**Research Titles Plan**

Muhammad Hilmy Naufal

| **Nama Judul** | **Dataset** |
| --- | --- |
| 1. Classification Ischemic Stroke |  |
| 1. Segmentasi Apical Periodontitis Lesions |  |
|  |  |

1. Classification Ischemic Stroke

**BAB 1 - PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang

Penyakit stroke iskemik merupakan salah satu penyebab utama kematian dan disabilitas di seluruh dunia. Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO), lebih dari 12 juta kasus baru stroke terjadi setiap tahunnya, dengan stroke iskemik menyumbang sekitar 85% dari total kasus stroke. Kerusakan otak akibat stroke iskemik yang tidak segera ditangani dapat menyebabkan gangguan fungsi motorik, kognitif, bahkan kematian. Oleh karena itu, deteksi dini dan segmentasi lesi stroke iskemik menjadi langkah yang sangat penting dalam proses diagnosis dan penanganan lebih lanjut (Maier et al., 2015).

Segmentasi lesi stroke iskemik pada citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan langkah penting untuk menentukan lokasi dan luas area lesi. Segmentasi ini membantu dokter untuk mengidentifikasi area otak yang memerlukan intervensi medis lebih lanjut. Namun, segmentasi secara manual membutuhkan waktu yang lama, keahlian tinggi, serta rentan terhadap subjektivitas pengamat (Maier et al., 2015). Oleh karena itu, metode otomatis berbasis komputer, terutama yang menggunakan deep learning, telah berkembang pesat untuk mengatasi masalah ini.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam segmentasi adalah penggunaan U-Net, sebuah arsitektur deep learning yang dirancang khusus untuk segmentasi citra. U-Net telah menunjukkan hasil yang baik dalam berbagai tugas segmentasi medis. Namun, pada dataset seperti ATLAS, yang memiliki ketidakseimbangan kelas ekstrem karena lesi hanya mencakup kurang dari 1% area citra, performa U-Net sering kali menurun. Hal ini disebabkan oleh kesulitan model dalam mendeteksi area lesi yang kecil dan ambigu (Chyzhyk et al., 2017).

Fitur tekstur seperti gradien dan orientasi telah terbukti efektif dalam membantu model segmentasi menangkap pola-pola halus pada lesi kecil. Salah satu metode untuk ekstraksi fitur tersebut adalah Histogram of Oriented Gradients (HOG). Metode ini dapat memberikan informasi tambahan berupa pola tekstur lokal yang tidak bergantung pada intensitas piksel, sehingga mampu meningkatkan sensitivitas model terhadap lesi kecil (Dalal & Triggs, 2005; Maier et al., 2015). Dengan mengintegrasikan fitur HOG ke dalam pipeline segmentasi berbasis U-Net, diharapkan model dapat lebih baik dalam menangkap pola-pola penting dari lesi, khususnya pada dataset seperti ATLAS.

Selain itu, penggunaan fungsi loss seperti Focal Loss juga menjadi kunci dalam mengatasi ketidakseimbangan kelas. Focal Loss memberikan bobot lebih besar pada sampel yang sulit diprediksi, seperti piksel lesi, sehingga model dapat lebih fokus dalam mendeteksi area lesi yang jarang. Kombinasi antara U-Net, fitur HOG, dan Focal Loss diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam segmentasi lesi stroke iskemik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode segmentasi otomatis dengan mengintegrasikan fitur tekstur HOG ke dalam arsitektur U-Net, serta menggunakan Focal Loss untuk menangani ketidakseimbangan kelas. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta model segmentasi yang lebih akurat dan robust, khususnya untuk dataset dengan karakteristik seperti ATLAS.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengintegrasikan fitur Histogram of Oriented Gradients (HOG) ke dalam arsitektur U-Net untuk segmentasi lesi stroke iskemik?
2. Bagaimana penggunaan Focal Loss dapat meningkatkan performa model dalam menangani ketidakseimbangan kelas pada dataset seperti ATLAS?
3. Bagaimana efektivitas kombinasi U-Net, HOG, dan Focal Loss dalam meningkatkan akurasi segmentasi lesi stroke iskemik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan metode segmentasi otomatis dengan mengintegrasikan fitur HOG ke dalam arsitektur U-Net.
2. Menggunakan Focal Loss untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas dalam segmentasi lesi stroke iskemik.
3. Mengevaluasi performa model kombinasi U-Net, HOG, dan Focal Loss pada dataset ATLAS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode segmentasi otomatis yang lebih akurat untuk lesi stroke iskemik.
2. Memperluas wawasan tentang penggunaan fitur tekstur seperti HOG dalam segmentasi citra medis.
3. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas deteksi lesi stroke iskemik, yang dapat membantu proses diagnosis klinis secara lebih cepat dan andal.

| NO | Artikel | Masalah | Tujuan | Metode | Data dan Hasil | Keterkaitan |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | The Multi-Level Classification Network (MCN) with Modified Residual U-Net for Ischemic Stroke Lesions Segmentation | False positive akibat interclass similarity dan false negative akibat class imbalance. | Mengembangkan MCN untuk meningkatkan akurasi segmentasi lesi stroke iskemik pada dataset ATLAS. | Menggunakan tiga tahap: klasifikasi slice, klasifikasi patch, dan segmentasi menggunakan XU-Net. | Dataset ATLAS (304 MRI). F1-score klasifikasi slice: 0.88, F1-score klasifikasi patch: 0.78, Dice score segmentasi: 0.75. | Membantu memahami solusi terkait false positive dan false negative dengan pendekatan berbasis klasifikasi dan post-processing untuk data medis. |
| 2 | Deep Models for Stroke Segmentation: Do Complex Architectures Always Perform Better? | Kompleksitas tinggi arsitektur segmentasi stroke, khususnya model Transformer. | Mengevaluasi performa model CNN, Transformer, dan hybrid CNN-Transformer untuk segmentasi stroke. | Membandingkan nnU-Net, DAE-Former, FCT, LKA, dan D-LKA pada dataset ISLES 2022 dan ATLAS v2.0. | nnU-Net menghasilkan performa terbaik dengan Dice Score 0.83 (ATLAS v2.0) dan 0.88 (ISLES 2022). Hybrid CNN-Transformer juga efektif menangkap informasi lokal dan global. | Memberikan panduan untuk memilih arsitektur yang optimal untuk segmentasi stroke, dengan fokus pada preprocessing dan post-processing, bukan hanya kompleksitas arsitektur. |
| 3 | An Appraisal of the Performance of AI Tools for Chronic Stroke Lesion Segmentation | Performa AI untuk segmentasi lesi stroke kronis masih moderat, Dice Score median 59,40%. | Mengevaluasi performa arsitektur deep learning menggunakan dataset ATLAS untuk segmentasi lesi stroke. | Menggunakan dataset ATLAS untuk mengevaluasi CNN (U-Net, DeepLab), hybrid CNN-Transformer, dan preprocessing/augmentasi data. | Median Dice Score 59,40%. METrans (hybrid CNN-Transformer) memberikan hasil terbaik (Dice Score 93,10%), tetapi metode lain seperti CNN berbasis U-Net berkisar antara 53-67%. | Memberikan analisis komprehensif tentang arsitektur AI yang optimal untuk segmentasi stroke kronis, dengan fokus pada preprocessing, augmentasi data, dan strategi pelatihan. |
| 4 | CSNet: A New DeepNet Framework for Ischemic Stroke Lesion Segmentation | Tingginya computational load dan false positives pada segmentasi lesi stroke. | Mengembangkan model CSNet untuk mengurangi false positives dan meningkatkan akurasi segmentasi. | Menggunakan Classifier-Segmenter Network dengan Fractal U-Net dan mekanisme voting pada dataset ISLES. | Computational load berkurang hingga 74% pada ISLES 2015. Dice Score 0.91 untuk validasi dataset ISLES, menunjukkan peningkatan akurasi dibandingkan metode lain. | Relevan untuk menangani false positives dengan kombinasi klasifikasi dan segmentasi, memberikan metode pendekatan baru untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. |
| 5 | Classifiers for Ischemic Stroke Lesion Segmentation: A Comparison Study | Variasi dalam bentuk, lokasi, dan penampilan lesi stroke membuat segmentasi sulit. | Membandingkan sembilan metode klasifikasi untuk segmentasi lesi stroke. | Evaluasi sembilan metode (kNN, RDF, CNN, dll.) pada dataset MRI multiparametrik. | RDF dan CNN memberikan hasil terbaik dengan Dice Score hingga 0.72. RDF juga menunjukkan waktu pelatihan yang cepat dan performa yang stabil dibanding metode lainnya. | Memberikan panduan untuk memilih algoritma yang optimal (RDF dan CNN) untuk segmentasi lesi stroke, terutama dalam mengatasi false positives dan false negatives. |
| 6 |  |  |  |  |  |  |

1. Segmentasi Apical Periodontitis Lesions

**BAB 1 - PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang

Lesi periapikal adalah salah satu permasalahan kesehatan gigi yang sering terjadi dan membutuhkan penanganan segera untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Berdasarkan data dari berbagai penelitian, lesi ini sering kali disebabkan oleh infeksi atau trauma yang merusak jaringan di sekitar ujung akar gigi. Radiograf periapikal telah menjadi alat utama dalam mendeteksi lesi ini, tetapi kualitas citra yang rendah, noise, serta variasi ukuran lesi sering kali menjadi tantangan dalam mendiagnosis dengan akurasi tinggi.

Apical periodontitis merupakan penyakit gigi kronis yang umum terjadi, dengan prevalensi sebesar 52% pada individu dan 4-6% pada tingkat gigi (Do et al., 2024). Lesi periapikal pada radiograf adalah tanda utama apical periodontitis, yang sering dideteksi menggunakan radiograf panoramik. Dataset radiograf panoramik yang berkualitas tinggi diperlukan untuk mendukung pengembangan model deep learning untuk segmentasi dan deteksi lesi ini. Dataset yang disusun oleh Do et al. (2024) mencakup 3.926 radiograf dengan lesi periapikal yang telah diberi anotasi, serta diperluas menjadi 17.004 gambar melalui augmentasi data. Dataset ini merupakan upaya pertama untuk menyediakan koleksi gambar radiograf panoramik dengan lesi periapikal secara publik, sehingga dapat digunakan untuk pelatihan model deep learning dan evaluasi kinerjanya.

Pada penelitian sebelumnya, metode berbasis deep learning seperti U-Net telah digunakan untuk segmentasi citra medis. U-Net dikenal karena kemampuannya yang baik dalam segmentasi gambar, tetapi memiliki beberapa keterbatasan, terutama dalam mendeteksi lesi kecil yang kurang jelas (Zanini et al., 2024; Ding et al., 2024). Selain itu, model deep learning sering kali membutuhkan sumber daya komputasi yang besar, yang menjadi kendala untuk implementasi di fasilitas kesehatan dengan keterbatasan teknologi. Oleh karena itu, pengembangan model yang lebih efisien dan tetap mampu mendeteksi lesi kecil dengan akurasi tinggi sangat dibutuhkan.

Beberapa pendekatan telah diusulkan untuk mengatasi masalah ini. Teknik preprocessing seperti Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dapat membantu meningkatkan kualitas citra dengan meningkatkan kontras (Ding et al., 2024). Selain itu, penggunaan filter Sobel untuk mendeteksi tepi juga telah terbukti efektif dalam menonjolkan batas lesi pada citra medis (Ding et al., 2024). Namun, integrasi dari teknik-teknik ini dengan model lightweight seperti U-Net belum dieksplorasi secara luas dalam konteks deteksi lesi periapikal. Dengan mengintegrasikan teknik preprocessing sederhana dan model lightweight, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan sensitivitas deteksi pada lesi kecil tanpa membutuhkan sumber daya komputasi yang besar.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model segmentasi yang efisien menggunakan Lightweight U-Net dengan preprocessing berbasis Sobel Edge Detection dan CLAHE. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas terhadap lesi kecil, tetapi juga memastikan bahwa model dapat diterapkan di lingkungan dengan keterbatasan teknologi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana meningkatkan efisiensi model segmentasi lesi periapikal sehingga dapat diterapkan pada perangkat dengan sumber daya terbatas?

2. Bagaimana menangkap detail lesi kecil yang sering kali tidak terdeteksi dengan baik oleh model segmentasi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan model segmentasi berbasis deep learning yang efisien dan ringan untuk deteksi lesi periapikal.

2. Mengintegrasikan teknik preprocessing seperti Sobel Edge Detection untuk meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi lesi kecil.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menyediakan pendekatan sederhana namun efektif untuk segmentasi medis, khususnya pada kasus lesi kecil.

2. Mendorong pengembangan model AI yang lebih ramah sumber daya.

| NO | Artikel | Masalah | Tujuan | Metode | Data dan Hasil | Keterkaitan |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Dataset of Apical Periodontitis Lesions in Panoramic Radiographs for Deep-Learning-Based Classification and Detection | Ketersediaan dataset berkualitas tinggi dan ukuran besar untuk mendeteksi lesi periodontitis apikal pada radiograf panoramik masih terbatas. | Membangun dan menyediakan dataset berkualitas tinggi yang berisi lesi periodontitis apikal serta memperluas dataset melalui teknik augmentasi untuk meningkatkan kinerja model. | Pengumpulan data dari 3.926 radiograf, anotasi menggunakan LabelMe, dan teknik augmentasi data (scaling, mirroring, rotasi, dan noise). | Dataset terdiri dari 3.926 gambar asli dan 17.004 gambar yang telah ditingkatkan melalui augmentasi. Anotasi dilakukan oleh tiga dokter gigi berpengalaman dengan tingkat reliabilitas antar-penilai yang tinggi. | Dataset ini relevan untuk penelitian segmentasi lesi periodontitis apikal dan pelatihan model AI berbasis radiograf dalam diagnosis kedokteran gigi. |
| 2 | Exploring the Role of Convolutional Neural Networks (CNN) in Dental Radiography Segmentation | Terbatasnya dataset publik yang tersedia dan tantangan pada teknik segmentasi gambar medis, seperti lesi apikal dan struktur gigi. | Memberikan tinjauan sistematis tentang penerapan CNN untuk segmentasi radiografi gigi, mengevaluasi algoritma, dataset, dan metrik kinerja yang digunakan. | Sistematik literatur dengan menganalisis 45 penelitian menggunakan teknik CNN, membahas pendekatan segmentasi seperti U-Net dan Mask R-CNN, serta solusi data augmentation. | Penelitian ini mencakup dataset publik seperti Tufts Multimodal Panoramic X-ray dan DENTEX. Pendekatan evaluasi meliputi Dice Score, IoU, dan lainnya untuk segmentasi gambar medis. | Penelitian ini memberikan landasan yang kuat untuk mencoba algoritma baru, termasuk perbandingan dengan model CNN yang ada. Dataset dan metrik yang disediakan sangat relevan dengan kebutuhan segmentasi. |
| 3 | A Systematic Review on Caries Detection, Classification, and Segmentation from X-Ray Images | Kurangnya panduan yang jelas mengenai metode deteksi, klasifikasi, dan segmentasi karies dari citra X-ray. | Memberikan tinjauan sistematis mengenai metode deteksi, klasifikasi, dan segmentasi karies gigi. | Analisis literatur untuk mengevaluasi dataset, metode deep learning, dan metrik evaluasi yang digunakan pada penelitian terkait. | Review menunjukkan efektivitas model seperti U-Net dan Mask R-CNN dalam segmentasi karies dengan dataset spesifik seperti Tufts Dental Dataset | Sangat relevan untuk mengidentifikasi pendekatan terbaik dalam segmentasi |
| 4 | Detecting White Spot Lesions on Post-Orthodontic Oral Photographs Using Deep Learning Based on the YOLOv5x Algorithm | Sulitnya mendeteksi lesi bercak putih pasca-ortodontik secara akurat dari foto oral. | Mengembangkan model berbasis YOLOv5x untuk deteksi otomatis lesi bercak putih dari foto oral. | Menggunakan YOLOv5x untuk mendeteksi lesi bercak putih, dengan analisis ROC untuk mengevaluasi performa model. | Model menunjukkan kemampuan deteksi lesi dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi. | Pendekatan ini relevan untuk segmentasi lesi yang membutuhkan akurasi tinggi. |
| 5 | Detection of Dental Periapical Lesions Using Retinex-Based Image Enhancement and Lightweight Deep Learning Model | Deteksi lesi periapikal sering terhambat oleh kualitas citra gigi yang buruk. | Meningkatkan deteksi lesi periapikal menggunakan model deep learning ringan dengan teknik peningkatan citra berbasis Retinex. | Model deep learning ringan diterapkan setelah citra diproses menggunakan Retinex untuk meningkatkan kontras. | Metode ini berhasil meningkatkan akurasi deteksi lesi periapikal pada dataset citra gigi. |  |