

Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan CNN Dengan Arsitektur Resnet50

Mohammad Liyananta S.¹, Muhammad Shata' Hibrizi², Nurun Latifah³, Rosalina⁴, Fitri Bimantoro⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

E-mail: ¹nantasid14@gmail.com, ²shatahibrizi@gmail.com, ³latifahnurun80@gmail.com,
⁴rosalinaaa1101@gmail.com, ⁵bimo@unram.ac.id

Abstrak – Penelitian ini mengusulkan penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) dengan model ResNet-50 untuk mengklasifikasikan jenis tumor otak berdasarkan gambar MRI. Dataset terdiri dari empat kelas: Glioma, Hipofisis, Meningioma, dan Normal. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data, preprocessing, desain arsitektur CNN, pelatihan model, dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan jenis tumor otak dengan akurasi yang memuaskan. Penerapan ResNet-50 meningkatkan kinerja dengan mengatasi masalah hilangnya gradien. Berdasarkan penelitian tersebut, klasifikasi tumor otak menggunakan CNN dengan arsitektur Resnet50 dapat mendukung deteksi dini tumor otak untuk meningkatkan akurasi diagnostik. Pada penelitian ini akurasi terbaik diperoleh sebesar 96% pada percobaan epoch ke-11.

Kata Kunci — brain tumor, CNN, classification, MRI images, ResNet-50

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini membawa pengaruh pada dunia medis karena berperan aktif untuk memudahkan dokter dalam melakukan pendeteksian suatu penyakit. Salah satu penyakit yang dapat dideteksi awal adalah penyakit tumor otak. Penyakit Tumor otak merupakan sebuah penyakit yang memperlihatkan adanya ketidaknormalan dari pertumbuhan sel otak secara tidak wajar dan tidak terkendali di dalam ataupun di area sekitar otak. Apabila penyakit tumor otak tidak ditangani dengan cepat di awal maka dapat berdampak pada terganggunya fungsi otak secara signifikan dan dapat mengancam kehidupan penderitanya. Penyakit tumor otak terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu Glioma, Pituitary, dan Meningioma. Apabila dilihat dari citra pada ketiga jenis tumor otak tersebut, akan menunjukkan citra yang hampir mirip. Namun, telah ditemukan perbedaan di antara ketiga jenis citra tumor otak tersebut.

Tumor otak dibagi menjadi dua yaitu, tumor otak primer dan sekunder. Tumor otak primer merupakan perubahan sel yang tidak normal dan tidak terkontrol yang berasal dari sel otak itu sendiri. Sedangkan, tumor otak sekunder merupakan tumor yang menyebar ke otak dari kanker tubuh bagian lain. Kasus tumor otak di dunia semakin meningkat setiap tahunnya. Di Indonesia, terhitung ada 300 pasien setiap tahunnya yang terdiagnosis tumor otak. Bukan hanya orang dewasa, tetapi tumor otak juga menyerang anak-anak dengan usia yang tergolong muda. Banyak orang mengabaikan gejala yang disebabkan oleh tumor otak [1].

Terdapat upaya yang biasa dokter gunakan untuk melakukan pengklasifikasian jenis tumor otak, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung (biopsi). Namun proses untuk melakukan pengamatan langsung ini memerlukan waktu yang terbilang lama karena membutuhkan uji laboratorium selama 10-15 hari. Selain itu pengamatan langsung oleh dokter dapat memberikan resiko terjadinya kesalahan. Oleh karena itu diperlukan solusi tambahan berupa penggunaan metode Convolutional Neural Network (CNN) pada deep learning yang dapat membantu dokter untuk melakukan klasifikasi dan diagnosa terhadap jenis tumor otak yang dialami oleh pasien dengan hasil kesalahan yang minim [2].

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode populer dari deep learning untuk pengenalan pola citra. Dalam melakukan proses ekstraksi fitur yang kompleks pada klasifikasi citra pada skala besar dengan otomatis dan efisien, metode CNN sangat baik untuk digunakan, karena metode deep learning dapat membedakan dengan jelas suatu citra yang mempunyai karakteristik yang serupa dan sulit dikenali apabila menggunakan metode machine learning tradisional. Selain itu, deep learning juga dapat secara objektif melakukan ekstraksi fitur dengan sendirinya dan bisa mengerjakan pemrosesan data gambar dalam dua dimensi secara langsung.

Beberapa penelitian terkait sudah dilakukan untuk mengklasifikasikan tumor otak. Penelitian dengan judul “Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan *EfficientNet-B-3*” dilakukan dengan metode CNN. Metode tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan jenis citra tumor otak. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil akurasi sebesar 99.7% dengan nilai F1-Score terbesar mencapai 99.6% [1].

Penelitian lainnya yang mengklasifikasikan tumor otak. Penelitian ini menggunakan metode CNN dengan arsitektur MobileNetV2, dan menggunakan 3167 citra MRI tumor otak yang terdiri dari 4 kelas yakni Glioma Tumor, Meningioma Tumor, No Tumor, dan Pituitary Tumor. Model dilatih menggunakan adam optimizer, dengan 32 batch dan 30 epoch, dengan mengevaluasi performa model menggunakan metrik akurasi, presisi, dan recall. Pada penelitian ini didapatkan nilai akurasi sebesar 88.64%, precision 90% dan recall 89% [3].

Adapun penelitian lainnya yaitu klasifikasi penyakit kulit dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network. Penelitian tersebut melakukan pengembangan sistem untuk identifikasi penyakit kulit sehingga mampu melakukan klasifikasi terhadap kondisi cacar air, scabies, campak, dan jerawat dengan menerapkan metode CNN. Hasil pengujian diperoleh yaitu dengan nilai akurasi mencapai 96.53% [4].

CNN memiliki beragam arsitektur, pada penelitian yang berjudul “Convolutional Neural Network pada Klasifikasi Sidik Jari menggunakan ResNet-50”, CNN yang menggunakan arsitektur ResNet-50 dapat mengklasifikasikan citra sidik jari dengan akurasi 95% [5]. Kemudian arsitektur ResNet-50 juga digunakan pada penelitian dengan judul “Penerapan Metode Residual Network (ResNet) dalam Klasifikasi Penyakit pada Daun Gandum”, arsitektur ini dapat mengklasifikasikan penyakit daun gandum dengan akurasi 98% [6].

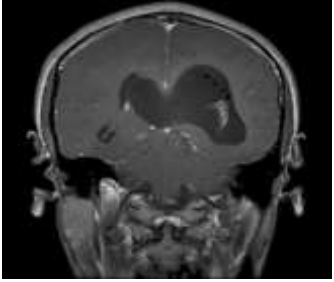
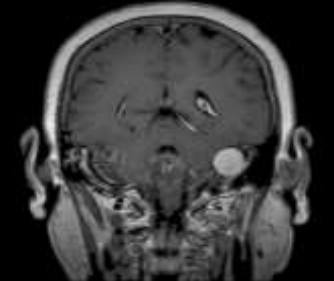
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dilakukan penelitian untuk klasifikasi jenis penyakit tumor otak menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan arsitektur ResNet-50 untuk melakukan klasifikasi jenis tumor otak ke dalam 4 kelas yaitu Glioma Tumor, Meningioma Tumor, No Tumor dan Pituitary Tumor. Dengan tujuan membantu dan memudahkan dokter dalam melakukan diagnosa penyakit tumor otak pada pasien sehingga diharapkan dapat menekan jumlah kasus penyakit tumor otak yang meningkat.

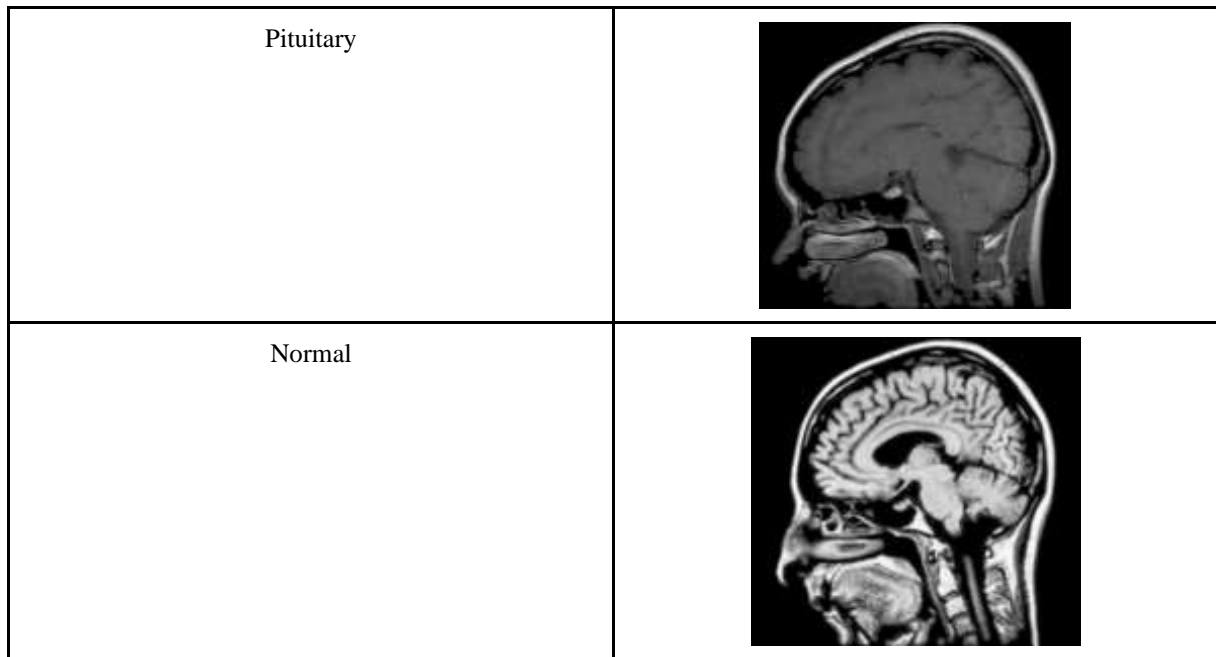
2. METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan adalah dataset citra MRI tumor otak yang diambil dari website kaggle, pada tautan berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/thomasdubail/brain-tumors-256x256>. Dataset tersebut terdiri dari 4 kelas, yaitu glioma_tumor, meningioma_tumor, pituitary_tumor, dan normal. Persebaran data citra pada masing-masing kelas, yaitu 901 citra pada kelas glioma_tumor, 913 citra pada kelas meningioma_tumor, 844 citra pada pituitary_tumor, dan 438 citra pada kelas normal.

Tabel 1. Dataset Citra Tumor Otak

Kelas	Citra
Glioma	
Meningioma	



2.2 Tumor Otak

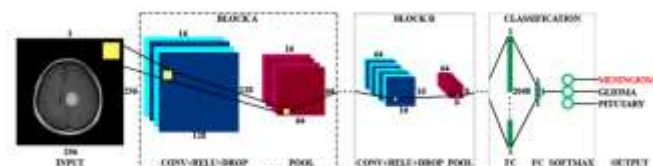
Tumor adalah hasil pertumbuhan tidak normal dari sel-sel yang merupakan komponen dasar dalam pembentukan jaringan dan organ dalam tubuh. Dalam kasus tumor otak, sel-sel yang tidak biasa berkembang dan membentuk benjolan di sekitar otak, yang bisa mengganggu fungsi normal dari otak itu sendiri.

Beberapa jenis tumor otak antara lain Glioma, Pituitary dan Meningioma. 3 jenis tumor otak ini jika dilihat dari citranya ketiganya hampir mirip. Tetapi para ahli radiologi dan juga dokter spesialis bedah berhasil menemukan bahwa ada perbedaan antara citra Glioma, Pituitary dan Meningioma.

Glioma adalah jenis tumor otak orang dewasa yang paling umum, terhitung 78% dari tumor otak ganas. Tumor tersebut muncul dari sel pendukung otak, yang disebut glia. Sel-sel ini dibagi lagi menjadi astrosit, sel ependymal, dan sel oligodendroglial (atau oligo). Meningiomas adalah tumor intrakranial jinak yang paling umum, terdiri dari 10 hingga 15% dari semua neoplasma otak, meskipun sebagian kecil merupakan tumor ganas. Tumor ini berasal dari meninges, yaitu struktur mirip membran yang mengelilingi otak dan sumsum tulang belakang. Pituitary adalah tumor intrakranial yang paling umum setelah glioma, meningioma, dan schwannoma. Sebagian besar pituitary adenoma merupakan tumor jinak dan tumbuh cukup lambat. Bahkan tumor ganas pituitary jarang menyebar ke bagian tubuh yang lain. Adenoma sejauh ini merupakan penyakit paling umum yang menyerang jaringan pituitary. Tumor tersebut biasanya menyerang orang-orang berusia 30-an atau 40-an bahkan orang dewasa. Sebagian besar tumor ini dapat diobati sampai hilang [7].

2.3 Convolutional Neural Network (CNN)

CNN merupakan salah satu tipe jaringan saraf yang sering dipakai dalam mengolah gambar. Fungsinya adalah mengenali serta mendeteksi objek dalam sebuah gambar. Meskipun pada dasarnya mirip dengan jaringan saraf biasa, CNN terdiri dari neuron yang memiliki bobot, nilai bias, dan fungsi aktivasi. Secara umum, CNN terdiri dari lapisan konvolusi, pooling, dan fully connected layer. Adapun arsitektur yang dimiliki oleh Convolutional Neural Network sebagai berikut [8].



Gambar 1. Arsitektur CNN[12]

2.4 Resnet50

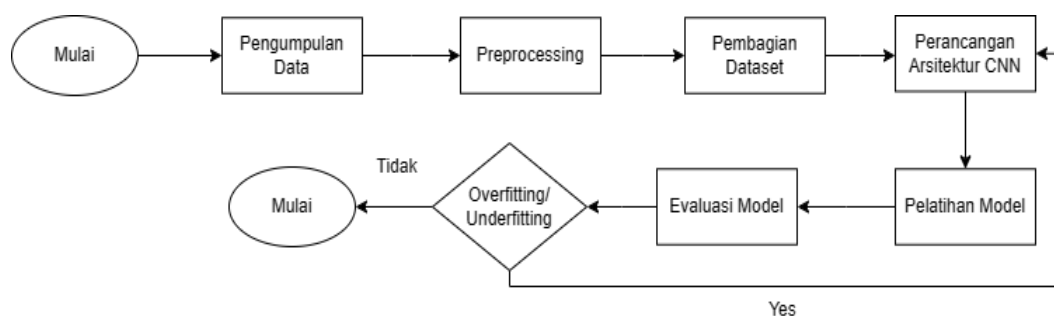
ResNet50 merupakan salah satu arsitektur dari Convolutional Neural Network (CNN) yang memperkenalkan sebuah konsep baru, yaitu shortcut connections. Munculnya konsep shortcut connections pada arsitektur ResNet-50 memiliki keterkaitan dengan vanishing gradient problem yang terjadi ketika usaha

memperdalam struktur suatu network dilakukan. Bagaimanapun, memperdalam suatu network dengan tujuan meningkatkan performanya tidak bisa dilakukan hanya dengan cara menumpuk layer. Semakin dalam suatu network, hal tersebut dapat memunculkan vanishing gradient problem yang bisa membuat gradient menjadi sangat kecil, berakibat pada menurunnya performa atau akurasi [9].

Karena itu ResNet memperkenalkan konsep shortcut connections dan dalam konsep ini fitur yang merupakan input dari layer sebelumnya juga dijadikan sebagai input terhadap output dari layer tersebut. Cara ini dilakukan sebagai solusi untuk meminimalisir hilangnya fitur-fitur penting pada saat proses konvolusi. Secara keseluruhan ResNet-50 terdiri dari 5 stage proses konvolusi yang kemudian dilanjutkan average pooling dan diakhiri dengan fully connected layer sebagai layer prediksi.

2.5 Alur Penelitian

Pengembangan penelitian ini dilakukan dengan program yang mengaplikasikan bahasa pemrograman python. Program tersebut dirancang dengan mengimplementasikan algoritma Convolutional Neural Network. Metodologi pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, preprocessing, pembagian dataset, perancangan arsitektur CNN, pelatihan model, dan evaluasi model. Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar



Gambar 2. Alur Penelitian

2.6.1 Pengumpulan Data

Tahap awal dari penelitian adalah melakukan pengumpulan data. Data yang digunakan adalah dataset citra MRI tumor otak yang diambil dari website kaggle, pada tautan berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/thomasdubail/brain-tumors-256x256>. Dataset tersebut terdiri dari 4 kelas, yaitu glioma_tumor, meningioma_tumor, pituitary_tumor, dan normal. Persebaran data citra pada masing-masing kelas, yaitu 901 citra pada kelas glioma_tumor, 913 citra pada kelas meningioma_tumor, 844 citra pada pituitary_tumor, dan 438 citra pada kelas normal.

2.6.2 Preprocessing

Tahap awal dari penelitian adalah melakukan pengumpulan data. Proses preprocessing sebelumnya sudah dilakukan dengan menghapus data redundan dan dilakukan resize 256x256.

2.6.3 Pembagian Dataset

Dataset dibagi menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing. Sebanyak 80% data digunakan untuk melatih model, dan 20% persennya digunakan untuk pengujian.

2.6.4 Perancangan Arsitektur CNN

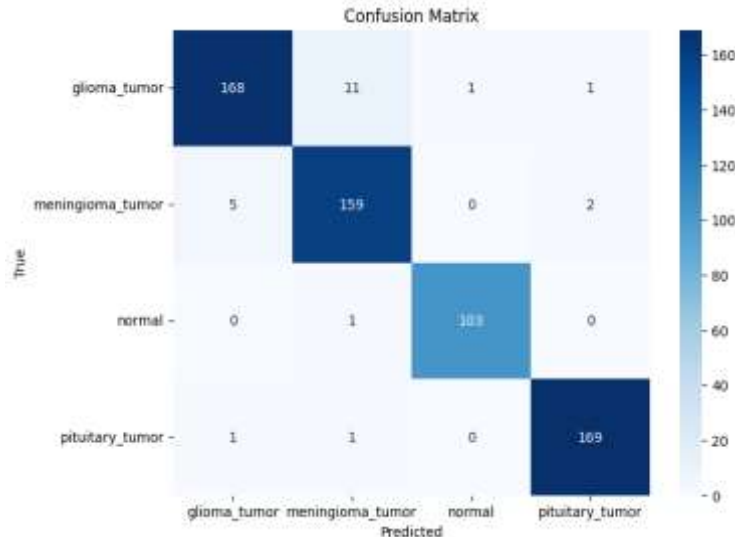
Penelitian ini mengadopsi model Arsitektur ResNet, di mana ResNet (Residual Network) merupakan salah satu arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang telah terbukti efektif dalam menangani permasalahan vanishing gradient dan memungkinkan pelatihan jaringan yang lebih dalam. ResNet menonjolkan konsep residual blocks yang memungkinkan aliran informasi yang lebih lancar selama proses pelatihan [9].

Convolution layer pada ResNet juga memiliki karakteristik yang berbeda. ResNet menggunakan ketebalan filter yang sesuai dengan input image dan menerapkan residual connections untuk mempercepat pelatihan. Arsitektur ResNet memanfaatkan struktur blok residual untuk mencapai performa yang unggul dalam menghadapi kompleksitas tugas pengenalan gambar.

Diagram Arsitektur ResNet dapat diilustrasikan dengan blok-blok residual yang saling terhubung, menciptakan jaringan yang mendalam namun tetap dapat dilatih secara efisien. Pendekatan ini memungkinkan ResNet untuk mengatasi tantangan pelatihan jaringan yang mendalam tanpa mengalami penurunan performa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian yang dilakukan sebanyak 11 epoch, yang di mana awalnya pengujian di set 50 epoch dengan mengaktifkan penghentian dini yang mana pelatihan akan dihentikan lebih awal apabila tidak ada peningkatan yang terjadi pada akurasi validasi setelah 3 epoch. Pada model yang dijalankan akan mengambil nilai akurasi terbaik dan didapatkan akurasi sebesar 96.30% pada epoch ke-11.



Gambar 3. Confusion Matrix

Hasil confusion matrix di atas diinterpretasikan sebagai berikut, pada diagonal utama yang mencerminkan jumlah prediksi yang benar pada masing-masing kelas, kelas “glioma_tumor” diprediksi benar sebanyak 168 kali, kelas “meningioma_tumor” diprediksi benar sebanyak 159 kali, kelas “normal” diprediksi benar sebanyak 103, dan kelas “pituitary_tumor” diprediksi benar sebanyak 169 kali.

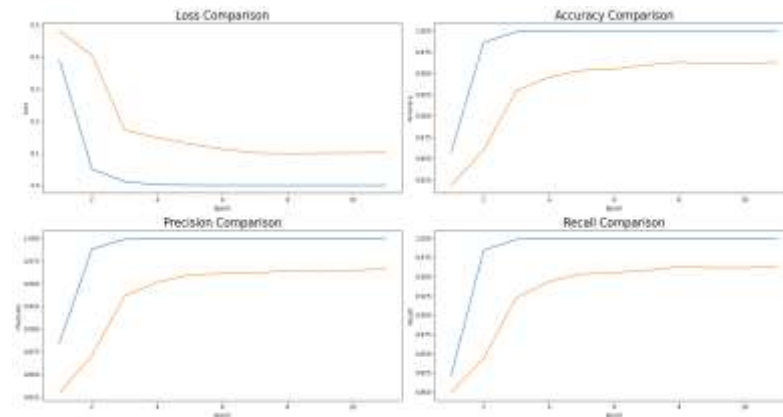
Namun, masih terdapat beberapa kesalahan yang dapat dilihat di luar dari diagonal utama pada confusion matriks tersebut, seperti pada kelas “glioma_tumor” terdapat 11 sampel data yang diprediksi sebagai “meningioma_tumor” dan sebagai kelas “normal” sebanyak 1 kali, pada kelas “meningioma_tumor” terdapat 5 sampel yang diprediksi sebagai “glioma_tumor” dan sebagai kelas “pituitary_tumor” sebanyak 2 kali, pada kelas “normal” terdapat 1 sampel data yang diprediksi sebagai kelas “meningioma_tumor”, dan pada kelas “pituitary_tumor” terdapat 1 sampel yang diprediksi sebagai “glioma_tumor” dan sebagai “meningioma_tumor” sebanyak 1 kali.

Sehingga berdasarkan confusion matrix tersebut, apabila divisualisasikan menggunakan *classification report* maka hasil pelatihan diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2. Classification Report

	Precision	Recall	F1-Score	Support
glioma_tumor	0.97	0.93	0.95	181
meningioma_tumor	0.92	0.96	0.94	166
normal	0.99	0.99	0.99	104
pituitary_tumor	0.98	0.99	0.99	171
Accuracy: 0.96				

Berdasarkan pelatihan yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa model memiliki performa yang baik dengan presisi, recall, dan F1-score yang tinggi untuk setiap kelas. Accuracy yang diperoleh adalah sebesar 96%.



Gambar 4. Grafik perbandingan *loss*, *accuracy*, *precision*, dan *recall*.

Grafik perbandingan *loss*, *accuracy*, *precision*, dan *recall* dari pelatihan dan validasi dari multiclass classification menggunakan CNN Resnet-50. Visualisasi grafik tersebut digunakan untuk mengetahui performa dari model machine learning selama pelatihan dilakukan. Grafik tersebut dapat menunjukkan bagaimana proses yang dilalui oleh model seiring berjalannya waktu dan dapat memberikan informasi indikasi apakah model yang dibuat mengalami masalah *overfitting* atau *underfitting*.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yakni menggunakan metode CNN dengan arsitektur Resnet50 dengan dataset tumor otak yang terdiri dari 4 kelas yakni glioma_tumor, meningioma_tumor, pituitary_tumor, dan normal, dengan split data 80 : 20 menghasilkan nilai akurasi terbaik sebesar 96% pada epoch ke-11.

5. SARAN

Pengembangan model dapat ditingkatkan dengan menerapkan metode Transfer Learning menggunakan arsitektur seperti InceptionV3, InceptionV4, atau GoogleNet. Selain itu, peningkatan model juga dapat dicapai melalui penambahan dataset atau pengenalan kategori penyakit otak yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andre, B. Wahyu, and R. Purbaningtyas, "Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Efficientnet-B3," *J. IT*, vol. 11, no. 3, pp. 55–59, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>
- [2] I. B. L. M. Suta, R. S. Hartati, and Y. Divayana, "Diagnosa Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI (Magnetic Resonance Imaging)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p01.
- [3] M. N. Winnarto, M. Mailasari, and A. Purnamawati, "Klasifikasi Jenis Tumor Otak Menggunakan Arsitektur Mobilenet V2," *J. SIMETRIS*, vol. 13, no. 2, pp. 1–12, 2022.
- [4] M. A. Hanin, R. Patmasari, and R. Y. Nur, "Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 273–281, 2021.
- [5] N. D. Miranda, L. Novamizanti, and S. Rizal, "Convolutional Neural Network Pada Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Resnet-50," *J. Teknik. Informatika.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2020, doi: 10.20884/1.jutif.2020.1.2.18.
- [6] A. Ridhovan and A. Suharso, "Penerapan Metode Residual Network (Resnet) Dalam Klasifikasi Penyakit Pada Daun Gandum," *JUPI (Jurnal Ilmiah. Penelitian. dan Pembelajaran Informatika.*, vol. 7, no. 1, pp. 58–65, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i1.2410.
- [7] A. Nada Nafisa, E. Nia Devina Br Purba, F. Aulia Alfarisi Harahap, N. Adawiyah Putri, I. Komputer, and F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Arsitektur Model Mobilenetv2 Dalam Klasifikasi Penyakit Tumor Otak Glioma, Pituitary Dan Meningioma," *J. Teknol. Informasi, Komputer, danApl.(JTika)*, vol.5,no.1,pp.53–61,2023.
- [8] M. M. Badža and M. C. Barjaktarović, "Classification of brain tumors from mri images using a convolutional neural network," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 6, Mar. 2020, doi: 10.3390/app10061999.
- [9] Faiz Nashrullah, Suryo Adhi Wibowo, and Gelar Budiman, "The Investigation of Epoch Parameters in ResNet-50 Architecture for Pornographic Classification," *J. Comput. Electron. Telecommun.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.52435/complete.v1i1.51.