

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SETELAH HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PROMOTOR	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN PROMOVENDUS	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	7
1.5.1 Keaslian Penelitian	7
1.5.2 Kontribusi Penelitian	9
1.6 Manfaat Penelitian	10
1.7 Sistematika Penulisan	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	13
2.1 Tinjauan Pustaka.....	13
2.1.1 Glaukoma dan Analisis Citra Fundus	13
2.1.2 Pendekatan CAD untuk Klasifikasi Glaukoma	16
2.1.3 <i>Deep Learning</i> dalam Analisis Citra Medis	16
2.1.4 CNN untuk Klasifikasi Glaukoma	17
2.1.5 Dataset Publik untuk Klasifikasi Glaukoma Berbasis Citra Fundus .	19
2.1.6 Tantangan Interpretabilitas pada Model CNN	20
2.1.7 XAI dan Pendekatan <i>Post-hoc</i>	21
2.1.8 Seleksi Fitur dalam Representasi Berdimensi Tinggi	22
2.1.9 Pembentukan <i>Decision Space</i>	23
2.1.10 Model Berbasis Aturan dan ANFIS	24
2.1.11 Analisis Kritis Penelitian Terdahulu.....	26
2.1.12 Kesenjangan Penelitian	29
2.2 Landasan Teori	31
2.2.1 CNN.....	31
2.2.2 <i>Feature Extraction</i> dan <i>Feature Space</i>	33

2.2.3	GAP	33
2.2.4	Seleksi Fitur Berbasis <i>Sparsity</i>	33
2.2.5	LASSO	34
2.2.6	<i>Elastic Net Regularization</i>	35
2.2.7	ML.....	35
2.2.8	<i>Decision Space Compactness</i>	36
2.2.9	ANFIS	36
2.2.10	<i>Decision Layer</i> Berbasis Aturan	38
2.2.11	<i>Interpretability by Design</i>	38
2.2.12	Validasi Statistik Non-Parametrik.....	39
2.3	Kerangka Konseptual Penelitian	40
2.4	Ringkasan Bab	41
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.1	Paradigma dan Desain Penelitian.....	42
3.2	Arsitektur Model CNN–FS–ANFIS	43
3.3	Alur Evaluasi Penelitian	45
3.4	Dataset dan Konfigurasi Evaluasi.....	46
3.5	Prapemrosesan Data	47
3.5.1	<i>ROI cropping</i>	47
3.5.2	Penyesuaian Ukuran dan Normalisasi	48
3.5.3	Data Balancing	48
3.5.4	Augmentasi Data.....	48
3.6	Tahap I: Pembentukan Representasi Visual Berbasis CNN	50
3.6.1	Seleksi <i>Backbone</i> CNN.....	50
3.6.2	Analisis Stabilitas Representasi dan Konfigurasi CNN.....	52
3.6.3	Ekstraksi Fitur Menggunakan EfficientNetV2-L.....	53
3.7	Tahap II: Pembentukan <i>Compact Decision-Space</i>	55
3.7.1	Seleksi Fitur Berbasis <i>Sparsity</i>	56
3.8	Tahap III: Pembentukan <i>Decision Layer</i> Berbasis ANFIS	61
3.8.1	Arsitektur ANFIS Sugeno	61
3.8.2	Inisialisasi <i>Fuzzy Clustering</i>	63
3.8.3	Fungsi Keanggotaan Gaussian.....	63
3.8.4	Pelatihan dan Optimisasi ANFIS.....	64
3.8.5	Pembentukan <i>Rule-Base</i>	66
3.8.6	Konsekuensi Linear dan Agregasi Keputusan.....	66
3.9	Evaluasi Model dan Validasi Statistik	67
3.9.1	Perbandingan Model Keputusan pada Fitur Hasil Seleksi LASSO ..	67
3.9.2	Metrik dan Skema Evaluasi	68
3.9.3	Validasi Statistik	69
3.9.4	Pengendalian Kebocoran Data.....	70
3.10	Rancangan Analisis Interpretabilitas	70
3.10.1	Analisis Level Fitur.....	71

3.10.2	Analisis Level Aturan <i>Fuzzy</i>	72
3.10.3	Analisis Level Kasus	72
3.10.4	Analisis Traceability Spasial	72
3.11	Lingkungan Komputasi dan Implementasi	72
3.12	Ringkasan Metodologi	73
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	75
4.1	Karakteristik Dataset dan Konfigurasi Evaluasi	75
4.1.1	Karakteristik Dataset PAPILA dan ACRIMA	76
4.1.2	Konfigurasi Evaluasi	77
4.2	Analisis Pembentukan Representasi CNN	78
4.2.1	Pengaruh Prapemrosesan terhadap Stabilitas Representasi	78
4.2.2	Pemilihan <i>Backbone</i> CNN untuk Model CNN-FS-ANFIS	81
4.2.3	Analisis GAP dan <i>Flatten</i>	83
4.3	Analisis <i>Compact Decision-Space</i>	85
4.3.1	Analisis Dimensionalitas dan <i>Compactness</i> Representasi Fitur	85
4.3.2	Seleksi Fitur Berbasis <i>Sparsity</i>	91
4.3.3	Perbandingan Metode Seleksi Fitur	91
4.4	Evaluasi Kinerja dan Konsistensi Model	95
4.4.1	Evaluasi Representasi dan Inferensi CNN <i>Baseline</i> pada Dataset PAPILA	96
4.4.2	Kinerja Model CNN-FS-ANFIS pada Dataset PAPILA	96
4.4.3	Perbandingan Model Keputusan pada Fitur Hasil Seleksi LASSO ..	97
4.4.4	Analisis Statistik Perbandingan Model	98
4.4.5	Perbandingan dengan Metode Terdahulu pada Dataset PAPILA	100
4.4.6	Evaluasi Kinerja dan Inferensi pada Dataset ACRIMA	101
4.5	Analisis Inferensi pada <i>Decision Layer</i> Berbasis ANFIS	105
4.5.1	Struktur Ruang Fitur dan Inisialisasi <i>Fuzzy Clustering</i>	105
4.5.2	Pembentukan Fungsi Keanggotaan Gaussian	106
4.5.3	Perubahan Fungsi Keanggotaan selama Pelatihan	108
4.5.4	Kompleksitas <i>Rule-Base</i>	110
4.5.5	Analisis Koefisien Konsekuensi	111
4.5.6	Representasi Aturan <i>Fuzzy</i> secara Eksplisit	113
4.5.7	Hubungan antara Fitur, <i>Rule</i> , dan Keputusan Model	115
4.6	Analisis Interpretabilitas Bertingkat pada Mekanisme Inferensi	117
4.6.1	Interpretabilitas pada Level Fitur	117
4.6.2	Interpretabilitas pada Level <i>Rule</i>	119
4.6.3	Analisis Inferensi pada Tingkat Kasus	120
4.6.4	Evaluasi Perilaku Inferensi pada Dataset ACRIMA	128
4.7	Diskusi Teoretis	132
4.7.1	<i>Compact Decision-Space</i> sebagai Kendali Struktural	133
4.7.2	Hubungan antara <i>Sparsity</i> dan Interpretabilitas	134
4.7.3	<i>Trade-off</i> antara Kompleksitas dan Interpretabilitas	136

4.7.4	<i>Interpretability by Design</i> dibandingkan <i>Post-hoc Explanation</i>	138
4.7.5	Implikasi terhadap Sistem AI Medis	141
4.7.6	Keterbatasan Penelitian	141
4.7.7	Arah Pengembangan Penelitian Selanjutnya	144
4.7.8	Peta Jalan Implementasi Klinis	145
4.8	Ringkasan Pembahasan	148
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	151
5.1	Kesimpulan	151
5.2	Kontribusi Penelitian	152
5.3	Keterbatasan Penelitian	153
5.4	Saran	154
DAFTAR PUSTAKA		157