UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Segmentasi Sub-Region Tumor Otak Glioma Menggunakan Pendekatan Dual-Modality dan Ensemble Dual-Modality U-Net pada Dataset BraTS 2023
Shafiqa Danishara Putri Permono, Prof. Ir. Hanung Adi Nugroho, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE.; Ir. Ridwan Wic
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR SINGKATAN xiii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 10
2.2.1 Tumor Otak 10
2.2.2 Magnetic Resonance Imaging (MRI) 12
2.2.3 Segmentasi 14
2.2.4 Deep Learning 16
2.2.4.1 Deep Neural Network (DNN) 16
2.2.4.2 Fungsi Aktivasi 17
2.2.4.3 Forward Propagation 17
2.2.4.4 Fungsi Loss 18
2.2.4.5 Back Propagation 19
2.2.4.6 Optimizer 20
2.2.4.7 Learning Rate 20
2.2.4.8 Generalisasi 20
2.2.4.9 Regularisasi 21
2.2.5 Strategi Pelatihan Model 21
2.2.5.1 k-Fold Cross Validation 21

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Segmentasi Sub-Region Tumor Otak Glioma Menggunakan Pendekatan Dual-Modality dan Ensemble Dual-Modality U-Net pada Dataset BraTS 2023
Shafiqa Danishara Putri Permono, Prof. Ir. Hanung Adi Nugroho, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE.; Ir. Ridwan Wic
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.5.2 Epoch dan Batch 22
2.2.5.3 Augmentasi Data 22
2.2.5.4 Batch Normalization 23
2.2.6 Convolutional Neural Network (CNN) 24
2.2.6.1 Tensor 24
2.2.6.2 Konvolusi 25
2.2.6.3 Stride 27
2.2.6.4 Pooling 27
2.2.6.5 Padding 28
2.2.7 U-Net 29
2.2.8 Image Fusion pada Deep Learning 31
2.2.9 Metrik Evaluasi 31
2.3 Analisis Perbandingan Metode 33
BAB III Metode Penelitian 35
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir 35
3.1.1 Alat Tugas akhir 35
3.1.2 Bahan Tugas akhir 36
3.2 Metode yang Digunakan 37
3.3 Alur Tugas Akhir 37
3.3.1 Splitting Dataset (3-Fold Cross Validation) 39
3.3.2 Preprocessing 40
3.3.3 Augmentasi Data 41
3.3.4 Dual-modality U-Net 42
3.3.5 Ensemble Dual-modality U-Net 44
3.3.6 Parameter Training 45
3.3.7 Evaluasi Model 47
3.3.8 Cross-dataset Testing 48
BAB IV Hasil dan Pembahasan 49
4.1 Dual-modality U-Net 49
4.1.1 Kurva Loss 49
4.1.2 Metrik Evaluasi 52
4.2 Ensemble Dual-modality U-Net 55
4.2.1 Kurva Loss 55
4.2.2 Metriks Evaluasi 56
4.3 Hasil Segmentasi (Visualisasi) 61
4.4 Cross Dataset Testing 62
4.5 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu 63
BAB V Kesimpulan dan Saran 66
5.1 Kesimpulan 66

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Segmentasi Sub-Region Tumor Otak Glioma Menggunakan Pendekatan Dual-Modality dan Ensemble Dual-Modality U-Net pada Dataset BraTS 2023
Shafiqa Danishara Putri Permono, Prof. Ir. Hanung Adi Nugroho, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE.; Ir. Ridwan Wic
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Saran 67
DAFTAR PUSTAKA 68
LAMPIRAN L-1
L.1 Hasil 3-Fold Cross Validation L-1
L.2 Kode Program L-12