

## ABSTRACT

# SEGMENTATION OF GLIOBLASTOMA BRAIN TUMOR SUB-REGIONS USING W-NET ARCHITECTURE ON DIGITAL MRI IMAGES

By

Muhammad Awfa Farhan

20/457775/PA/19813

Brain cancer, marked by uncontrollable cell growth, poses a significant health threat. Although there have been many studies discussing brain tumor segmentation, the advancement of computers remains a challenge. The problem lies in the robustness of quantitative features to imaging variations across institutions, particularly in MRI, which requires further investigation. Most research focuses on the development of architectures, while input image quality is also a crucial factor in the model training. In theory, preprocessing methods within a deep learning pipeline can further increase the model's performance when compared to the network by itself, but there's no consensus existing on which preprocessing techniques are favorable. Hence, the purpose of this study is to explore and assess the impact of common image preprocessing methods with multi-institutional MRI datasets on segmenting the Glioblastoma tumor sub-regions with W-Net architecture.

The proposed method involves a series of steps in the deep learning modeling and analysis process. Initially,  $240 \times 240 \times 155$ -sized MRI image data is inputted. Subsequently, preprocessing steps are implemented, including Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Skull-stripping, Zero-padding, and Standardization to address variations from different institutions. The preprocessed MRI images are then cropped to  $128 \times 128 \times 128$  size and combined into three channels (T1Gd, T2, and T2-Flair). The research quantitatively assesses the impact of each preprocessing technique, followed by the creation and evaluation of different models. The chosen model undergoes training using the W-net architecture with the full dataset, employing 5-fold CV for general performance assessment. The model's performance is evaluated using metrics such as Dice Similarity Score/Dice Coef and Accuracy.

These findings highlight the critical role of preprocessing techniques and the importance of fine-tuning hyperparameters for optimal segmentation model performance. The cumulative positive impact of all four preprocessing techniques is demonstrated in the superior performance of the W-Net model, achieving an impressive mean dice score of 82.98 with 5-Fold CV. Notably, this achievement is accomplished with a 70% smaller dataset for training compared to previous research, underscoring the efficiency of the proposed approach with such limited resources.

**Keywords:** Brain Cancer, Brain Tumor, Deep Learning, Preprocessing, Glioblastoma, MRI, Segmentation, W-net

## INTISARI

# SEGMENTASI TUMOR OTAK GLIOBLASTOMA DENGAN ARSITEKTUR W-NET PADA CITRA DIGITAL MRI

Oleh

Muhammad Awfa Farhan

20/457775/PA/19813

Kanker otak, yang ditandai dengan pertumbuhan sel yang tidak terkendali, merupakan ancaman kesehatan yang signifikan. Meskipun telah banyak penelitian yang membahas segmentasi tumor otak, kemajuan komputer tetap menjadi tantangan. Permasalahannya terletak pada ketangguhan fitur kuantitatif terhadap variasi citra di berbagai lembaga, terutama dalam MRI, yang memerlukan penyelidikan lebih lanjut. Sebagian besar penelitian fokus pada pengembangan arsitektur, sementara kualitas citra masukan juga merupakan faktor krusial dalam pelatihan model. Secara teori, metode preprocessing pada suatu pipa pembelajaran mendalam dapat meningkatkan kinerja model dibandingkan dengan jaringan itu sendiri, tetapi belum ada konsensus mengenai teknik preprocessing mana yang diunggulkan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menilai dampak metode preprocessing citra dengan dataset MRI multi-institusional pada segmentasi *Sub-region* tumor Glioblastoma dengan arsitektur W-Net.

Metode yang diusulkan melibatkan serangkaian langkah dalam proses pemodelan dan analisis pembelajaran mendalam. Sebagai langkah awal, data citra MRI berukuran  $240 \times 240 \times 155$  dimasukkan. Selanjutnya, teknik preprocessing diimplementasikan, termasuk Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Skull-stripping, Zero-padding, dan Standardization untuk mengatasi variasi dari lembaga yang berbeda. Citra MRI yang telah di-preprocess kemudian dicrop menjadi ukuran  $128 \times 128 \times 128$  dan digabungkan menjadi tiga *channel* (T1Gd, T2, dan T2-Flair). Penelitian ini secara kuantitatif mengevaluasi dampak setiap teknik preprocessing, diikuti oleh pembuatan dan evaluasi model yang berbeda. Model yang dipilih menjalani pelatihan menggunakan arsitektur W-Net dengan dataset penuh, menggunakan 5-fold cross-validation untuk penilaian kinerja umum. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik seperti Dice Similarity Score dan Akurasi.

Temuan ini menyoroti peran krusial teknik preprocessing dan pentingnya *fine-tuning hyperparameter* untuk kinerja optimal model segmentasi. Dampak positif kumulatif dari keempat teknik preprocessing terlihat dalam kinerja unggul model W-Net, mencapai skor Dice rata-rata yang mengesankan sebesar 82,98 dengan 5-Fold CV. Perlu dicatat bahwa hasil ini diperoleh dengan data latih 70% lebih kecil dibandingkan penelitian sebelumnya, menegaskan efisiensi pendekatan yang diusulkan dengan sumber daya terbatas.

**Kata Kunci:** Kanker Otak, Tumor Otak, Pembelajaran Mendalam, *Preprocessing*, Glioblastoma, MRI, Segmentasi, W-net