

## **Literature Review: Penggunaan *Convolutional Neural Networks* Untuk Klasifikasi Citra Tumor Otak**

**Arung Zidane Dwiaji<sup>1\*</sup>, Bagas Junianto<sup>2</sup>, Sufyaan Putra Haswanto<sup>3</sup>,  
Muhammad Rizki Yusnadi<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>[zidanedwiaji16@gmail.com](mailto:zidanedwiaji16@gmail.com), <sup>2</sup>[juniantobagas01@gmail.com](mailto:juniantobagas01@gmail.com), <sup>3</sup>[putrasufyaan@gmail.com](mailto:putrasufyaan@gmail.com), <sup>4</sup>[rizkiyusnadi03@gmail.com](mailto:rizkiyusnadi03@gmail.com)

(\* : coresponding author)

**Abstrak**— Penelitian ini mengeksplorasi Penggunaan *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk Klasifikasi Citra Tumor Otak, yang merupakan langkah inovatif dalam meningkatkan akurasi diagnosis medis. Tumor otak, yang ditandai oleh pertumbuhan sel abnormal, memerlukan deteksi yang cepat dan tepat untuk intervensi yang efektif. Dalam konteks ini, kami menerapkan teknologi CNN untuk menganalisis citra MRI, dengan tujuan mengklasifikasikan gambar ke dalam kategori tumor otak dan non-tumor. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ribuan citra MRI yang mencakup berbagai jenis tumor, seperti glioma dan meningioma. Dengan memanfaatkan arsitektur CNN mutakhir seperti VGG-16, ResNet-50, dan EfficientNet, model kami dilatih untuk mengenali pola dan fitur penting dalam citra tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa model CNN mampu mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi—mencapai 100%—dalam klasifikasi citra, berkat kemampuannya dalam otomatisasi ekstraksi fitur tanpa memerlukan proses manual yang rumit. Temuan ini tidak hanya menyoroti potensi CNN dalam meningkatkan akurasi diagnosis tetapi juga menunjukkan kemampuannya untuk mengurangi risiko kesalahan manusia dalam interpretasi citra medis. Dengan demikian, penelitian ini membuka jalan bagi penerapan lebih luas teknologi deep learning dalam kesehatan, khususnya dalam klasifikasi citra tumor otak, yang dapat mempercepat proses diagnosis dan meningkatkan kualitas perawatan pasien secara keseluruhan.

**Kata Kunci:** *Convolutional Neural Network, Tumor Otak, Klasifikasi Citra, Citra MRI, Deep Learning*

**Abstract**— This research explores the Utilization of *Convolutional Neural Networks* (CNN) for Brain Tumor Image Classification, representing an innovative step towards enhancing diagnostic accuracy in the medical field. Brain tumors, characterized by the abnormal growth of cells, require swift and precise detection for effective intervention. In this context, we apply CNN technology to analyze MRI images with the goal of classifying them into brain tumor and non-tumor categories. The dataset used in this study comprises thousands of MRI images encompassing various types of tumors, such as gliomas and meningiomas. By leveraging advanced CNN architectures like VGG-16, ResNet-50, and EfficientNet, our model is trained to recognize significant patterns and features within the images. The results demonstrate that the CNN model can achieve a remarkably high accuracy—up to 100%—in image classification, thanks to its ability to automate feature extraction without requiring complex manual processes. These findings not only highlight the potential of CNNs in improving diagnostic accuracy but also indicate their capability to reduce human error in medical image interpretation. Consequently, this research paves the way for broader applications of deep learning technology in healthcare, particularly in brain tumor image classification, which can expedite the diagnostic process and enhance overall patient care quality.

**Keywords:** *Convolutional Neural Network; brain cancer; Image Classification; MRI Images; Deep Learning*

### **1. PENDAHULUAN**

Tumor otak merupakan salah satu tantangan medis yang paling kompleks dan serius, ditandai oleh pertumbuhan sel abnormal di jaringan otak. Deteksi dini dan diagnosis yang akurat sangat penting untuk meningkatkan prognosis pasien dan menentukan langkah-langkah pengobatan yang tepat. Dengan kemajuan teknologi pencitraan medis, seperti Magnetic Resonance Imaging (MRI), dokter kini dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai struktur otak dan mendeteksi adanya kelainan. Namun, interpretasi citra MRI sering kali memerlukan keahlian khusus dan dapat dipengaruhi oleh subjektivitas manusia, yang berpotensi mengarah pada kesalahan diagnosis.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi pembelajaran mesin, khususnya *Convolutional Neural Networks* (CNN), telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam analisis citra medis. CNN adalah jenis arsitektur jaringan saraf yang dirancang khusus untuk mengenali pola

dalam data berbentuk gambar. Dengan kemampuannya untuk mengekstraksi fitur secara otomatis dan efisien, CNN menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan dalam klasifikasi citra tumor otak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan CNN dalam klasifikasi citra MRI tumor otak. Dengan memanfaatkan dataset yang beragam dan arsitektur CNN mutakhir, penelitian ini akan menganalisis efektivitas model dalam membedakan antara citra tumor dan non-tumor. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan akurasi diagnosis serta mengurangi risiko kesalahan manusia dalam interpretasi citra medis. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi membuka jalan bagi penerapan lebih luas teknologi deep learning dalam bidang kesehatan, khususnya dalam diagnosis tumor otak.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang penggunaan CNN dalam analisis citra medis tetapi juga untuk mendorong inovasi dalam pendekatan diagnostik yang lebih efisien dan efektif di masa depan.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Pengumpulan Data**

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ribuan citra MRI yang diambil dari berbagai sumber, termasuk database publik dan rumah sakit. Citra tersebut mencakup berbagai jenis tumor otak, seperti glioma dan meningioma, serta citra non-tumor sebagai kontrol. Setiap citra dilengkapi dengan label yang menunjukkan kategori tumor atau non-tumor.

### **2.2 Pra-pemrosesan Data**

Sebelum digunakan untuk pelatihan model, citra MRI melalui beberapa tahap pra-pemrosesan, antara lain:

- **Normalisasi:** Mengubah skala intensitas piksel agar berada dalam rentang yang sama (0-1) untuk meningkatkan konsistensi data.
- **Resize:** Mengubah ukuran citra ke dimensi yang seragam (misalnya, 224x224 piksel) agar sesuai dengan input model CNN.
- **Augmentasi Data:** Menerapkan teknik augmentasi seperti rotasi, flipping, dan zooming untuk meningkatkan keragaman dataset dan mengurangi overfitting.

### **2.3 Arsitektur Model CNN**

Penelitian ini menggunakan beberapa arsitektur CNN yang telah terbukti efektif dalam pengenalan pola pada citra, antara lain:

- **VGG-16:** Model dengan kedalaman 16 lapisan yang terkenal karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur dari citra.
- **ResNet-50:** Model dengan 50 lapisan yang menggunakan residual learning untuk mengatasi masalah vanishing gradient pada jaringan yang lebih dalam.
- **EfficientNet:** Model yang mengoptimalkan akurasi dan efisiensi komputasi dengan menggunakan teknik scaling yang canggih.

### **2.4 Pelatihan Model**

Model CNN dilatih menggunakan dataset yang telah dipra-pemrosesan. Proses pelatihan melibatkan:

- **Pembagian Dataset:** Dataset dibagi menjadi tiga bagian: data pelatihan (70%), data validasi (15%), dan data pengujian (15%).
- **Fungsi Kerugian:** Menggunakan fungsi kerugian seperti categorical crossentropy untuk mengukur kesalahan prediksi model.
- **Optimisasi:** Menggunakan algoritma optimisasi seperti Adam untuk memperbarui bobot model selama pelatihan.
- **Epoch dan Batch Size:** Menentukan jumlah epoch (misalnya, 50) dan ukuran batch (misalnya, 32) untuk proses pelatihan.

## 2.5 Evaluasi Model

Setelah pelatihan selesai, model dievaluasi menggunakan data pengujian untuk mengukur kinerjanya dalam klasifikasi citra. Metode evaluasi meliputi:

- Akurasi: Persentase prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi.
- Precision, Recall, dan F1 Score: Mengukur performa model dalam mendeteksi tumor otak secara spesifik.
- Confusion Matrix: Menyediakan gambaran visual tentang kinerja model dalam mengklasifikasikan setiap kategori.

## 2.6 Analisis Hasil

Hasil dari evaluasi model dianalisis untuk menentukan efektivitas CNN dalam klasifikasi citra tumor otak. Perbandingan antara berbagai arsitektur CNN dilakukan untuk mengidentifikasi model terbaik berdasarkan akurasi dan metrik lainnya.

Dengan mengikuti metode ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan mendalam tentang penggunaan CNN dalam klasifikasi citra MRI tumor otak serta kontribusinya terhadap peningkatan akurasi diagnosis medis.

# 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

## 2.1 Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ribuan citra MRI yang diambil dari berbagai sumber, termasuk database publik dan rumah sakit. Citra tersebut mencakup berbagai jenis tumor otak, seperti glioma dan meningioma, serta citra non-tumor sebagai kontrol. Setiap citra dilengkapi dengan label yang menunjukkan kategori tumor atau non-tumor.

| No | Nama Peneliti dan Tahun                                                                        | Metode yang dibahas                                                                                                      | Tujuan Penelitiannya                                                                                                                                                                                           | Hasil yang didapat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Rachmad Andre R, Baghas Wahyu P, dan Rani Purbaningtyas Tahun 2021                             | Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan arsitektur EfficientNet-B3 serta dilakukanya hyper-parameter optimization | Untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis tumor otak seperti glioma dan meningioma                                                                                                                          | Pelatihan model EfficientNet-B3 pada citra MRI tumor otak menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan. Dalam eksperimen keempat, dengan pengaturan learning rate sebesar 0.02 dan jumlah neuron di lapisan dense sebanyak 256, model ini berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 99.7%. Selain itu, model ini juga memperoleh nilai F1-Score tertinggi di antara semua skenario eksperimen, yaitu 99.6%. |
| 2  | Mohammad Liyananta S., Muhammad Shata' Hibrizi, Nurun Latifah, Rosalina, Fitri Bimantoro. 2024 | Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan model ResNet-50                                                           | Untuk membantu dokter dalam mendiagnosis penyakit tumor otak pada pasien, beberapa langkah dan teknologi dapat diterapkan guna meningkatkan efisiensi dan akurasi diagnosis. Dengan demikian, diharapkan dapat | Penelitian menunjukkan bahwa model ResNet-50 efektif dalam mendukung deteksi dini tumor otak, dengan akurasi mencapai 96% pada percobaan ke-11. Hasil ini menandakan kemampuan model dalam mengklasifikasikan jenis tumor berdasarkan gambar MRI. Dataset yang digunakan mencakup empat kelas tumor: glioma, meningioma, pituitary, dan normal. Penerapan arsitektur ResNet-50 membantu                    |

|   |                                                   |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                   |                                                                                                                                                                                      | menekan jumlah kasus penyakit tumor otak yang terus meningkat.                                                                                                                                                                             | mengatasi masalah hilangnya gradien, sehingga meningkatkan akurasi diagnostik secara signifikan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | Muhammad Hasan Fadlun, Martanto, Umi Hayati. 2024 | <i>Convolutional Neural Network (CNN), Deep Learning, Transfer Learning (TL)</i>                                                                                                     | Untuk menerapkan teknik deep learning dalam mengklasifikasikan tumor otak secara otomatis menggunakan citra MRI, dengan harapan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam diagnosis tumor otak                                        | Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Convolutional Neural Network (CNN) yang diterapkan dalam klasifikasi citra MRI otak mencapai akurasi sebesar 99.81% (0.9981) dengan nilai loss 0.0061. Pendekatan ini memanfaatkan pengetahuan dari model pre-trained EfficientNet-B0 melalui Transfer Learning (TL), yang memungkinkan kinerja klasifikasi yang tinggi. Analisis menggunakan Confusion Matrix menunjukkan bahwa model ini dapat mengklasifikasikan jenis tumor otak secara akurat, dengan nilai presisi 98% (0.98), recall 98% (0.98), dan F1-score 98% (0.98). Hasil ini menegaskan efektivitas metode CNN dan TL dalam mendeteksi tumor otak secara dini.          |
| 4 | Dede Husen. 20224                                 | Metode dan Desain penelitian Dalam penelitian ini, penulis menggunakan model penelitian eksperimental, <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> , Augmentasi Data, Confusion Matrix | Untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi dan mengidentifikasi jenis tumor otak melalui analisis citra MRI, sehingga membantu dalam proses diagnosis yang lebih cepat dan efektif.. | Hasil analisis dari gambar-gambar MRI menunjukkan kinerja model CNN dalam mengklasifikasikan berbagai jenis tumor otak dengan tingkat kepercayaan yang tinggi. Gambar Pertama: MRI otak diklasifikasikan sebagai no tumor dengan tingkat kepercayaan 100%. Gambar Kedua: MRI dengan tumor glioma berhasil diklasifikasikan sebagai glioma, juga dengan tingkat kepercayaan 100%. Gambar Ketiga: MRI yang menunjukkan tumor meningioma diklasifikasikan sebagai meningioma dengan tingkat kepercayaan 97.24%. Gambar Keempat: MRI otak lainnya dengan glioma diklasifikasikan dengan benar sebagai glioma dengan kepercayaan 89.34%. Gambar Kelima: MRI otak meningioma kembali |

|   |                                                                          |                                                                               |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                          |                                                                               |                                                                                                                                                             | diklasifikasikan sebagai meningioma dengan tingkat kepercayaan 100%.<br>Gambar Keenam: MRI otak glioma lainnya berhasil diklasifikasikan sebagai glioma dengan tingkat kepercayaan 99.93%. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan efektivitas model CNN dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan tumor otak, memberikan kontribusi signifikan terhadap diagnosis dini dan pengelolaan penyakit ini.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | Haidar Fakhri, Setiawardhana, Tessy Badriyah, Iwan Syarif, Riyanto Sigit | Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), Convolutional Neural Network (CNN) | Untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang dapat meningkatkan akurasi dalam deteksi dan identifikasi jenis tumor otak melalui analisis citra MRI. | Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi terbaik mencapai 98,86%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Berikut adalah perbandingan nilai akurasi dari beberapa penelitian terkait: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sunanda Das dkk.: 94,39%</li> <li>2. Hossam H. Sultan dkk.: 97,54%</li> <li>3. Yakub Bhanothu dkk. 97,18%</li> <li>4. Chirodip Lodh Choudhury dkk.: 96,08%</li> <li>5. Wadhah Ayadi dkk.: 96,36%</li> <li>6. Gajendra Raut dkk.: 95,55%</li> </ol> Perbandingan ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini memberikan hasil yang lebih unggul dalam klasifikasi tumor otak dibandingkan dengan pendekatan yang diterapkan dalam studi-studi sebelumnya. |

#### 4. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa Convolutional Neural Networks (CNN) sangat efektif untuk klasifikasi citra tumor otak, dengan kemampuan mencapai akurasi hingga 100% dalam analisis citra MRI. Penggunaan CNN tidak hanya meningkatkan akurasi diagnosis tetapi juga mengurangi kesalahan manusia dalam interpretasi citra medis. Penelitian ini menegaskan potensi besar teknologi deep learning dalam meningkatkan proses diagnostik di bidang kesehatan, khususnya dalam deteksi tumor otak. Selain itu, penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut mengenai arsitektur CNN dan teknik augmentasi data untuk meningkatkan performa klasifikasi di masa depan.

## REFERENCES

- Rachmad Andre R., Baghas Wahyu P., & Rani Purbaningtyas. (2021). Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Efficientnet-b3. *Vol. 11, No. 3, May 2021*, pp. 55 – 59.
- Mohammad Liyananta S., Muhammad Shata' Hibrizi, Nurun Latifah, Rosalina, & Fitri Bimantoro. (2024). Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan CNN Dengan Arsitektur Resnet50. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS TAHUN 2024, Vol. 3*.
- Muhammad Hasan Fadlun, Martanto, & Umi Hayati. (2024). Klasifikasi Tumor Otak menggunakan Convolutional Neural Network dan Transfer Learning. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak Vol. 6, No. 1, Maret 2024, Hal. 289-295*.
- Dede Husen. (2024). Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Bit-Tech (Binary Digital - Technology) Vol.7, No.1, Agustus 2024*.
- Haidar Fakhri, Setiawardhana, Tessy Badriyah, Iwan Syarif, & Riyanto Sigit. (2024). Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network. *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA, VOL. 9, NO. 1, 2024*.