
KLASIFIKASI TUMOR OTAK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET-B3

Rachmad Andre R¹, Baghas Wahyu P², dan Rani Purbaningtyas³

^{1,2,3}Program studi Teknik Informatika Universitas Bhayangkara Surabaya
rachmadandre.me@gmail.com¹, baghaswahyu1@gmail.com², raniubhara@gmail.com³

Abstrak

Tumor otak merupakan penyakit yang ditandai dengan pertumbuhan sel yang tidak normal pada jaringan otak. Salah satu cara yang dapat dilakukan dokter dalam pendeteksian tumor otak yaitu pengamatan langsung dengan diagnosis secara manual yang memiliki resiko terjadinya kesalahan. Perkembangan kecerdasan buatan terhadap *computer vision* saat ini sudah diterapkan dalam klasifikasi citra pada bidang kesehatan. Penelitian ini melakukan klasifikasi citra tumor otak menggunakan *deep learning*, khususnya metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur *EfficientNet-B3* serta melakukan *hyper-parameter optimization* untuk membangun model terbaik yang diterapkan dalam bentuk sistem. *Dataset* yang digunakan berjumlah 2875 gambar dengan kelas *glioma* dan *meningioma* yang diperoleh dari kaggle. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario dari *learning rate* serta kombinasi dari jumlah *neuron* pada *dense layer*. Hasil dari pengujian model dengan *confusion matrix*, mendapatkan akurasi tertinggi pada eksperimen dengan skenario *learning rate* 0.02 dan *neuron* pada *dense layer* berjumlah 256 yang menghasilkan akurasi mencapai 99.7% dan mendapatkan nilai *F1-Score* tertinggi mencapai 99.6%. Penerapan model terbaik yang dirancang dalam bentuk sistem berhasil melakukan prediksi terhadap jenis tumor *glioma*, *meningioma*, dan *pituitary*.

Kata Kunci: Klasifikasi, *Deep Learning*, *EfficientNet-B3*, *Hyper-parameter Optimization*, *Convolutional Neural Network*, Tumor Otak

Abstract

A brain tumor is a condition in which abnormal cell growth occurs in the brain tissue. Direct observation with manual diagnosis utilizing MRI scans, which has a risk of inaccuracy, is one method doctors can use to diagnose brain cancers. Artificial intelligence in computer vision has now been applied to image classification in the medical field. This study uses deep learning, namely the Convolutional Neural Network (CNN) approach using EfficientNet-B3 architecture, to classify brain tumor images and performs hyper-parameter optimization to create the best model that can be used as a system. The dataset utilized was 2875 MRI pictures from kaggle that included healthy brain, glioma, meningioma, pituitary, and meningioma classes. The experiment was conducted using numerous learning rate scenarios and combinations of the number of neurons in the dense layer. The maximum accuracy in the experiment was achieved with a learning rate scenario of 0.02 and 256 neurons in the dense layer, resulting in an accuracy of 99.7% and the highest F1-Score value of 99.6%. The use of the best model, which was built as a system, was successful in detecting glioma, meningioma, and pituitary cancers.

Keywords: Classification, *Deep Learning*, *EfficientNet-B3*, *Hyper-parameter Optimization (HPO)*, *Convolutional Neural Network*, brain cancer

1. Pendahuluan

Penyakit tumor otak adalah pertumbuhan sel otak yang abnormal di dalam atau di sekitar otak secara tidak wajar dan tidak terkendali. 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.

Pendekatan anatomi citra kesehatan menjadi salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan tumor pada otak. Misalnya *CT-Scan* dan *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*. *CT-Scan* lebih sesuai untuk melihat struktur tulang dan tidak efektif dalam mendeteksi jaringan lunak yang terdapat pada otak. Sedangkan MRI lebih baik dalam memberikan informasi citra yang lebih dalam, sehingga MRI bisa memberikan gambaran informasi yang jelas antara jaringan lunak dan jaringan keras yang terdapat pada otak. Hasil dari MRI dapat memberikan informasi penting bagi dokter untuk melakukan evaluasi dan diagnosis. Metode yang biasa digunakan oleh dokter dalam pengambilan keputusan terhadap tumor otak adalah biopsi dan pengamatan langsung dalam diagnosis secara manual. Biopsi memerlukan waktu yang tidak cepat sekitar 10 sampai 15 hari untuk pengujian laboratorium, sedangkan diagnosis secara manual memiliki resiko terjadinya kesalahan. Sehingga diperlukan metode alternatif yang cepat dan memiliki tingkat kesalahan yang rendah untuk dapat membantu dokter dalam mengambil keputusan.

Perkembangan kecerdasan buatan terhadap *computer vision* saat ini sudah sering diterapkan pada bidang kesehatan dalam pengenalan pola citra. Pendekatan tradisional *machine learning* dan *deep learning* merupakan teknik yang cukup populer dalam pengenalan pola pada citra. Salah satu penelitian terkait untuk klasifikasi tumor otak

menggunakan metode *machine learning* pernah dilakukan oleh. Penelitian tersebut menggunakan metode *Support Vector Machine (SVM)* sebagai klasifikasi dengan ekstraksi fitur khusus. Ekstraksi fitur yang digunakan pada penelitian tersebut adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* yang memperoleh hasil akurasi 76%. Berdasarkan penelitian *Convolutional Neural Network (CNN)* memiliki kinerja yang jauh lebih baik dari pada SVM.

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan metode *deep learning* yang populer terhadap pengenalan pola citra. CNN sangat baik dalam mengekstraksi fitur yang kompleks secara otomatis dan efisien untuk klasifikasi citra dengan skala yang besar. Metode *deep learning* dapat dengan jelas dalam membedakan citra dengan karakteristik serupa yang sulit dikenali oleh metode tradisional *machine learning*. Bahkan *deep learning* dapat mengekstraksi fitur secara objektif dengan sendirinya dan dapat langsung memproses data gambar dalam dua dimensi, sedangkan pada metode tradisional *machine learning* memerlukan ekstraksi fitur khusus dalam proses *feature learning*.

Berdasarkan dari uraian Latar Belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat "Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan convolutional neural network dengan arsitektur EfficientNet-B3".

2. Tinjauan Pustaka

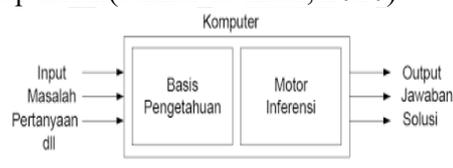
Tumor Otak

Tumor merupakan perkembangan dari sel yang tidak biasa. Sel merupakan bangunan dasar yang menyusun jaringan dan organ pada tubuh. Pada tumor otak, sel yang tidak normal membentuk benjolan yang tumbuh di daerah sekitar otak yang dapat mengganggu fungsi otak (Cancer Council, 2020). Di Amerika dan Eropa, jumlah kasus mengenai tumor otak mencapai sekitar 18.500 kasus dengan angka kematian sebesar 3 persen setiap tahunnya (Aman et al., 2016). Tumor otak umumnya terdiri dari tumor otak primer dan sekunder. Tumor otak dengan kelompok primer yaitu penyakit tumor yang pertama kali tumbuh dan berkembang pada otak. Tumor ini dapat menyebar ke bagian lain dari sistem

saraf, tetapi jarang tumbuh pada bagian tubuh yang lain. Sedangkan tumor otak dengan kelompok sekunder yaitu penyakit dari tumor yang bermula tumbuh pada bagian dari tubuh selain otak. Kemudian meluas melalui aliran darah menuju otak. Tumor ini biasanya dikenal dengan kanker sekunder atau metastasis. Kanker yang kemungkinan menyebar ke otak yaitu melanoma, paru-paru-paru, payudara, ginjal, dan usus.

Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) merupakan bidang komputer serta dirancang untuk membuat sistem sehingga dapat melakukan beberapa hal yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Secara umum AI dapat diartikan sebagai penggabungan antara kecerdasan manusia dan mesin. Dalam AI, algoritma yang sudah ditetapkan akan menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan terhadap mesin (Jakhar & Kaur, 2020).



Gambar 1. Skema pada AI

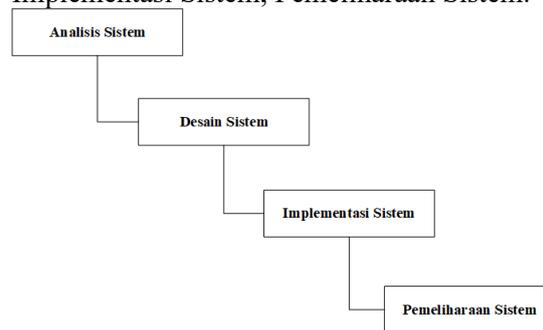
Machine Learning

Machine Learning (ML) adalah seni pemrograman dari komputer yang dimana ia dapat belajar dari data. Menurut Arthur Samuel (1959), *Machine Learning* adalah pembelajaran yang memberi komputer perintah untuk belajar dari data tanpa dilakukan sesuatu hal terperinci untuk harus mengikuti instruksi yang diprogram (Boehmke & Greenwell, 2019). Tujuan dari *Machine Learning* adalah untuk melatih mesin berdasarkan data dan algoritma yang diberikan. Menggunakan data dan informasi yang diproses, mesin belajar bagaimana membuat keputusan. ML bersifat dinamis, yang artinya memiliki kemampuan untuk mengubah dirinya sendiri saat diterapkan ke data yang lebih banyak. Aspek pembelajaran dari ML berarti bahwa algoritma ML berusaha meminimalkan kesalahan dan memaksimalkan kemungkinan prediksi menjadi benar (Jakhar & Kaur, 2020).

Metode Waterfall

Metode Waterfall adalah suatu model

System Development Life Cycle (SDLC) yang bersifat linear dari tahap awal yang berupa perencanaan sampai tahap akhir pengembangan sistem, yaitu tahap pemeliharaan (Nur, 2019). Metode ini merupakan metode yang sering digunakan oleh penganalisa sistem pada umumnya. Inti dari metode *waterfall* adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jadi setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu secara penuh sebelum diteruskan ke tahap berikutnya untuk menghindari terjadinya pengulangan tahapan. Secara garis besar metode *waterfall* mempunyai langkah – langkah sebagai berikut: Analisis Sistem, Desain Sistem, Implementasi Sistem, Pemeliharaan Sistem.



Gambar 2. Diagram alir secara waterfall

- A. Analisis kebutuhan perangkat lunak
Proses pengumpulan kebutuhan dilakukan secara intensif untuk menspesifikasikan kebutuhan perangkat lunak agar dapat dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh user.
- B. Desain
Desain perangkat lunak adalah proses multi langkah yang fokus pada desain pembuatan program perangkat lunak termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengodean. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan ke representasi desain agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya.
- C. Implementasi sistem
Desain harus ditranslasikan ke dalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.

D. Pengujian

Pengujian fokus kepada perangkat lunak secara logic dan fungsional dan memastikan bahwa semua bagian sudah diuji untuk meminimalisir error dan keluaran harus sesuai. Pemilihan cara pengujian dilakukan dengan menggunakan data-data yang sering digunakan untuk pengolahan data, mulai dari data operasional, data input dan output.

EfficientNet

EfficientNet merupakan kumpulan model yang terdiri dari *EfficientNet-B0* hingga *EfficientNet-B7* yang awalnya merupakan turunan dari *EfficientNet-B0* kemudian dilakukan evaluasi hingga muncul model-modelnya yang lain. *EfficientNet* memiliki keunggulan yang dapat mencapai akurasi yang tinggi dan juga dapat mengurangi parameter dari FLOPS (*Floating Point Operations Per Second*) yang memperbaiki kemampuan suatu model. *EfficientNet* menarik perhatian dalam melakukan prediksi dengan memanfaatkan metode penskalaan yang menggabungkan semua dimensi jaringan terhadap lebar (*width*), kedalaman (*depth*), dan resolusi (*resolution*). Dimensi lebar didasari oleh jumlah *channels* seluruh *layer*; pada dimensi kedalaman didasari oleh jumlah *layer* pada CNN, dan pada resolusi didasari oleh ukuran suatu gambar (Chowdhury et al., 2020).

3. Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah mengidentifikasi permasalahan yang muncul sebagai awal dimulainya perumusan masalah, perancangan, metode, dan rekomendasi.

b. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah data *MRI* tumor otak yang akan dijadikan sebagai data masukan. Pengumpulan data pada penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil data yang didapatkan dari *kaggle*. Data yang dikumpulkan merupakan data *MRI* tumor otak dua

dimensi dengan format *JPG* yang berjumlah 4091 gambar *grayscale* dengan resolusi 1024 x 1024. Data yang dikumpulkan terbagi menjadi 3 kelas. Setiap kelasnya terdiri dari *glioma tumor* sebanyak 394 gambar, *meningioma tumor* sebanyak 827 gambar, dan *pituitary tumor* sebanyak 2870 gambar.

c. Analisis Sistem

Tahapan analisis sistem ini, mempunyai tugas mendefinisikan masalah kebutuhan dari sistem yang diperlukan dalam permasalahan Klasifikasi tumor otak. Dengan adanya kemajuan teknologi informatika dan dunia kedokteran dapat menjawab kebutuhan Klasifikasi tumor otak, dan akan sangat membantu baik dari sisi peneliti. Oleh karena itu dibutuhkan program aplikasi klasifikasi tumor otak menggunakan *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *EfficientNet-B3*.

d. Perancangan sistem

Pada tahap ini data-data yang telah dikumpulkan dan dianalisis lalu dilakukan perancangan sistem model yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi. Tools yang digunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD), *Data Flow Diagram* (DFD).

e. Pembuatan aplikasi

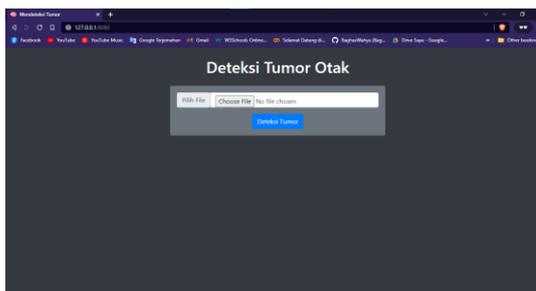
Pada tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi, setelah tahap perancangan sistem selesai. Aplikasi klasifikasi ini menggunakan *Google Collaboratory* sebagai pembuatan model *CNN*. Lalu aplikasi berbasis *web* ini menggunakan Bahasa pemrograman *Python* dan *framework Flask* sebagai *server*.

f. Pengujian sistem

Proses pengujian dalam penulisan ini yaitu dengan menggunakan pengujian *black box testing* dengan mengevaluasi dari sisi fungsional berdasarkan input dan output.

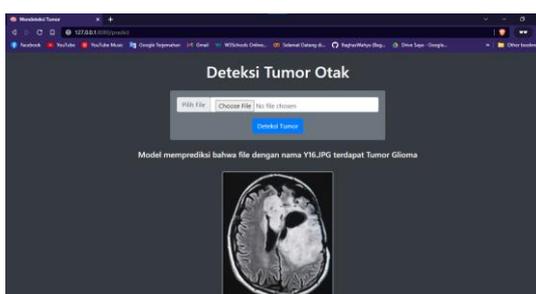
4. Hasil dan pembahasan

Implementasi dilakukan dengan bahasa pemrograman *Python* dan *framework Flask*.



Gambar 3. Halaman Input Citra

Gambar 3 merupakan halaman input citra yang akan digunakan untuk input deteksi tumor.



Gambar 4. Halaman Deteksi

Gambar 4 merupakan halaman setelah dilakukan deteksi tumor menggunakan model yang sudah dibuat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan keberhasilan penerapan serta pengujian dari model *EfficientNet-B3* untuk klasifikasi *MRI* tumor otak. Maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan model terbaik yang dibangun dan dirancang dalam bentuk sistem berhasil melakukan prediksi terhadap jenis tumor glioma, meningioma dan pituitary.
2. Pelatihan model *EfficientNet-B3* pada *MRI* tumor otak yang menghasilkan nilai akurasi tertinggi terdapat pada eksperimen 4 dengan skenario *learning rate* 0.02 dan *neuron* pada *dense* yang berjumlah 256 menghasilkan nilai akurasi mencapai 99.7 % dan mendapatkan nilai *F1-Score* tertinggi dari seluruh skenario eksperimen dengan nilai *F1-Score* mencapai 99.6%.

3. Penerapan *learning rate* pada model *EfficientNet-B3* untuk klasifikasi *MRI* tumor otak menunjukkan bahwa semakin besarnya *learning rate* maka semakin tinggi akurasi yang didapatkan.

Daftar Pustaka

- Aman, R. A., Soernarya, M. F., Andriani, R., Munandar, A., Tadjoeidin, H., Susanto, E., Nuhonni, S. A., & Nasional, K. P. K. (2016). Brain Tumor Management Guideline. *National Cancer Combat Committee*, 1–79.
<http://kanker.kemkes.go.id/guidelines.php?id=5>
- Boehmke, B., & Greenwell, B. (2019). Hands-On Machine Learning with R. In *Hands-On Machine Learning with R*.
<https://doi.org/10.1201/9780367816377>
- Cancer Council, A. (2020). Understanding Brain Tumours : A Guide for People with brain or spinal cord tumours, their families and friends. *Australia*, 1–68.
- Chowdhury, N. K., Kabir, M. A., Rahman, Md. M., & Rezoana, N. (2020). *ECOVNet: An Ensemble of Deep Convolutional Neural Networks Based on EfficientNet to Detect COVID-19 From Chest X-rays*.
<https://doi.org/10.7717/peerj-cs.551>
- Jakhar, D., & Kaur, I. (2020). Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences. *Clinical and Experimental Dermatology*, 45(1), 131–132.
<https://doi.org/10.1111/ced.14029>
- Nur, H. (2019). Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan. *Generation Journal*, 3(1), 1.
<https://doi.org/10.29407/gj.v3i1.12642>