

ABSTRAK

Keberadaan *noise* dalam sinyal elektrokardiograf (EKG) dapat menyebabkan kesalahan interpretasi informasi jantung, yang pada akhirnya menyebabkan kesalahan pada penilaian kondisi jantung. Untuk menghindari hal tersebut, *noise* dalam sinyal EKG harus dapat dihilangkan. Beberapa algoritma proses *denoising* telah dikembangkan untuk tujuan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai unjuk kerja proses *denoising* pada sinyal EKG, berdasarkan transformasi wavelet. Proses pertama adalah pemisahan segmen sinyal EKG dengan power tertinggi, untuk menghindari kehilangan informasi sinyal. Kemudian metoda *cross-validation* diaplikasikan pada beberapa subband koefisien sinyal dalam domain wavelet.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa proses *filtering* awal efektif dalam menghindari kehilangan informasi sinyal, dan penggunaan nilai threshold yang berbeda akan menghasilkan unjuk kerja *denoising* yang berbeda pula. Algoritma dalam penelitian ini hanya sanggup melakukan proses *denoising* bila *power noise* relatif kecil dibandingkan dengan *power* sinyal EKG. Setelah dilakukan proses *denoising* terhadap sinyal elektrokardiograf (EKG) didapat perbaikan nilai SNR \pm sebesar 3 dB untuk masing-masing sinyal.

ABSTRACT

The existence of noise in electrocardiograph signal can cause misinterpretation in heart information, that in the end will cause mistake in the judgement of the condition of the heart. To avoid this, noise in ECG signal must be deleted. Some denoising algoritma processes have been developed for this purpose.

The purpose of this research is to judge the denoising work process on ECG signal, based on wavelet transformation. The first process is ECG signal division with the highest power, to avoid losing the signal information. And then cross-validation method is applicated in several signal coefisien subbands in wavelet domain.

The simulation result showed that effective early filtering in avoiding losing the signal information and different usage of threshold value will produce a different denoising work result too. The algoritma in this research can only be able to do the denoising process when the power noise is relatively smaller than the ECG power signal. After the denoising process has been done to ECG signal, we can get ± 3 db SNR revised value for each of the signal.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	1
I.3 Tujuan	1
I.4 Pembatasan Masalah	1
I.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 Sinyal Elektrokardiograf	3
II.2 Noise Interferensi dalam EKG	7
II.3 Noise	8
2.3.1 White Noise	9
2.3.2 Additive White Gaussian Noise (AWGN)	10
II.4 Wavelet	11
2.4.1 Ruang Sinyal	11
2.4.2 Basis Ortogonal	12
2.4.3 Transformasi Wavelet	12
2.4.4 Karakteristik Khusus dari Ekspansi Wavelet	14
II.5 Analisa Multiresolusi dan Fungsi Penskalaan	16
2.5.1 Fungsi Penskalaan	16
2.5.2 Fungsi Wavelet	18
2.5.3 Transformasi Wavelet Diskrit	20

2.5.4	Teorema Parseval	21
II.6	Filter Bank dan Transformasi Wavelet Diskrit	21
2.6.1	Analisis dari Skala Halus ke Skala Kasar	22
2.6.2	Sintesis dari Skala Kasar ke Skala Halus	25
2.6.3	Koefisien-Koefisien Masukan	27
II.7	Kondisi-Kondisi Perlu	27
II.8	Pemilihan Wavelet	29
2.8.1	Vanishing Moment	29
2.8.2	Regularity	29
2.8.3	Compact Support	30
II.9	Sistem Pengolahan Sinyal Digital	30
BAB III PERANCANGAN SIMULASI		
III.1	Denoising Dengan TWD	33
III.2	Thresholding	35
III.3	Fitur Wavelet Yang Digunakan Untuk Denoising	36
III.4	Estimasi Standard Deviasi White Noise	39
III.5	Kriteria Threshold	40
3.5.1	Universal Threshold	40
III.6	Model Additive White Noise	40
III.7	Sinyal Input	41
III.8	Filter 5 Tap Symmlet	42
III.9	Cross-Validation	42
3.9.1	Two-Folk Cross-Validation	43
3.9.1.1	Algoritma Two-Folk Cross-Validation	43
3.9.2	Reconstruction Square Error	45
III.10	Diagram Alir Program Utama	45
BAB IV HASIL DAN SIMULASI DATA		
IV.1	Sinyal Input	48
IV.2	Penambahan Noise	49
IV.3	Transformasi Wavelet Diskrit	50
IV.4	Hard Thresholding (CV)	50

IV.5 Soft Thresholding (CV)	51
IV.6 Tabel Hasil Simulasi	52
IV.7 Analisa	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	69
V.2 Saran	69

DAFTAR TABEL

Tabel III.1	Koefisien Filter Wavelet 5 Tap Symmlet	42
Tabel IV.1	Hasil SNR dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,12	52
Tabel IV.2	Hasil SNR dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,12 (con't)	53
Tabel IV.3	Hasil SNR dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,13	53
Tabel IV.4	Hasil SNR dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,14	53
Tabel IV.5	Hasil SNR dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,14 (con't)	54
Tabel IV.6	Hasil RSE dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,12	54
Tabel IV.7	Hasil RSE dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,13	55
Tabel IV.8	Hasil RSE dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,14	55
Tabel IV.9	Hasil RSE dengan Berbagai Dekomposisi dan Daya <i>Noise</i> 0,14 (con't)	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	EKG Normal	3
Gambar II.2	Teknik Penyadapan Standar Bipolar	4
Gambar II.3	Hasil Sadapan Standar Bipolar	4
Gambar II.4	Teknik Penyadapan Unipolar Ekstrimitas	5
Gambar II.5	Hasil Sadapan aVR, aVL, dan aVF	5
Gambar II.6	Teknik Penyadapan Prekordial	6
Gambar II.7	Hasil Sadapan V1 s.d V6	6
Gambar II.8	Skema Masuknya <i>Noise</i> ke dalam Sinyal EKG	7
Gambar II.9	Plot Sebuah <i>White Noise</i>	9
Gambar II.10	Spektrum Daya <i>Noise</i>	10
Gambar II.11	Kurva Distribusi <i>Gaussian</i>	11
Gambar II.12	Fungsi Penskalaan dan Wavelet dari Daubechies – 4 Tap	15
Gambar II.13	Translasi dan Penskalaan dari Wavelet Daubechies – 4 Tap	15
Gambar II.14	Ruang Vektor Bersarang yang Dientang oleh Fungsi Penskalaan	17
Gambar II.15	Fungsi Penskalaan Haar dan Triangle	18
Gambar II.16	Ruang Vektor Fungsi Penskalaan dan Wavelet	19
Gambar II.17	Wavelet Haar dan Triangle	20
Gambar II.18	Down-sampler atau Decimator	23
Gambar II.19	<i>Two Band Analysis Bank</i>	24
Gambar II.20	Dua Tingkat <i>Two-Band Analysis Tree</i>	25
Gambar II.21	Tiga Tingkat <i>Two-Band Analysis Tree</i>	25
Gambar II.22	<i>Two Band Synthesis Bank</i>	26
Gambar II.23	Dua Tingkat <i>Two Band Synthesis Tree</i>	26
Gambar III.1	Ilustrasi Proses Denoising	35
Gambar III.2	Ilustrasi <i>Soft</i> dan <i>Hard Thresholding</i>	36
Gambar III.3	Plot Koefisien Wavelet dari Sinyal Pulsa	38
Gambar III.4	Sinyal Pulsa yang Telah Memiliki <i>Noise</i>	38
Gambar III.5	Plot Koefisien Wavelet dari Sinyal Pulsa yang Memiliki <i>Noise</i>	39

Gambar III.6 Diagram Alir Program Utama	45
Gambar III.7 Gambar Lanjutan Diagram Alir Program Utama	46
Gambar III.8 Gambar Diagram Alir <i>Cross-Validation</i>	47
Gambar IV.1 Sinyal EKG Orang Pertama	48
Gambar IV.2 Sinyal EKG Orang Kedua	48
Gambar IV.3 Sinyal EKG Orang Kedua	49
Gambar IV.4 Sinyal EKG Orang Keempat	49
Gambar IV.5 Sinyal EKG Yang Telah Memiliki <i>Noise</i>	50
Gambar IV.6 Plot Sinyal Hasil Hard Thresholding dengan $J=5$	51
Gambar IV.7 Plot Sinyal Hasil Soft Thresholding dengan $J=5$	52
Gambar IV.8 Grafik SNR Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	56
Gambar IV.9 Grafik SNR Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	57
Gambar IV.10 Grafik SNR Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	57
Gambar IV.11 Grafik SNR Orang Keempat dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	58
Gambar IV.12 Grafik SNR Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	58
Gambar IV.13 Grafik SNR Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	59
Gambar IV.14 Grafik SNR Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	59
Gambar IV.15 Grafik SNR Orang Keempat Daya <i>Noise</i> 0,13	60
Gambar IV.16 Grafik SNR Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	60
Gambar IV.17 Grafik SNR Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	61
Gambar IV.18 Grafik SNR Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	61
Gambar IV.19 Grafik SNR Orang Keempat dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	62
Gambar IV.20 Grafik RSE Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	62
Gambar IV.21 Grafik RSE Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	63
Gambar IV.22 Grafik RSE Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	63
Gambar IV.23 Grafik RSE Orang Keempat dengan Daya <i>Noise</i> 0,12	64
Gambar IV.24 Grafik RSE Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	64
Gambar IV.25 Grafik RSE Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	65
Gambar IV.26 Grafik RSE Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	65
Gambar IV.27 Grafik RSE Orang Keempat dengan Daya <i>Noise</i> 0,13	66
Gambar IV.28 Grafik RSE Orang Pertama dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	66

Gambar IV.29 Grafik RSE Orang Kedua dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	67
Gambar IV.30 Grafik RSE Orang Ketiga dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	67
Gambar IV.31 Grafik RSE Orang Keempat dengan Daya <i>Noise</i> 0,14	68