

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tahapan Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	5
2.1. Penyakit Kardiovaskular	5
2.2. <i>Phonocardiogram</i> (PCG)	5
2.3. Diagnosis Penyakit Katup Jantung	6
2.4. <i>Wavelet Transform</i>	7
2.5. <i>Z-Score Normalization</i>	12
2.6. <i>Teager-Kaiser Energy Operator</i> (TKEO).....	13
2.7. <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	14
2.8. <i>Time Frequency Analysis</i> (TFA).....	14
2.9. <i>Deep Learning</i>	15
2.10. <i>Attention Mechanism</i>	15

2.11. <i>Vision Transformer (ViT)</i>	16
2.12. Fungsi Aktivasi: <i>Gaussian Error Linear Unit (GELU)</i>	22
2.13. <i>Loss Function: Categorical Cross Entropy</i>	23
2.14. Matriks Evaluasi: <i>Confusion Matrix</i>	24
2.15. <i>Stratified K-Fold Cross Validation</i>	25
2.16. Penelitian Sebelumnya	25
BAB III METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM	32
3.1 Pembangunan Model.....	33
3.2 Pengembangan Sistem.....	78
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	83
4.1 Implementasi.....	83
4.2 Hasil	88
4.3 Pembahasan	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sinyal PCG.....	6
Gambar 2. 2 PCG Penyakit Katup Jantung.....	7
Gambar 2. 3 Multi-resolution analysis DWT.....	10
Gambar 2. 4 Arsitektur ViT.....	16
Gambar 2. 5 Patch Embedding.....	17
Gambar 2. 6 Transformer Encoder.....	19
Gambar 2. 7 Scaled dot-product attention.....	20
Gambar 2. 8 Multi-head attention.....	21
Gambar 2. 9 Struktur MLP.....	22
Gambar 2. 10 Fungsi aktivasi GELU.....	23
Gambar 2. 11 Stratified K-fold Cross Validation.....	25
Gambar 3. 1 Alur metodologi penelitian.....	32
Gambar 3. 2 Ilustrasi nilai detak pada Sinyal PCG.....	34
Gambar 3. 3 Hasil injeksi noise.....	34
Gambar 3. 4 DWT untuk Denoising.....	35
Gambar 3. 5 Filter dekomposisi high-pass coiflet-5.....	36
Gambar 3. 6 Output koefisien detail tingkat 1.....	37
Gambar 3. 7 Filter dekomposisi low-pass coiflet-5.....	37
Gambar 3. 8 Output koefisien aproksimasi tingkat 1.....	38
Gambar 3. 9 Output koefisien detail tingkat 2.....	39
Gambar 3. 10 Output koefisien aproksimasi tingkat 2.....	40
Gambar 3. 11 Output koefisien detail tingkat 3.....	41
Gambar 3. 12 Output koefisien aproksimasi tingkat 3.....	41
Gambar 3. 13 Output koefisien detail tingkat 4.....	42
Gambar 3. 14 Output koefisien aproksimasi tingkat 4.....	43
Gambar 3. 15 Output koefisien detail tingkat 5.....	44
Gambar 3. 16 Output koefisien aproksimasi tingkat 5.....	45
Gambar 3. 17 Koefisien detail ke-4 setelah thresholding.....	46
Gambar 3. 18 Koefisien detail ke-5 setelah thresholding.....	46
Gambar 3. 19 Filter low-pass rekonstruksi.....	47
Gambar 3. 20 Filter high-pass rekonstruksi.....	47
Gambar 3. 21 Output rekonstruksi koefisien detail tingkat 5.....	48
Gambar 3. 22 Output rekonstruksi koefisien detail tingkat 5.....	48
Gambar 3. 23 Output rekonstruksi koefisien detail tingkat 4.....	49
Gambar 3. 24 Output rekonstruksi koefisien aproksimasi tingkat 4.....	50
Gambar 3. 25 Output rekonstruksi koefisien detail tingkat 4.....	51
Gambar 3. 26 Output rekonstruksi koefisien aproksimasi tingkat 3.....	52
Gambar 3. 27 Output rekonstruksi koefisien aproksimasi tingkat 2.....	53
Gambar 3. 28 Output rekonstruksi koefisien aproksimasi tingkat 1.....	54
Gambar 3. 29 Tahapan segmentasi sinyal.....	54
Gambar 3. 30 Output TKEO.....	55
Gambar 3. 31 Output penghalusan TKEO.....	55
Gambar 3. 32 Output akhir signal envelope.....	56

Gambar 3. 33 Ouput energy thresholding	56
Gambar 3. 34 Output PACF	57
Gambar 3. 35 Local maxima tiap komponen	58
Gambar 3. 36 Skala CWT	58
Gambar 3. 37 Nilai CWT pada skala 400	59
Gambar 3. 38 Output pemetaan scalogram pada bidang 2 dimensi.....	59
Gambar 3. 39 Tahap Modeling	60
Gambar 3. 40 Matriks RGB Scalogram.....	61
Gambar 3. 41 Output Rescale.....	61
Gambar 3. 42 Ilustrasi MLP	72
Gambar 3. 43 Arsitektur Aplikasi	79
Gambar 3. 44 DFD Level 0.....	80
Gambar 3. 45 DFD Level 1	80
Gambar 3. 46 Halaman pertama aplikasi	81
Gambar 3. 47 Halaman Kedua Aplikasi.....	81
Gambar 4. 1 Halaman Implementasi Aplikasi.....	83
Gambar 4. 2 Pelatihan model	87
Gambar 4. 3 Halaman utama aplikasi	88
Gambar 4. 4 Hasil validasi 10-fold pada model dengan segmentasi.....	89
Gambar 4. 5 Hasil validasi 10-fold pada model tanpa segmentasi.....	89
Gambar 4. 6 Hasil validasi 10-fold model dengan segmen pertama	90
Gambar 4. 7 Hasil validasi 10-fold model dengan segmen kedua	90
Gambar 4. 8 Hasil validasi 10-fold model dengan segmen ketiga	91
Gambar 4. 9 Segmen MR dan MS diprediksi sebagai AS	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix.....	24
Tabel 2. 2 State of The Art.....	28
Tabel 3. 1 Pendekatan sintesis data.....	35
Tabel 3. 2 Rata - rata mini-batch	66
Tabel 3. 3 variansi mini-batch	66
Tabel 3. 4 Rencana pengujian model	77
Tabel 3. 5 Rencana Pengujian Segmen	77
Tabel 4. 1 Library sisi front-end	84
Tabel 4. 2 Library sisi back-end	84
Tabel 4. 3 Jumlah data sinyal PCG setelah sintesis	85
Tabel 4. 4 Confusion matrix pengujian model dengan segmentasi	92
Tabel 4. 5 Confusion matrix model tanpa segmentasi	93
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian model ViT	95
Tabel 4. 7 Confusion matrix model dengan segmen pertama	95
Tabel 4. 8 Confusion matrix model dengan segmen kedua.....	96
Tabel 4. 9 Confusion matrix model dengan segmen ketiga	98
Tabel 4. 10 Hasil pengujian berbagai segmen	99
Tabel 4. 11 Hasil pengujian aplikasi	100

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Wavelet Transform.....	6
Persamaan 2.2 Persamaan CWT.....	6
Persamaan 2.3 Persamaan Threshold dengan Noise Rendah	8
Persamaan 2.4 Persamaan Threshold dengan Noise Sedang	8
Persamaan 2.5 Persamaan Threshold dengan Noise Tinggi.....	8
Persamaan 2.6 Variansi Noise	9
Persamaan 2.7 Fungsi Mid Threshold.....	9
Persamaan 2.8 Persamaan Threshold Alpha pada Fungsi Mid.....	9
Persamaan 2.9 Persamaan Threshold Beta pada Fungsi Mid.....	9
Persamaan 2.10 Normalisasi Z-Score	9
Persamaan 2.11 Teager-Kaiser Energy Operator (TKEO)	10
Persamaan 2.12 Persamaan Partial Autocorrelation (PACF)	10
Persamaan 2.13 Perhitungan Banyaknya Patch Citra.....	13
Persamaan 2.14 Position Embedding.....	14
Persamaan 2.15 Fungsi Sinus Position Encoding.....	14
Persamaan 2.16 Fungsi Kosinus Position Encoding.....	14
Persamaan 2.17 Proyeksi Query	16
Persamaan 2.18 Proyeksi Keys.....	16
Persamaan 2.19 Proyeksi Value	16
Persamaan 2.20 Fungsi Attention	16
Persamaan 2.21 Persamaan Multi-head Attention.....	17
Persamaan 2.22 Model matematika MLP	18
Persamaan 2.23 Fungsi Aktivasi GELU.....	19
Persamaan 2.24 Fungsi Hampiran GELU	19
Persamaan 2.25 Fungsi Categorical Cross Entropy.....	19
Persamaan 2.26 Fungsi Akurasi.....	20
Persamaan 2.27 Sensitivitas	20
Persamaan 2.28 Spesifisitas	20
Persamaan 3.1 Linear Embeddings.....	57