meningkatkan generalisasi model, penelitian selanjutnya perlu menggunakan dataset yang lebih besar dan bervariasi, mencakup berbagai jenis tumor dan kondisi pencitraan yang berbeda. Eksplorasi arsitektur modern lainnya, seperti EfficientNet atau Vision Transformers, juga disarankan untuk membandingkan performa dengan MobileNetV2. Selain itu, augmentasi data yang lebih ekstensif, seperti variasi rotasi, pencahayaan, dan kontras, dapat membantu mengatasi keterbatasan data. Integrasi model ke perangkat berbasis cloud dapat memperluas aksesibilitas dan mendukung pengguna di berbagai fasilitas medis. Penelitian juga dapat difokuskan pada klasifikasi jenis tumor (jinak atau ganas) untuk memberikan diagnosis yang lebih spesifik, serta mengadopsi metode ensemble guna meningkatkan robusta dan akurasi model.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilah, T., & Azizah, Q. N. (2022). Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Ekstraksi Fitur HOG dan Support Vector Machine. In *Jurnal* (Vol. 4, Issue 1). <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech45>
- Agustiani, S., Aryanti, R., Khotimatul Wildah, S., Arifin, Y. T., Marlina, S., & Misriati, T. (2024). Optimisasi Model Deep Learning untuk Deteksi Penyakit Daun Tebu dengan Fine-Tuning MobileNetV2. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 4(4), 150–157. <https://doi.org/10.47065/jimat.v4i4.411>
- Basha, S. H. S., Dubey, S. R., Pulabaigari, V., & Mukherjee, S. (2020). Impact of fully connected layers on performance of convolutional neural networks for image classification. *Neurocomputing*, 378, 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.10.008>
- Cao, J., Li, Y., Sun, M., Chen, Y., Lischinski, D., Cohen-Or, D., Chen, B., & Tu, C. (2020). *DO-Conv: Depthwise Over-parameterized Convolutional Layer*. <https://github.com/yangyanli/DO-Conv>.
- Citra R, F., Indriyani, F., & Rahadjeng, I. R. (2024). Klasifikasi Tumor Otak Berbasis Magnetic Resonance Imaging Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 918–924. <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i2.3469>
- dr.Eva Naomi Oretla. (2022). *Klasifikasi Tumor Otak - Alomedika*. <https://www.alomedika.com/penyakit/onkologi/tumor-otak/klasifikasi-tumor-otak>
- Febriyanti, F. A. (n.d.). *IMAGE PROCESSING DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK DETEKSI PENYAKIT KULIT PADA MANUSIA*. <https://ejournal.warunayama.org/kohesi>
- Gunawan, D., & Setiawan, H. (2022). *Convolutional Neural Network dalam Analisis Citra Medis* (Vol. 2, Issue 2).

- Hakim, M. N. M., Nugroho, A. B., & Minarno, A. E. (2023). Prediksi Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 17(1), 48. <https://doi.org/10.30872/jim.v17i1.5246>
- Hidayat, T., & Saputra, R. A. (2023). *Deteksi Tumor Otak Menggunakan CNN*. 9(2).
- Husen, D. (2024). Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Bit-Tech*, 7(1), 143–152. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i1.1576>
- Jie, H. J., & Wanda, P. (2020). Runpool: A dynamic pooling layer for convolution neural network. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 13(1), 66–76. <https://doi.org/10.2991/ijcis.d.200120.002>
- Maulana, S. A., Batubara, S. H., Permata, Y., Pasaribu, P., Syahputra, H., Ramadhani, F., William, J., Ps, I. V, Baru, K., Percut, K., & Tuan, S. (2024). DETEKSI BURUNG MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DENGAN MODEL ARSITEKTUR MOBILENETV2. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Issue 4).
- Nata, A., & Royal, S. (2022). ANALISIS SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN MODEL KLASIFIKASI BERBASIS MACHINE LEARNING DALAM PENENTUAN PENERIMA PROGRAM INDONESIA PINTAR. In *Journal of Science and Social Research* (Issue 3). <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Reza Fahrurroji, A., Yunita Wijaya, M., Fauziah, I., Sains dan Teknologi, F., Syarif Hidayatullah Jakarta Jl Ir Juanda No, U. H., Ciputat Tim, K., & Tangerang Selatan, K. (2024). *IMPLEMENTASI ALGORITMA CNN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR SAMPAH DI BANK SAMPAH*.
- Rudiansyah Siregar, R., & Husein, A. M. (n.d.). *Klasifikasi Tumor Otak pada gambar Magnetic Resonance Images (MRI) dengan Pendekatan Pembelajaran Mendalam*. 4(1). <https://doi.org/10.47709/dsi.v4i1.4265>
- Saybivo Chandra, Ni Putu Rita Jeniyanti, & Tri Asih Budiati. (2023). Prosedur Teknik Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Pada Kasus Tumor

Otak Di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina Jakarta. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Gizi*, 2(1), 162–179. <https://doi.org/10.55606/jikg.v2i1.2148>

Siswoyo, B., Pratama, D., Anam, K., & Susana, H. (2024). PENERAPAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK DIAGNOSA TUMOR OTAK. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Issue 2). <https://www.kaggle.com/datasets/masoudnickparvar/>

Taha, A. A., Hennig, L., & Knoth, P. (2022). *Confidence estimation of classification based on the distribution of the neural network output layer*. <http://arxiv.org/abs/2210.07745>

Tsalsabila Rhamadiyanti, D. (2024). Analisa Performa Convolutional Neural Network dalam Klasifikasi Citra Apel dengan Data Augmentasi. *Media Online*, 5(1), 154–162. <https://doi.org/10.30865/klik.v5i1.2023>

Yanto, B., Fimawahib, L., Supriyanto, A., Herawan Hayadi, B., Rizki Pratama, R., Pasir Pengaraian, U., Tuanku Tambusai, J., Hilir, R., Hulu, R., Hazarin, U., & Ahmad Yani, J. (n.d.). *Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode Deep Learning Convolutional Neural Network*. 6(2), 2021.