

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	16
3.1 Melanoma Kulit	16
3.2 <i>Area-based Interpolation</i>	19
3.3 Masker Biner.....	20
3.4 <i>Median Blurring</i>	20
3.5 <i>Morphological Closing & Opening</i>	21
3.6 ResNet-50.....	22
3.7 Attention Based Multiple Instance Learning (ABMIL).....	23
3.8 Bayesian Optimization	26
3.9 Hamming Loss	27
3.10 Exact Match Ratio.....	27
3.11 Tabel Konfusi (<i>Confusion Matrix</i>).....	28
3.12 Precision.....	28
3.13 Recall (Sensitivity).....	29
3.14 F1-Score	30

3.15	AUC Score	31
3.16	Fungsi Aktivasi dan Loss (Activation and Loss Function).....	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		34
4.1	Deskripsi Umum Penelitian	34
4.2	Akuisisi Data.....	35
4.3	Pra-Pemrosesan.....	36
4.3.1	<i>Downsampling</i>	37
4.3.2	Segmentasi	37
4.3.3	<i>Morphological Closing & Opening</i>	38
4.3.4	<i>Patching</i> / Pemotongan Gambar	39
4.3.5	Ekstraksi Fitur	39
4.4	Pembagian Data	40
4.5	Modeling	40
4.5.1	Arsitektur Model ABMIL	40
4.5.2	Arsitektur Attention Layer	41
4.5.3	Arsitektur Bag Classifier.....	42
4.6.	Rancangan Pelatihan Model.....	44
4.7.	Evaluasi Model	45
BAB V IMPLEMENTASI SISTEM.....		47
5.1	Spesifikasi Perangkat Lunak	47
5.2	Pra-Pemrosesan.....	47
5.2.1	Pra-Pemrosesan Tahap 1	48
5.2.2	Pra-Pemrosesan Tahap 2	53
5.3	Pelatihan Model	58
5.3.1.	Arsitektur Attention	58
5.3.2.	Pembagian Data	60
5.3.4.	Training Model	63
5.3.5.	MIL Experiment.....	64
5.3.6.	Hyperparameter Tuning	66
5.3.7.	Evaluasi Model	68
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		70
6.1	Hasil Pra-Pemrosesan	70
6.1.1	Hasil Pra-Pemrosesan Tahap 1	70
6.1.2	Hasil Pra-Pemrosesan Tahap 2	71

6.2	Hasil Pembagian Data	72
6.2.1	Random Split.....	72
6.2.2	Stratified Split	73
6.2.3	K-Fold Cross Validation Split.....	73
6.3	Hasil Pelatihan dan Pengujian Model	74
6.3.1	F1-Score	75
6.3.2	AUC Score	77
6.3.3	Precision.....	80
6.3.4	Recall	81
6.3.5	Exact Match Ratio.....	84
6.3.6	Hamming Loss	85
6.4	Hasil Deteksi Status Mutasi	87
6.4.1	Mutasi BRAF	88
6.4.2	Mutasi NRAS.....	91
6.4.3	Mutasi NF1	93
6.4.4	Mutasi TWT	95
6.5	Identifikasi Kombinasi Model Terbaik	97
6.5.1	Teknik Pembagian Data	98
6.5.2	Jenis Attention.....	100
6.5.3	Fungsi Aktivasi	101
6.5.4	Analisis Kombinasi Terbaik.....	102
6.5.5	Analisis Efisiensi Kombinasi Terbaik.....	104
6.6	Analisis Pengaruh Komponen Model (Studi Ablasi).....	106
6.6.1	Analisis Fungsi Loss pada Sigmoid	106
6.6.2	Analisis Thresholding Softmax.....	109
6.6.3	Analisis Fungsi Aktivasi	114
6.6.4	Analisis Jenis Attention	116
6.6.5	Analisis Teknik Pembagian Data	121
6.7	Analisis Visual Attention Map.....	128
6.7.1	BRAF	128
6.7.2	NRAS	130
6.7.3	NF1.....	131
6.7.4	TWT	133
6.8	Diskusi	135



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Klasifikasi Multi-Label Status Mutasi Genetik Cutaneous Melanoma Pada Whole Slide Imaging Dengan

Attention-Based Multiple Instance Learning (ABMIL)

Jihaad Arief Pangestu, Afiahayati, S.Kom., M.Cs., Ph.D. ;dr. Paranita Ferronika, Ph.D., Sp.PA(K)

Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	136
7.1 Kesimpulan	136
7.2 Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN.....	146