UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Model Klasifikasi Tumor Otak pada Citra MRI Berbasis Varian Local Binary Pattern dan Support Vector
Machine dengan Analisis Interpretabilitas LIME**
Andyan Yogawardhana, Drs. Medi, M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **iii**
PRAKATA ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
INTISARI ..... **xvi**
ABSTRACT ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Batasan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Sistematika Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 *Deep Learning* 7
2.2 *Machine Learning* 9
BAB III LANDASAN TEORI **18**
3.1 Tumor Otak 18
3.2 Magnetic Resonance Imaging (MRI) 18
3.3 Pengolahan Citra Digital 20
3.3.1 *Preprocessing* 21
3.3.2 Ekstraksi Fitur 21
3.3.3 Klasifikasi 23
3.3.3.1 Klasifikasi Berbasis *Machine Learning* 23
3.3.3.2 Klasifikasi Berbasis *Deep Learning* 24
3.4 *Artificial Intelligence* (AI) 25
3.5 *Machine Learning* 25
3.6 Local Binary Pattern (LBP) 27

Model Klasifikasi Tumor Otak pada Citra MRI Berbasis Varian Local Binary Pattern dan Support Vector
Machine dengan Analisis Interpretabilitas LIME
Andyan Yogawardhana, Drs. Medi, M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.6.1 nLBP 29
3.6.2 αLBP 30
3.6.3 Multi-scale Block LBP (MB-LBP) 31
3.7 Support Vector Machine (SVM) 33
3.8 Evaluasi Model 37
3.9 Explainable AI (XAI) 39
3.9.1 *Framework* XAI 39
3.9.1.1 *Model-based* dan *Post Hoc Explanation* 39
3.9.1.2 *Model-specific* dan *Model-agnostic Explanation* 40
3.9.1.3 *Global* dan *Local Explanation* 40
3.9.2 Implementasi XAI dalam Analisis Citra 41
3.9.2.1 *Visual-based* 41
3.9.2.2 *Textual-based* 42
3.9.2.3 *Example-based* 43
3.9.3 LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) 44
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 47
4.1 Desain Penelitian 47
4.2 Data Penelitian 50
4.3 Alat Penelitian 51
4.3.1 Perangkat Keras 51
4.3.2 Perangkat Lunak 51
4.4 Tahapan Pengembangan Model 52
4.4.1 Akuisisi dan Persiapan Data 52
4.4.2 *Preprocessing* 52
4.4.3 Ekstraksi Fitur 53
4.4.4 Klasifikasi 54
4.5 Evaluasi Model 55
4.6 Implementasi XAI 56
BAB V IMPLEMENTASI PENELITIAN 58
5.1 Pemeriksaan Sistem 58
5.2 Pemanggilan Pustaka dan Persiapan Sistem 58

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Model Klasifikasi Tumor Otak pada Citra MRI Berbasis Varian Local Binary Pattern dan Support Vector Machine dengan Analisis Interpretabilitas LIME
Andyan Yogawardhana, Drs. Medi, M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3 Akuisisi dan Persiapan Data 60
5.4 *Machine Learning* 62
5.4.1 *Preprocessing* 62
5.4.2 Ekstraksi Fitur 64
5.4.2.1 Local Binary Pattern (LBP) 66
5.4.2.2 nLBP 68
5.4.2.3 αLBP 69
5.4.2.4 Multi-scale Block LBP (MB-LBP) dan Statistically Effective MB-LBP (SEMB-LBP) 71
5.4.2.5 Visualisasi Hasil Ekstraksi 79
5.4.3 Pembangunan dan Pelatihan Model 81
5.4.4 Evaluasi Model 88
5.5 *Deep Learning* 92
5.5.1 *Preprocessing* 92
5.5.2 Pembangunan dan Pelatihan Model CNN 94
5.6 LIME XAI 99
5.6.1 Persiapan Model 100
5.6.2 Pembangunan *Explainer* LIME 102
5.6.3 Visualisasi LIME 104
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN 106
6.1 Pemeriksaan Sistem 106
6.2 *Preprocessing* 107
6.3 Ekstraksi Fitur 108
6.3.1 LBP Klasik 111
6.3.2 nLBP 112
6.3.3 αLBP 113
6.3.4 MB-LBP dan SEMB-LBP 114
6.4 Pembangunan dan Pelatihan Model 116
6.4.1 K-Nearest Neighbors (KNN) 117
6.4.2 Decision Tree (DT) 119
6.4.3 Random Forest (RF) 121

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Model Klasifikasi Tumor Otak pada Citra MRI Berbasis Varian Local Binary Pattern dan Support Vector
Machine dengan Analisis Interpretabilitas LIME**
Andyan Yogawardhana, Drs. Medi, M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.4.4 Naive Bayes (NB) 122
6.4.4.1 Multinomial Naive Bayes (MNB)..... 123
6.4.4.2 Gaussian Naive Bayes (GNB)..... 124
6.4.5 Support Vector Machine (SVM)..... 126
6.4.5.1 SVM dengan *Kernel Linear* 126
6.4.5.2 SVM dengan *Kernel Polynomial* 130
6.4.5.3 SVM dengan *Kernel Sigmoid* 132
6.4.5.4 SVM dengan *Radial Basis Function* (RBF) *Kernel*133
6.5 Evaluasi Model..... 137
6.5.1 K-Nearest Neighbors dengan nLBP1..... 137
6.5.2 Decision Tree dengan noext..... 138
6.5.3 Random Forest dengan nLBP4 139
6.5.4 Naive Bayes 140
6.5.4.1 Multinomial Naive Bayes dengan noext 141
6.5.4.2 Gaussian Naive Bayes dengan nLBP2..... 142
6.5.5 Support Vector Machine 143
6.5.5.1 SVM *Kernel Linear* (LinearSVC) dengan nLBP2. 143
6.5.5.2 SVM *Kernel Linear* (SVC) dengan nLBP2 144
6.5.5.3 SVM *Kernel Polynomial* dengan nLBP1..... 145
6.5.5.4 SVM *Kernel Sigmoid* dengan nLBP4 146
6.5.5.5 SVM *Kernel* RBF dengan LBPu..... 147
6.6 *Deep Learning*..... 150
6.6.1 *Preprocessing*..... 150
6.6.2 Pembangunan dan Pelatihan Model..... 151
6.6.3 Evaluasi Model..... 155
6.7 LIME XAI..... 158
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 162
7.1 Kesimpulan 162
7.2 Saran..... 163
DAFTAR PUSTAKA 165