UNIVERSITAS GADJAH MADA
Klasifikasi Murmur Jantung pada Isyarat Phonocardiogram Menggunakan Wavelet Scattering Transform dan 1D-Convolutional Neural Network
Satrio Adi Waseso, Prof. Dr. Ir. Risanuri Hidayat, M.Sc., IPM. ;Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR SINGKATAN xi
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 5
2.1 Tinjauan Pustaka 5
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1 Anatomi dan Fisiologi Jantung 7
2.2.2 Murmur Jantung 9
2.2.2.1 Penyebab Murmur Jantung 9
2.2.2.2 Jenis Murmur 9
2.3 *Phoncardiogram* 10
2.4 *Filtering* 11
2.5 Filter Butterworth 12
2.6 Normalisasi Data 14
2.7 Transformasi Wavelet 15
2.7.1 Analisis Multiresolusi 16
2.7.2 Transformasi Wavelet dan Operasi Dilatasi–Translasi 17
2.7.3 Wavelet *Filter Bank* 18
2.7.4 Keterbatasan Transformasi Wavelet Konvensional 19
2.7.4.1 Varian terhadap Pergeseran 19
2.7.4.2 Ketidakstabilan terhadap Deformasi Lokal 19
2.8 *Wavelet Scattering Transform* 20

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Klasifikasi Murmur Jantung pada Isyarat Phonocardiogram Menggunakan Wavelet Scattering Transform dan 1D-Convolutional Neural Network
Satrio Adi Waseso, Prof. Dr. Ir. Risanuri Hidayat, M.Sc., IPM. ;Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.8.1 Konsep Dasar WST 20
2.8.2 *Scattering Orde Nol* 21
2.8.3 textitScattering Orde Pertama 21
2.8.4 *Scattering* Orde Lebih Tinggi 22
2.8.5 Invariansi Translasi pada WST 22
2.8.6 Stabilitas terhadap Deformasi Lokal 23
2.8.7 Algoritma Perhitungan WST 24
2.8.8 Parameter WST 25
2.8.9 Keunggulan dan Keterbatasan WST 25
2.9 Convolutional Neural Network (CNN) 26
2.9.1 Artificial Neural Network 27
2.9.2 *Convolutional Neural Network* 28
2.9.3 Operasi Konvolusi 28
2.9.4 Fungsi Aktivasi ReLU 29
2.9.5 *Batch Normalization* 30
2.9.6 *Pooling Layer* 31
2.9.7 Inisialisasi Bobot Xavier 33
2.9.8 *Dropout* 33
2.9.9 Fungsi Kerugian *Binary Cross Entropy* 34
2.9.10 Optimizer Adam 35
2.9.11 CNN Satu Dimensi (1D-CNN) 36
BAB III Metode Penelitian 37
3.1 Posisi Penelitian terhadap Penelitian Acuan 37
3.2 Alat dan Bahan Tugas akhir 39
3.2.1 Alat dan Bahan 39
3.2.2 Bahan Tugas Akhir 40
3.2.2.1 Dataset CirCor DigiScope 40
3.3 Alur Tugas Akhir 42
3.3.1 *Filtering* Menggunakan Filter *Low-Pass* Butterworth 42
3.3.2 Segmentasi Isyarat 43
3.3.3 Normalisasi 44
3.3.4 Pra-Pemrosesan dengan WST 45
3.3.4.1 Parameter WST 45
3.3.5 Patient-Level Undersampling 46
3.3.6 Klasifikasi menggunakan 1D-CNN 47
3.3.6.1 Desain Umum Arsitektur 47
3.3.6.2 Blok Ekstraksi Fitur 48
3.3.6.3 Lapisan Konvolusi 48
3.3.6.4 Aktivasi LeakyReLU 49

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Klasifikasi Murmur Jantung pada Isyarat Phonocardiogram Menggunakan Wavelet Scattering Transform dan 1D-Convolutional Neural Network
Satrio Adi Waseso, Prof. Dr. Ir. Risanuri Hidayat, M.Sc., IPM. ;Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.6.5 Strategi Pooling 49
3.3.6.6 Batch Normalization 49
3.3.6.7 Fully Connected Layer 50
3.3.6.8 Inisialisasi Xavier 50
3.3.6.9 Konfigurasi Pelatihan 51
3.3.6.10 Pemilihan Model Terbaik 51
3.3.6.11 Metrik Evaluasi 52
BAB IV Hasil dan Pembahasan 55
4.1 Proses *Filtering* 55
4.2 Segmentasi 56
4.3 Normalisasi Segmen 56
4.4 Hasil Ekstraksi Fitur WST 58
4.4.1 Analisis Visual Representasi Fitur Wavelet Scattering Transform .. 58
4.4.2 Analisis Kualitatif Pengaruh Parameter WST 60
4.4.3 Pemilihan Parameter WST 63
4.5 *Patient-Level Under Sampling* 65
4.6 Proses Pelatihan dan Evaluasi 66
4.6.1 Analisis Hasil Pelatihan 67
4.6.2 Analisis Hasil Klasifikasi Model 69
BAB V Kesimpulan dan Saran 74
5.1 Kesimpulan 74
5.2 Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 75
LAMPIRAN L-1
L.1 Source Code L-1
L.1.1 Program Filter Butterworth L-1
L.1.2 Program Segmentasi L-1
L.1.3 Program Normalisasi Z-Score L-2
L.1.4 Program Ekstraksi Fitur WST L-3
L.1.5 Program Patient-Level Undersampling L-5
L.1.6 Program Pembagian Dataset Training, Validation, dan Testing L-7
L.1.7 Program *Grid Search* L-11
L.1.8 Program Pelatihan dan Evaluasi Input Isyarat Mentah L-30