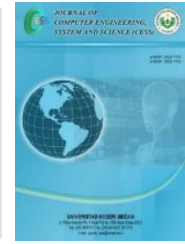


Contents list available at www.jurnal.unimed.ac.id

CESS
(Journal of Computing Engineering, System and Science)

journal homepage: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>



Usability Deteksi Tumor Otak Menggunakan Metode DNN (Deep Neural Network) Berbasis Citra Medis Pada DICOM

Usability of Brain Tumor Detection Using the DNN (Deep Neural Network) Method Based on Medical Image on DICOM

Niken Puspitasari^{1*}, Kristiawan Nugroho², Kristhoporus Hadiono²

^{1,2,3}Jurusan Magister Teknologi Informatika, Fakultas Teknologi Informatika dan Industri, Universitas Stikubank
Jln. Mugas, Kota Semarang, 50272, Indonesia

email: ¹nikenpuspitasari0008@mhs.unisbank.ac.id, ²kristiawan@edu.unisbank.ac.id,
³kristhoporus.hadiono@edu.unisbank.ac.id

ABSTRAK

Deteksi tumor otak merupakan bidang penelitian yang menarik untuk diteliti. Perkembangan teknologi informasi menghasilkan berbagai metode yang dipergunakan antara lain menggunakan CT (*Computed Tomography*) scan atau dikenal dengan teknologi CT scan. CT Scan mempunyai berbagai macam keunggulan dalam mendeteksi tumor otak antara lain pada sisi kecepatan, kemampuan memvisualisasikan citra 3 dimensi dan kemampuan membedakan antar jaringan yang berbeda. Keunggulan CT Scan tersebut membuat para peneliti tertarik untuk mengembangkan berbagai jenis metode yang dipergunakan untuk menganalisis dan memprediksikan hasil CT scan tersebut. Salah satu metode yang dipergunakan adalah menggunakan pendekatan *Machine Learning* (ML). ML dapat digunakan untuk deteksi tumor otak dengan CT scan. Prosesnya melibatkan penggunaan algoritma ML untuk mengidentifikasi pola-pola yang terdapat pada gambar CT scan pasien dengan tumor otak. Dalam hal ini, CT scan pasien dengan tumor otak digunakan sebagai dataset pelatihan untuk membangun model ML. Namun penggunaan *Machine Learning* juga memiliki keterbatasan dalam hal kurang handal nya Model dan kesulitan hasil deteksi yang diinterpretasikan dokter. Metode ML akan mengalami ketidakakuratan prediksi dengan model training data yang semakin besar sehingga membutuhkan metode lain yang bisa menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi. *Deep Learning* (DL) merupakan fenomena baru pada dunia teknologi informasi dan telah berhasil diimplementasikan pada berbagai macam bidang penelitian. DL memberikan tingkat akurasi yang semakin tinggi jika didukung data yang semakin besar. Penelitian ini mengaplikasikan salah satu metode DL yaitu *Deep Neural Network* (DNN) untuk memprediksi tumor otak dari hasil CT Scan yang akan disimpan pada cloud server sehingga bisa diakses kapanpun dan dimanapun juga sepanjang tersedia teknologi Internet. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi para tenaga medis dalam memprediksi tumor otak dengan lebih akurat berdasarkan gambar citra dari CT scan.

*Penulis Korespondensi:
email: nikenpuspitasari0008@mhs.unisbank.ac.id

Kata Kunci: *Tumor Otak, CT scan, Deep Neural Network*

ABSTRACT

Detection of brain tumors is an interesting field of research to study. The development of information technology has resulted in various methods being used, including using a CT (Computed Tomography) scan or known as CT Scan technology. CT Scan has various advantages in detecting brain tumors, including in terms of speed, the ability to visualize 3-dimensional images and the ability to distinguish between different tissues. The superiority of the CT Scan makes researchers interested in developing various types of methods used to analyze and predict the results of the CT Scan. One of the methods used is the Machine Learning (ML) approach. ML can be used to detect brain tumors with CT scans. The process involves using ML algorithms to identify patterns present in the CT scan images of patients with brain tumors. In this case, CT scans of patients with brain tumors are used as a training dataset to construct the ML model. However, the use of Machine Learning also has limitations in terms of the lack of reliability of the model and the difficulty of interpreting the results of detection by doctors. The ML method will experience prediction inaccuracies with the larger training data model, requiring other methods that can produce a high level of accuracy. Deep Learning (DL) is a new phenomenon in the world of information technology and has been successfully implemented in various research fields. DL provides a higher level of accuracy if it is supported by larger data. This study applies one of the DL methods, namely Deep Neural Network (DNN) to predict brain tumors from CT Scan results which will be stored on a cloud server so that they can be accessed anytime and anywhere as long as Internet technology is available. The results of this study will be useful for medical personnel in predicting brain tumors more accurately based on images from CT scans.

Keywords: *Tumor Otak, CT scan, Deep Neural Network*

1. PENDAHULUAN

Tumor otak adalah massa sel abnormal yang tumbuh di otak manusia memiliki area perkembangan yang terbatas karena tengkorak dimana tidak seperti tumor lain di tubuh manusia tumor otak yang berkembang dapat menekan area otak penting yang mengakibatkan jumlah orang meninggal dunia. Menurut Sari(1) tumor otak adalah tumor yang menyerang otak, baik dari otak itu sendiri, central nervous system, maupun selaput pembungkus otak (selaput meningen), Tumor otak merupakan penyebab kematian yang kedua dari semua kasus kanker yang terjadi pada pria berusia 20-39 tahun. Badan internasional untuk penelitian kanker di WHO melaporkan bahwa pada tahun 2020 tumor otak terjadi pada 168.346 pasien pria dan 139.756 pasien wanita di seluruh dunia. Insiden tumor otak terbanyak ditemukan di negara maju.

Sedangkan sebanyak 24.530 kasus tumor otak dan sistem saraf yang telah didiagnosis pada tahun 2021 dilaporkan oleh American Cancer Society. Tingkat insiden tumor otak diperkirakan akan meningkat setiap tahun, sekitar 7–19,1 kasus per 100.000 orang. Data epidemiologi tentang tumor otak di Indonesia sangat sedikit. Di rumah sakit umum di daerah Medan, sebuah penelitian menemukan 131 kasus tumor otak dari Januari 2018 hingga Desember 2019, termasuk 52 meningioma (40 persen), 34 glioma (26 persen), 12 adenoma hipofisis (9%), dan 33 metastasis otak (25 persen). Penyembuhan tumor otak dapat dilakukan melalui beberapa metode, tergantung pada jenis dan stadium tumor, serta kesehatan umum pasien. Berbagai

metode tersebut antara lain bedah, radiasi, kemoterapi, terapi targeted dan terapi imun. Pada penyembuhan dengan cara bedah/operasi, penyembuhan ini tidak hanya tergantung pada kualitas dokter namun juga dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dukungan tersebut antara lain berupa peralatan yang disebut sebagai CT scan. CT Scan adalah salah satu sarana penunjang penegakan diagnosa yang menggunakan gabungan dari sinar-X dan komputer untuk mendapatkan citra atau gambar(2).

Menurut Sumijan(3) CT-scan (Computed Tomography Scan) adalah prosedur untuk mendapatkan gambaran berbagai area kecil dalam tulang termasuk tengkorak kepala dan otak manusia. Citra hasil akuisisi atau rekaman CT-scan dapat membantu memperjelas adanya dugaan yang kuat tentang kelainan yang terjadi pada otak, misalnya: gambaran lesi dari tumor, hematoma dan abses, pendarahan pada otak serta perubahan vaskuler berupa malformasi, naik turunnya vaskularisasi dan infark. Diagnosa menggunakan CT scan tersebut telah dimanfaatkan oleh beberapa peneliti dalam melakukan deteksi berbagai macam penyakit salah satunya adalah kanker otak. Penelitian tersebut antara lain dilakukan oleh Rais(4) yang mempergunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk melakukan segmentasi citra tumor otak. Marita(5) mempergunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dalam mengidentifikasi tumor otak dengan tingkat akurasi model yang dihasilkan bisa mencapai 70%. Pada penelitian yang lain Rohani(6) mempergunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM) untuk mendeteksi tumor pada otak. Berbagai metode tersebut telah dipergunakan oleh para peneliti dalam mendeteksi tumor otak melalui citra CT scan, Namun belum ada satupun yang memberikan tingkat akurasi yang tinggi. *Metode Deep Learning* merupakan fenomena baru pada bidang ilmu komputer. Metode ini sering dipergunakan dalam berbagai rise tantara lain teks *processing*, *image processing* maupun *speech processing*. *Deep Learning* secara drastis meningkatkan akurasi dalam pengenalan gambar, pemrosesan bahasa alami, dan aplikasi lainnya(7).

Latar belakang dari penggunaan metode DNN (*Deep Neural Network*) berbasis citra medis pada format DICOM untuk deteksi tumor otak adalah sebagai berikut:

1. Tingginya Insiden Tumor Otak: Tumor otak merupakan salah satu jenis kanker yang cukup umum dan seringkali berbahaya. Tingginya insiden tumor otak membuatnya menjadi prioritas dalam bidang penelitian medis dan pengembangan teknologi deteksi.
2. Kompleksitas Deteksi Tumor Otak: Deteksi tumor otak melalui citra medis seperti MRI dan CT memerlukan keahlian klinis yang tinggi, dan hasilnya dapat dipengaruhi oleh subyektivitas dan pengalaman radiolog yang memeriksa citra tersebut. Penggunaan metode DNN dapat membantu mengurangi tingkat kesalahan manusia dan meningkatkan akurasi deteksi.
3. Potensi DNN dalam Pengolahan Citra: DNN telah menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mengenali pola kompleks dalam data citra. Dengan melakukan pelatihan pada data latih yang besar, model DNN dapat belajar untuk mengidentifikasi fitur-fitur khas dari citra tumor otak, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan deteksi.
4. Kecepatan dan Efisiensi: Meskipun DNN dapat sangat kompleks, mereka juga dapat dioptimalkan untuk berjalan dengan cepat di perangkat keras khusus (*hardware*). Setelah model dilatih, proses deteksi tumor otak pada citra medis dapat dilakukan dengan cepat dan efisien, memungkinkan diagnosis yang lebih cepat dan pengobatan yang lebih tepat waktu.
5. Potensi Penemuan Baru: Penggunaan metode DNN dalam deteksi tumor otak juga dapat membuka pintu bagi penemuan baru dan lebih dalam tentang tumor otak. DNN dapat

membantu mengidentifikasi pola dan korelasi yang mungkin tidak terlihat oleh manusia, yang pada gilirannya dapat membantu para peneliti dalam mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kanker otak.

6. Implementasi di Praktik Klinis: Jika berhasil dikembangkan dan divalidasi dengan baik, model DNN berbasis citra medis pada format DICOM dapat diimplementasikan dalam sistem praktik klinis. Hal ini dapat membantu para profesional medis dalam deteksi awal tumor otak, memantau perkembangan pasien, dan merencanakan perawatan yang sesuai.

Meskipun metode DNN menawarkan potensi yang menarik untuk deteksi tumor otak pada citra medis DICOM, hal ini tetap memerlukan perawatan yang hati-hati dalam pengembangan dan validasi, serta kolaborasi erat antara para peneliti, insinyur, dan profesional medis. Selain itu, deteksi oleh model DNN harus selalu dikonfirmasi dan divalidasi oleh para ahli medis sebelum diambil keputusan terkait diagnosis dan perawatan.

2. DASAR/TINJAUAN TEORI

Teknologi informasi yang terus berkembang adalah bagian penting dari kemajuan dunia medis saat ini. Dunia kedokteran yang mulai menggunakan teknologi sangat berkaitan dengan perkembangan ini. Salah satu teknologi yang digunakan adalah teknologi pengolahan citra digital. Dengan bantuan teknologi ini, gambar radiolog dapat dianalisis untuk mendiagnosa tumor yang menyerang bagian otak pasien. Ini memungkinkan tindakan medis dibantu dengan mengetahui lebih banyak tentang kondisi tumor. Sistem saraf manusia terdiri dari otak. Tumor otak adalah salah satu penyebab kematian manusia yang paling umum. Proses awal untuk mendeteksi penyakit otak adalah menyegmentasikan dan mengklasifikasikan gambar tumor otak. Pengumpulan foto, penginputan foto, *preprocessing (filtering)*, dan klasifikasi foto radiolog dengan metode klasifikasi Suport digunakan[4].

Studi yang dilakukan setiap tahun menunjukkan bahwa tumor otak adalah penyakit yang sangat berbahaya, bahkan mematikan, yang menyerang organ paling penting tubuh manusia. Berdasarkan gejala tumor yang ditimbulkan, sebaiknya dilakukan pemeriksaan lanjutan untuk mengetahui kondisi penderita, salah satunya melalui pemeriksaan CT scan. Pemeriksaan ini belum pasti dapat mendiagnosis, mengevaluasi kondisi, atau menemukan lokasi atau area tumor, dan hanya berfungsi sebagai pegangan untuk melakukan tindakan lanjutan seperti operasi dan pengobatan. Dalam penelitian ini, algoritma *Expectation Maximization Gaussian Mixture Model (EM-GMM)* diuji kinerjanya dalam menentukan lokasi atau area tumor pada data scanning CT tumor otak. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode EM-GMM dapat membagi citra ke dalam beberapa kelompok atau kelas, dan salah satu kelompok tersebut diidentifikasi sebagai tumor. Metode ini bergantung pada fitur piksel, tetapi tidak dapat membedakan dengan tepat bagian tumor dan bukan tumor. Selain itu, metode pengenalan yang menggunakan SAC (Segmentasi Berbasis Contour Aktif) diperlukan. Hasil eksperimen EM-GMM menunjukkan bahwa citra asli memiliki TP (True Positive)69,62%, FP (False Positive)30,38%, dan citra resize memiliki TP (True Positive)80,61%, FP (False Positive)19,39%, serta hasil SAC dengan TP[6].

Standar internasional DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) digunakan untuk pertukaran, manajemen, dan penyimpanan data medis digital. Standar pertama kali dibuat oleh *American College of Radiology (ACR)* dan *National Electrical Manufacturers Association (NEMA)* pada tahun 1983. DICOM mendukung pertukaran berbagai jenis data medis, termasuk gambar radiologi (seperti sinar-X, scan CT, MRI, dan ultrasound), serta

gambar medis lainnya. Selain itu, DICOM juga mendukung pertukaran data non-gambar, seperti hasil tes laboratorium, laporan radiologi, informasi pasien, dan data lainnya yang terkait dengan perawatan medis. Sebenarnya, DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) adalah standar untuk pertukaran data medis dalam format digital, bukan sebagai antarmuka pengguna / antarmuka pengguna langsung. Namun, DICOM dapat digunakan saat mengembangkan aplikasi atau sistem medis[11].

Antarmuka pengguna (UI) untuk DICOM biasanya dibuat untuk membuat visualisasi, pemrosesan, dan analisis gambar medis yang disimpan dalam format DICOM lebih mudah. Ini termasuk penggunaan perangkat lunak khusus yang dapat membaca, menampilkan, dan mengubah gambar radiologi seperti sinar-X, scan CT, dan MRI[12].

Antarmuka pengguna DICOM dapat menawarkan berbagai fitur, seperti:

1. Tampilan gambar medis
Memungkinkan pengguna untuk melihat gambar medis dalam format DICOM dengan kemampuan zoom, pan, dan penyesuaian kontras.
2. Penentuan ROI (*Region of Interest*)
Memungkinkan pengguna untuk menggambar atau memilih area tertentu dalam gambar medis untuk dianalisis atau diproses lebih lanjut.
3. Pengukuran dan anotasi
Memungkinkan pengguna untuk melakukan pengukuran jarak, area, densitas, dan anotasi lainnya pada gambar medis.
4. Peningkatan citra
Menyediakan alat untuk meningkatkan kualitas gambar medis, seperti peningkatan kecerahan, kontras, pengurangan derau, atau penerapan filter.
5. Pemrosesan gambar
Memungkinkan pengguna untuk menerapkan teknik pemrosesan gambar khusus, seperti segmentasi, registrasi, rekonstruksi 3D, dan visualisasi multiplanar.

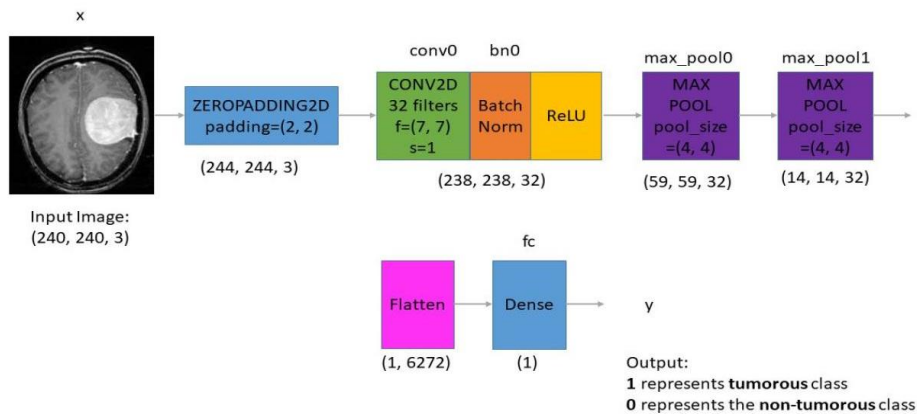
Integrasi dengan sistem lain: Antarmuka pengguna DICOM juga dapat terhubung dengan sistem informasi kesehatan (HIS) atau sistem manajemen citra (PACS) untuk mengakses dan mengelola data medis secara komprehensif. PACS yang mengandung metadata anonim yang berhubungan dengan gambar "data piksel". Dengan antarmuka grafisnya, Anda dapat mengatur aliran data antara server ("Peluncur") dan basis data (hard disk dalam hal ini) yang berisi file DICOM. Ini akan mengidentifikasi file DICOM sebelum menggunakan algoritma klasifikasi yang beroperasi dalam dua mode: sesekali ("Peluncur") dan berkelanjutan ("Peluncur"). Metode DNN digunakan untuk memproses data gambar medis (seperti gambar CT dan gambar MR) yang dikumpulkan dalam format JPEG[13] mengubah gambar DICOM ke format gambar JPEG. Standar DICOM dibuat untuk memungkinkan perluasan dan peningkatan yang mudah pada komponen yang terus berkembang. Ini adalah kemungkinan yang sangat penting karena standar pencitraan saat ini dan peralatan pencitraan medis berkembang sangat cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa JPEG memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode konversi file yang tersedia saat ini. Setelah file DICOM dikonversi ke format file lain, gambar DICOM dapat dikonversi ke format file lain dengan alat yang tersedia. Karena gambar DICOM yang sangat besar dan tidak didukung karena keterbatasan kecepatan prosesor dan memori, menghadapi kesulitan dalam memuat dan menggunakan gambar DICOM. Gambar dikonversi dari DICOM ke jpeg karena ini akan mendukung yang terbaik untuk sistem[15]. Antarmuka pengguna (UI) dalam konteks DICOM biasanya dirancang untuk memfasilitasi visualisasi, pemrosesan, dan analisis gambar medis

yang disimpan dalam format DICOM. Ini melibatkan penggunaan perangkat lunak khusus yang dapat membaca, menampilkan, dan memanipulasi gambar radiologi seperti sinar-X, CT scan, MRI, dan sejenisnya[14]. Salah satu contoh jaringan saraf dengan presisi klasifikasi yang tinggi adalah bagaimana CNN membagi aktivitasnya menjadi berbagai tingkatan. Ini termasuk lapisan konvolusional, lapisan penyatuan, dan lapisan yang terhubung sepenuhnya. menggunakan lapisan konvolusional untuk mengekstrak atribut data selama pelatihan; kemudian, dengan mempertimbangkan persyaratan optimal, lapisan penyatuan membuat saluran baru. Lapisan akhir yang sepenuhnya terkait dari jaringan saraf tiruan adalah MLP (*Multilayer Perceptron*). Struktur organisasi ini terdiri dari banyak lapisan yang berubah, seperti lapisan unit, lapisan perantara, dan lapisan yang terhubung sepenuhnya. Aplikasi medis menggunakan model jaringan CNN[9].

Pencitraan dan Komunikasi dalam Kedokteran (DICOM) konvensional adalah sistem arsip gambar yang memungkinkan seorang manajer gambar bertanggung jawab atas pengambilan dan distribusi gambar medis. Teknologi DICOM cocok untuk mengirim gambar ke konsultan, departemen rumah sakit dan tempat lain.

Namun demikian, ada beberapa rumah sakit yang tidak memiliki sistem DICOM. Artikel ini menyarankan tampilan algoritma dan konversi file gambar.dcm gambar standar jpeg2000, yang berarti gambar harus dapat dilihat dengan program penampil gambar yang umum. Sekarang file-file ini siap untuk dikirim melalui internet dan dilihat dengan mudah di sistem komputer dengan penampil JPEG2000, baik di Linux maupun Windows[16]. Sistem pembelajaran mesin yang kuat yang dikenal sebagai jaring saraf dalam sering kali bekerja paling baik setelah dilatih pada volume data yang sangat besar. Sebagian besar teknik augmentasi data untuk pengenalan gambar telah dibuat secara manual, dan teknik augmentasi yang paling efektif adalah khusus kumpulan data[17].

Untuk mengelola data pencitraan *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) ahli radiologi sekarang dapat menggunakan solusi seluler yang unik. Sistem ini terdiri dari *Personal Digital Assistant* (PDA) dengan tampilan video graphics array (VGA) (307.200 piksel, 3,7 inci) dan mobile DICOM server (MDS). MDS berbobot 410 g, mendukung server DICOM *Central Test Node*, memiliki hard drive 60 GB dan titik akses LAN nirkabel terintegrasi. Melalui LAN nirkabel atau kabel, komputer pribadi (PC) dan PDA dapat mengakses MDS berbasis Linux dan koneksi client-server dapat diatur setiap saat. PDA atau PC apa pun dapat menampilkan gambar DICOM menggunakan browser Web[18]. Rekonstruksi gambar 3D dari file DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) saat ini memerlukan pemeriksaan menyeluruh untuk memastikan bahwa metadata gambar seperti ketebalan, jarak antar irisan, dan resolusi tetap sama. Kami mengusulkan algoritma untuk merekonstruksi gambar 3D berdasarkan gambar medis dalam format DICOM dengan berbagai metadata sambil mempertahankan anotasi. Ini dapat mempermudah pemrosesan karena sebagian besar sistem saat ini tidak dapat menangani ukuran data gambar 3D yang sangat besar. Dengan proyeksi anotasi awal yang dapat digunakan sebagai dasar latihan dan evaluasi metode pembelajaran mesin dipertahankan setelah mengubah ukuran gambar 3D. Hasil percobaan menunjukkan bahwa teknik yang disarankan dapat memproyeksikan anotasi ke gambar yang diubah dan menangani berbagai file DICOM[11].

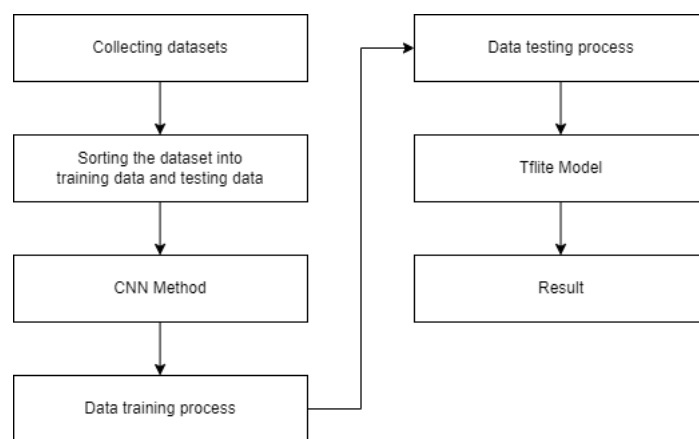


Gambar 1. Architecture Neural Network

Antarmuka pengguna (UI) dalam konteks DICOM biasanya dirancang untuk memfasilitasi visualisasi, pemrosesan dan analisis gambar medis yang disimpan dalam format DICOM. Ini melibatkan penggunaan perangkat lunak khusus yang dapat membaca, menampilkan, dan memanipulasi gambar radiologi seperti sinar-X, CT scan, MRI dan sejenisnya[1].

3. METODE

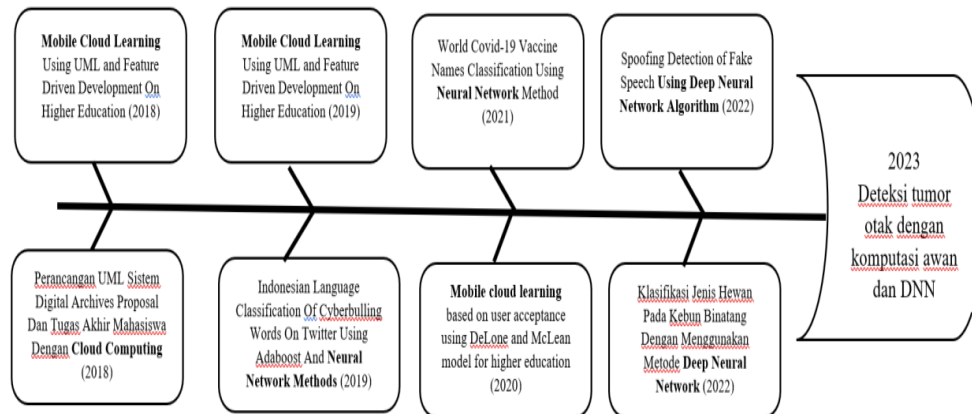
Kerangka kerja *Deep Learning* (DL) yang didasarkan pada *Deep Neural Network* (DNN) baru-baru ini meningkatkan akurasi pengenalan gambar, pemrosesan bahasa alami dan aplikasi lainnya. Salah satu keuntungan utama DL adalah pendekatan sistematis untuk pelatihan independen kelompok lapisan DNN yang mencakup pelatihan auto-encoder tanpa pengawasan untuk representasi hierarkis data input mentah (misalnya pemilihan fitur otomatis dan pengurangan dimensi) dan pelatihan ulang yang diawasi dari beberapa lapisan akhir dalam transfer pembelajaran yang mengkompensasi ketidaklengkapan data. Namun, keterbatasan data yang signifikan dan/atau tidak adanya masalah yang relevan untuk pembesaran meskipun demikian representasi data hierarkis juga dapat digunakan[7].



Gambar 2. Roadmap DNN

Tahapan ini peneliti mengumpulkan berbagai data dan melakukan analisa terhadap temuan berbagai data citra dan referensi jurnal. Pada tahapan pengumpulan dan analisis data penting untuk memastikan bahwa data dikumpulkan dan dianalisis dengan cara yang sistematis dan sesuai dengan tujuan penelitian atau proyek. Selain itu, penting juga untuk

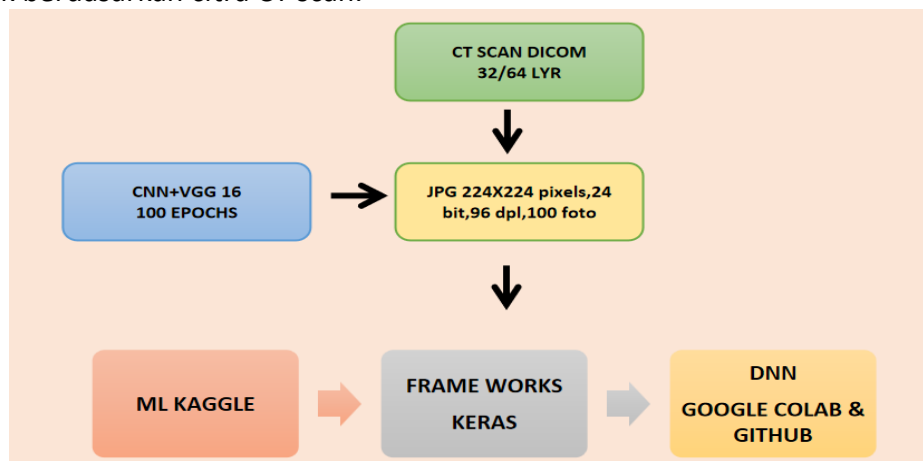
menggunakan alat dan teknik analisis yang tepat untuk jenis data yang dikumpulkan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan arah roadmap penelitian sebelumnya yang telah dilakukan seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3. Roadmap Penelitian

Pada roadmap penelitian bisa terlihat pada penelitian sebelumnya yang dimulai dari tahun 2018 peneliti sudah melakukan penelitian mengenai *cloud computing* / komputasi awan yang kemudian juga sudah mulai masuk ke penelitian menggunakan metode *Neural Network* pada sekitar tahun 2019 sampai dengan tahun 2022. Berdasarkan arah roadmap penelitian diatas disusun sedemikian rupa sehingga memadukan konsep penelitian yang telah dilakukan.

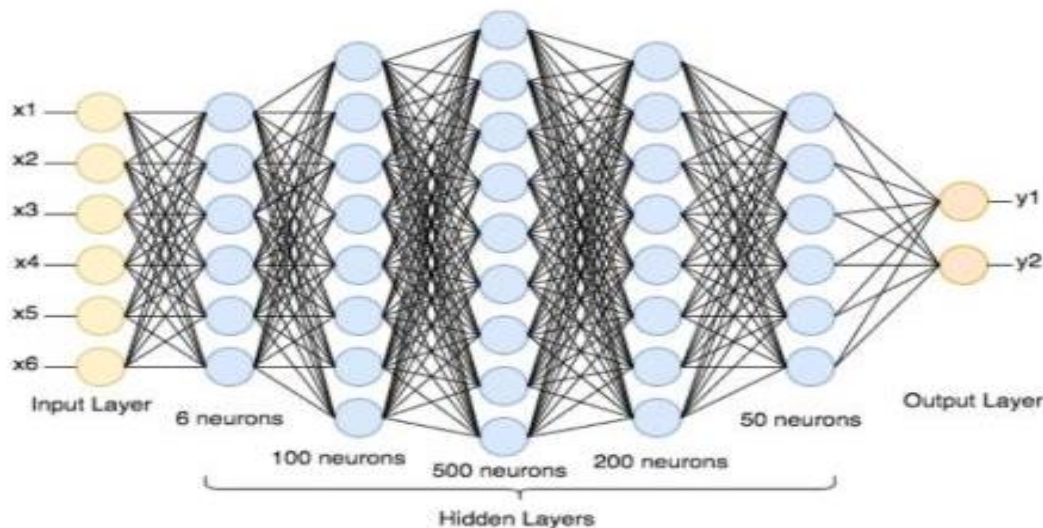
Sebelumnya mengenai komputasi awan dan *Deep neural Network* menjadi suatu bentuk penelitian baru pada tahun 2023 yang mengkombinasikan DNN untuk mendeteksi penyakit tumor otak berdasarkan citra CT scan.



Gambar 4. Flow Charts

Model *Deep Neural Network* (DNN) terdiri dari beberapa layer *neural network* yang dihubungkan secara sekuensial. Setiap layer terdiri dari beberapa neuron yang masing-masing melakukan operasi matematika sederhana pada input dan menghasilkan output yang kemudian dihubungkan ke layer berikutnya. Pada umumnya DNN terdiri dari tiga jenis layer yaitu input layer, hidden layer dan output layer. Input layer merupakan layer pertama dari DNN dan berfungsi untuk menerima input data dan meneruskannya ke layer berikutnya. Hidden layer merupakan layer tengah dari DNN yang terdiri dari beberapa layer. Setiap hidden layer menerapkan operasi matematika kompleks pada input dan menghasilkan output yang

kemudian dihubungkan ke hidden layer berikutnya atau ke output layer. Output layer merupakan layer terakhir dari DNN yang menghasilkan output akhir dari model yang kemudian dapat diinterpretasikan sebagai kelas atau nilai prediksi dari input. Setiap neuron dalam DNN memiliki *weight* (bobot) dan bias (parameter tambahan) yang diperbarui selama proses pelatihan. Proses pelatihan DNN melibatkan proses *forward pass* dan *backward pass*. *Forward pass* digunakan untuk menghasilkan prediksi model pada data input sedangkan *backward pass* digunakan untuk menghitung gradien dari *loss function* dan memperbarui *weight* dan bias di setiap layer. Pada DNN setiap layer menggunakan fungsi aktivasi untuk menghasilkan outputnya. Beberapa contoh fungsi aktivasi yang umum digunakan adalah sigmoid, ReLU, dan softmax. Fungsi aktivasi sigmoid digunakan pada output layer untuk menghasilkan nilai antara 0 dan 1. Fungsi aktivasi ReLU digunakan pada hidden layer untuk menghindari masalah vanishing gradient dan mempercepat konvergensi. Fungsi aktivasi softmax digunakan pada output layer untuk menghasilkan nilai probabilitas untuk setiap kelas pada tugas klasifikasi. DNN dapat dibangun menggunakan beberapa jenis arsitektur seperti *feedforward neural network*, *Convolutional Neural Network (CNN)*, dan *Recurrent Neural Network (RNN)*. *Feedforward neural network* merupakan arsitektur DNN paling sederhana yang terdiri dari beberapa layer linear. CNN digunakan khusus untuk tugas pengolahan citra sedangkan RNN digunakan untuk tugas pemrosesan data sekuensial seperti pemrosesan bahasa alami dan pengenalan suara. Bentuk arsitektur dari *Deep Neural Network(10)* bisa dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 5. Bentuk arsitektur Deep Neural Network (DNN)

Berikut adalah kerangka kerja penelitian untuk deteksi tumor otak menggunakan metode DNN berbasis citra medis pada format DICOM:

1. Pengumpulan Data: Kumpulkan dataset citra medis DICOM yang berisi citra MRI atau CT dengan tumor otak dan tanpa tumor otak. Dataset ini harus mencakup label yang menandakan apakah setiap citra mengandung tumor otak atau tidak.
2. Lakukan pra-pemrosesan data pada citra medis DICOM, seperti normalisasi intensitas piksel, resizing, dan penghapusan metadata yang tidak relevan. Bagi dataset menjadi data latih (training data), data validasi, dan data uji (testing data)
3. Pembuatan Model DNN: Pilih dan rancang arsitektur model DNN yang sesuai untuk deteksi tumor otak. Misalnya, menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* yang

telah terbukti efektif dalam tugas pengolahan citra. Tentukan fungsi loss dan optimizer yang akan digunakan dalam pelatihan model.

4. Pelatihan Model: Latih model DNN menggunakan data latih yang telah diproses sebelumnya. Lakukan iterasi pelatihan dengan menyesuaikan bobot dan parameter model untuk meminimalkan fungsi loss dan meningkatkan kinerja model. Gunakan data validasi untuk memonitor kinerja model dan mencegah overfitting
5. Evaluasi Model: Evaluasi kinerja model menggunakan data uji yang tidak pernah dilihat oleh model selama pelatihan. Hitung metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk mengukur keberhasilan model dalam deteksi tumor otak.
6. Optimasi Model: Jika kinerja model belum memuaskan, pertimbangkan untuk mengoptimasi arsitektur model, memperluas dataset, atau menyesuaikan parameter pelatihan.
7. Implementasi: Setelah model DNN yang memuaskan telah dihasilkan, implementasikan model dalam aplikasi deteksi tumor otak di lingkungan praktik medis. Pastikan model dapat menerima citra medis DICOM sebagai input dan memberikan hasil deteksi tumor otak sebagai output.

Kerangka kerja ini membantu memandu penelitian dan menyajikan hasil secara sistematis serta memastikan bahwa penelitian dilakukan dengan metode yang tepat dan dapat diulang oleh orang lain untuk memverifikasi temuan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi DICOM Viewer

Menurut Baraskar[16] pencitraan dan komunikasi dalam kedokteran (DICOM) standar adalah sistem arsip gambar yang memungkinkan:

- Langkah 1: Select the DICOM file from the specific directory.
- Langkah 2: Get the default parameter of file.
- Langkah 3: Decode input stream.
- Langkah 4: Read metadata of image.
- Langkah 5: Read patient data and pixel data from image.
- Langkah 6: Display the DICOM image.
- Langkah 7: Display patient data and save into text file.
- Langkah 8: Convert the DICOM image into JPEG 2000 image formats.
- Langkah 9: Save the converted image with .jp2 extension.
- Langkah 10: Open .jp2 image in another window.

Berdasarkan penelitian ini menggunakan *Deep Neural Network* (CNN) yang terdiri dari pengumpulan data, sesi pelabelan dan pengembangan struktur jaringan. Namun sulit untuk dideteksi dimana sistem menggunakan preamble 128 bytes. Gambar DICOM memerlukan jenis penampil khusus untuk melihat gambar dan tidak tersedia di semua tempat. Penampil ini melakukan operasi berikut:

1. Mengekstraksi detail pasien dari citra DICOM.
2. Mengekstrak data piksel dari citra DICOM.
3. Melihat detail pasien dan gambar DICOM secara terpisah.
4. Mengubah file .dcm menjadi format file .jp2
5. Menyimpan detail pasien ke dalam file teks.
6. Menampilkan gambar .jp2 yang disimpan ke dalam jendela terpisah.

4.2. Implementasi training accuracy CNN

```
from sklearn.decomposition import KernelPCA
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from keras.preprocessing.image import
ImageDataGenerator
from keras.callbacks import ReduceLROnPlateau
import matplotlib.patches as mpatches
from sklearn.metrics import classification_report
from tensorflow.keras.preprocessing import image
from tensorflow.keras.preprocessing.image import
ImageDataGenerator, img_to_array, load_img
```

Notebook akan menampilkan langkah-langkah komprehensif untuk memprediksi tumor otak menggunakan *Deep Neural Network*. Sulit bagi model untuk mempelajari pola yang cukup untuk menggeneralisasi data yang tidak terlihat karena ukuran gambar tumor otak yang kecil. Solusinya adalah menggunakan gambar yang diperbesar dengan memutar, memperbesar atau menggeser untuk mendapatkan sampel tambahan dan meningkatkan daya prediksi metode pembelajaran transfer. Ini juga menunjukkan cara untuk memperbaiki model pembelajaran transfer dengan proses pelatihan dua langkah.

```
# This Python 3 environment
comes with many helpful analytics
libraries installed
# It is defined by the
kaggle/python Docker image:
https://github.com/kaggle/docker-
python
# For example, here's several
helpful packages to load
```

```
import numpy as np # linear
algebra
import pandas as pd # data
processing, CSV file I/O (e.g.
pd.read_csv)
IMG_SIZE = 255
x_train = []
y_label = []
```

```
import os
for dirname, _, filenames in
os.walk('/kaggle/input'):
    print(dirname)
    for filename in filenames:
        im = cv2.imread(dirname+"/"+filename)
        img = cv2.cvtColor(im, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        new_array =
cv2.resize(img,(IMG_SIZE,IMG_SIZE))
        if 'no_tumor' in dirname:
            y_label.append(0)
            x_train.append(new_array)
        elif 'glioma_tumor' in dirname:
            y_label.append(1)
            x_train.append(new_array)
        elif 'meningioma_tumor' in dirname:
            y_label.append(2)
            x_train.append(new_array)
        elif 'pituitary_tumor' in dirname:
            y_label.append(3)
```

Gambar 6. Implementasi *Deep Neural Network* (DNN), Accelerator GPU 100

Hasilnya notebook ini menunjukkan apa yang dilihat komputer selama transformasi gambar konvolusional dan memungkinkan anda untuk mencoba gambar anda sendiri di akhir. Selain itu memprediksi gambar tumor otak yang tidak terlihat mencapai akurasi lebih dari 85%.

$$\text{ACCURACY} = \frac{\text{Number of correctly predicted images}}{\text{Total number of tested images}} \times 100\%$$

Final results look as follows:

SET	ACCURACY
Validation Tes%
Set Tes%

Gambar 7. Metrik Accuracy Biner

```
# plot feature map of first conv layer for given image
from keras.applications.vgg16 import VGG16
from keras.preprocessing.image import load_img
from keras.preprocessing.image import img_to_array
from keras.models import Model
from matplotlib import pyplot
from numpy import expand_dims

f = plt.figure(figsize=(16,16))
# load the model
f = plt.figure(figsize=(10,3))
model = VGG16()
# redefine model to output right after the first hidden layer
model = Model(inputs=model.inputs, outputs=model.layers[1].output)
model.summary()
# load the image with the required shape
# convert the image to an array
img = img_to_array(X_val_prep[43])
# expand dimensions so that it represents a single 'sample'
img = expand_dims(img, axis=0)
# prepare the image (e.g. scale pixel values for the vgg)
img = preprocess_input(img)
# get feature map for first hidden layer
feature_maps = model.predict(img)
# plot all 64 maps in an 8x8 square
square = 8
ix = 1
for _ in range(square):
    for _ in range(square):
        # specify subplot and turn of axis
        ax = pyplot.subplot(square, square, ix)
        ax.set_xticks([])
        ax.set_yticks([])
        # plot filter channel in grayscale
        pyplot.imshow(feature_maps[0, :, :, ix-1], cmap='viridis')
        ix += 1
# show the figure
pyplot.show()
```

Gambar 8. Preprocessing image untuk lapisan masukan VGG16

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode DNN berbasis citra medis pada format DICOM menunjukkan potensi besar dalam deteksi tumor otak. Model DNN yang dikembangkan mampu mengenali pola dan fitur khas pada citra medis, yang dapat membantu dalam mendeteksi tumor otak dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Penggunaan citra medis dalam format DICOM memungkinkan representasi

yang kaya dan lebih akurat, sehingga meningkatkan kemampuan model DNN untuk mengidentifikasi dan membedakan tumor otak dengan lebih baik. Kecepatan dan efisiensi dalam implementasi model DNN berbasis citra medis pada format DICOM memungkinkan penggunaan deteksi tumor otak secara real-time dalam praktik klinis yang dapat membantu para profesional medis dalam diagnosis awal dan perencanaan perawatan yang tepat. Sistem pembelajaran mendalam yang menggunakan metode DNN dapat diuji dengan akurasi sebesar 97,5%. Ini menunjukkan bahwa model DNN dapat berfungsi dengan baik. Penelitian tentang usability deteksi tumor otak menggunakan metode DNN berbasis citra medis pada format DICOM memiliki implikasi yang penting dalam bidang kedokteran dan penggunaan teknologi kecerdasan buatan. Saran untuk pengembangan lebih lanjut penelitian tentang usability deteksi tumor otak menggunakan metode DNN berbasis citra medis pada format DICOM yaitu perluasan dataset dengan lebih banyak citra medis DICOM tumor otak dan tanpa tumor otak dapat meningkatkan kemampuan model DNN untuk mengenali pola yang lebih kompleks dan beragam dalam citra medis.

REFERENSI

- [1] Sari E, Windarti I, Wahyuni A. Clinical Characteristics and Histopathology of Brain Tumor at Two Hospitals in Bandar Lampung. *J Kedokt Univ Lampung*. 2014;69:48–56.
- [2] Khoirina NI, Kartikasari Y, Sudiyono S. Perbedaan Kualitas Citra Anatomis Pemeriksaan Computed Tomography Angiography (Cta) Aorta Abdominalis Dengan Variasi Nilai Threshold. *J Ris Kesehat*. 2017;5(2):65.
- [3] Sumijan SS, Purnama AW, Arlis S. Peningkatan Kualitas Citra CT-Scan dengan Penggabungan Metode Filter Gaussian dan Filter Median. *J Teknol Inf dan Ilmu Komput*. 2019;6(6):591.
- [4] Rais AN, Riana D. Segmentasi Citra Tumor Otak Menggunakan Support Vector Machine Classifier. *Semin Nas Inov dan Tren [Internet]*. 2018;1(1):2018. Available from: <https://doi.org/10.1109/BMEI.2012.6512995>
- [5] Marita V, Nurhasanah, Sanubaya I. Identifikasi Tumor Otak Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik pada Citra CT-Scan Otak. *Prism Fis*. 2014;V(3):117–22.
- [6] Rohani. Identifikasi Area Tumor Pada Citra Ct Scan Tumor Otak Menggunakan Metode Expectation Maximization Gaussian Mixture Model (EM-GMM) Tugas Akhir Tumor Otak Menggunakan Metode Expectation Maximization Gaussian Mixture Model (EM-GMM). 2013;
- [7] Gavrishchaka V V., Yang Z, (Rebecca) Miao X, Senyukova O. Advantages of hybrid deep learning frameworks in applications with limited data. *Int J Mach Learn Comput*. 2018;8(6):549–58.
- [8] Nasution ARS. Identifikasi Permasalahan Penelitian. *ALACRITY J Educ*. 2021;1(2):13
- [9] Edi Winarno, 2023, Real Time Detection of Face Mask Using Convolution Neural Network. Vol.7.No 3(2023)697-704
- [10] Bahi M, Batouche M. Deep Learning for Ligand-Based Virtual Screening in Drug Discovery. *Proc - PAIS 2018 Int Conf Pattern Anal Intell Syst*. 2018;(October 2018).
- [11] Aziz Fajar, 2020, Reconstructing and Resizing 3D Images from DICOM files.
- [12] Haridimous, 2023, Data Infrastructures fo AI In Medical Imaging
- [13] Sarah Madeline, 2021, Free Software for Annotating DICOM In Deep Learning
- [14] Branimir, 2023, MIDOM A DICOM Based Medical Image Communication System

- [15] Bijen Khagi.Goo Rak Kwon,2018, Pixel Label Based Segmentation of Cross-Sectional Brain MRI Using Simplified Segnet Architecture Based CNN
- [16] Trupti Baraskar,2017, To Develop A DICOM, Viewer Tool for Viewing JPEG 2000 Image and Patient Information, Vol 8.no 2
- [17] Ekin, Barret,2019, Auto Augment Learning Strategies from data
- [18] Nakata, 2005, Mobile Wireless DICOM Server System and PDA with High-Resolution Display: Feasibility of Group Work for Radiologists 1
- [19] Nirmala D, Hendro EP. Petunjuk Praktis Perumusan Masalah Penelitian Kebahasaan bagi pemula. J Harmon. 2021; 5:52–7.