

IMPLEMENTASI MODEL DINAMIK ECG TERMODIFIKASI PADA METODE EXTENDED KALMAN FILTER UNTUK PEMFILTERAN SINYAL ECG

Denny Ariadi
0622092
dennyariadi.indonesia@gmail.com

ABSTRAK

Ekstraksi sinyal kardiologis murni dari pengukuran yang terpapar derau (*noisy measurement*) merupakan salah satu perhatian utama dalam bidang pengolahan sinyal biomedika. Terdapat beragam gangguan pada sinyal ECG, salah satunya seperti EMG (*Electromyogram*) yang tumpang tindih (*overlap*) dengan komponen sinyal *cardiac* dalam domain frekuensi secara khusus pada rentang 0.01 Hz – 100 Hz. Di sisi lain penelitian dalam bidang pemodelan ECG sintetis telah berkembang dengan memperhatikan morphology sinyal PQRST serta pewaktuan gelombang R-R.

Ada beberapa filter yang telah diterapkan untuk mengatasi gangguan *noise* pada sinyal ECG. Pada tugas akhir ini metode *Extended Kalman Filter* (EKF), dengan memanfaatkan model dinamik ECG termodifikasi, digunakan untuk proses *denoising* sinyal ECG yang telah diberikan *Gaussian white noise*. Performa EKF (berdasarkan nilai *SNR Improvement*) dibandingkan dengan *Finite Impulse Response* (FIR) dalam mengatasi *noise* pada sinyal ECG, secara khusus pada segmen ST.

Dari hasil percobaan model dinamik ECG termodifikasi yang terbaik diperoleh pada $\lambda = 0.04$ dan $\gamma = 1$. Dari perbandingan nilai *SNR Improvement*, EKF lebih unggul daripada FIR, yaitu dengan nilai sebesar 2.78 dB s.d 6.01 dB terhadap -12.08 dB s.d. 1.07 dB.

Kata Kunci: *Electrocardiogram*, Model Dinamik ECG, *Extended Kalman Filter*

IMPLEMENTATION OF MODIFIED ECG DYNAMIC MODEL IN ECG FILTERING USING EXTENDED KALMAN FILTER

Denny Ariadi
0622092
dennyariadi.indonesia@gmail.com

ABSTRACT

Noisy cardiac signals extraction is one of the main concern in the field of biomedical signals processing. There are various noises on a ECG signal, such as EMG (electromyogram) that overlap with the cardiac signal components especially at frequency range 0.01 Hz - 100 Hz . Meanwhile, numerous researchs in ECG synthetic modeling had been developed by concerning the PQRST morphology and RR waves timing.

Numoreous attempts to overcome the ECG noisy signal had been done. In this final project Extended Kalman Fileter (EKF) by implementing the modified ECG dynamic model, is used in denoising process of ECG signal with Gaussian white noise. The performance of EKF is compared to FIR by calculating the SNR Improvement especially in ST-segment.

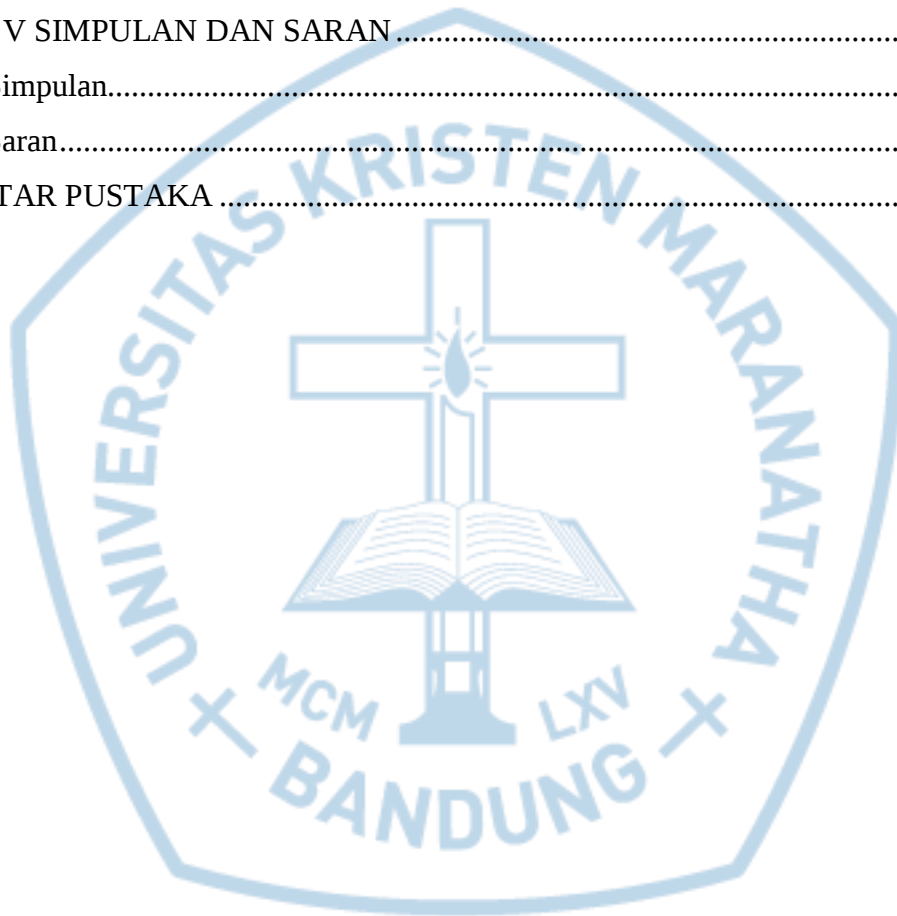
It is concluded that the aproprate modified dynamic ECG model can be obtained at parameters $\lambda = 0.04$ and $\gamma=1$. In general, the EKF performance is more superior to FIR by comparing the SNR Improvement from 2.78dB to 6.01 dB and from -12.08 dB to 1.07 dB respectively.

Keywords: Electrocardiogram, Modified Dynamic ECG Model, Extended Kalman Filter.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN TEORI	10
I.1 Latar Belakang	10
I.2 Perumusan Masalah	11
I.3 Tujuan	11
I.4 Pembatasan Masalah	11
I.5 Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI	13
II.1 Morfologi Electrocardiogram ^[3]	13
II.2 Model <i>Dynamic</i> ECG	14
II.3 Modifikasi Model <i>Dynamic</i> ECG ^[7]	16
II.4 Linearisasi Model <i>Non Linear Dynamic</i> ECG ^[7]	18
II.5 Persamaan Observasi ^[7]	20
II.6 Kalman Filter ^[8]	20
II.6.1 Extended Kalman Filter	20
II.7 Masalah Stabilitas dan Konvergensi ^[7]	23
II.8 Signal to Noise Ratio Improvement ^[1]	25
BAB III PERANCANGAN SISTEM	27
III.1 Diagram Blok	27
III.2 Diagram Alir	28

III.3 Urutan Kerja.....	30
III.3.1 Data	30
III.3.2 <i>White Noise</i>	30
III.3.3 <i>Phase Observation</i>	31
III.3.4 <i>Extended Kalman Filter</i>	32
III.4 Pengaturan Parameter λ dan γ	33
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	36
IV.1 Hasil SNR <i>Improvement</i>	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	39
V.1 Simpulan.....	39
V.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40

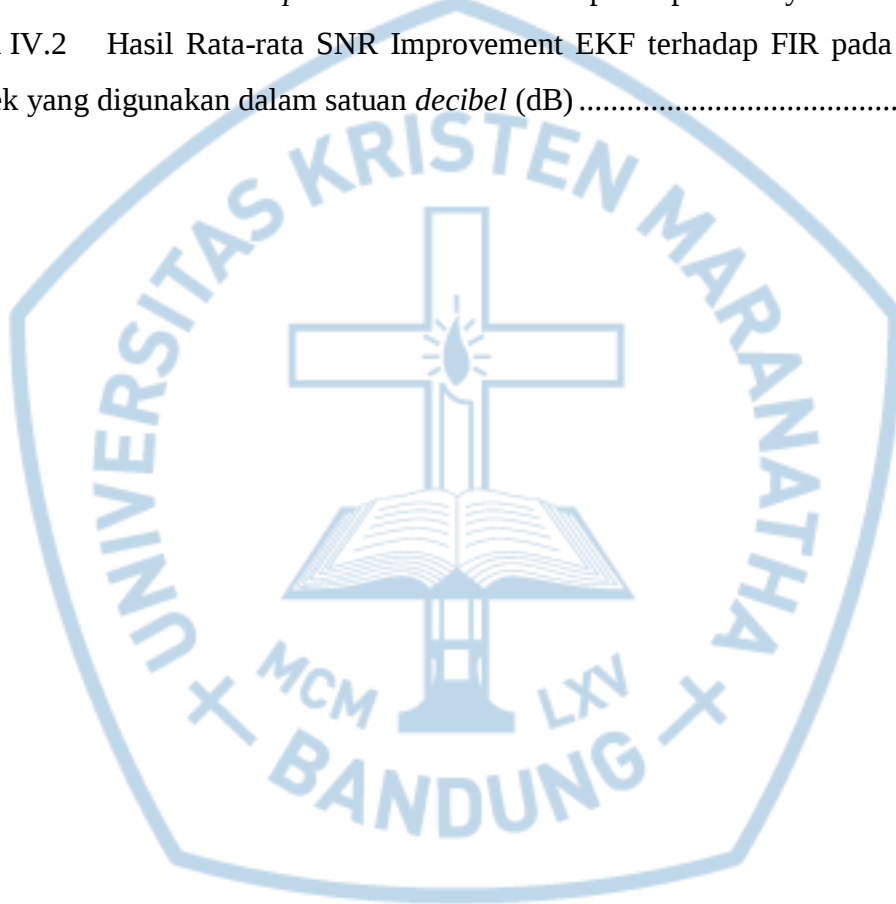


DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Morphology PQRST Complex rata-rata dari Rekaman ECG Orang Normal ^[5]	14
Gambar II.2	Model <i>Dynamic</i> ECG 3D yang dihasilkan dari persamaan (II.1a) s.d (II.1c) ^[3]	16
Gambar II.3	Model <i>Dynamic</i> ECG <i>Synthetic</i> yang dihasilkan oleh persamaan II.1c ^[3]	16
Gambar II.4	Siklus Algoritma <i>Extended Kalman Filter</i>	23
Gambar II.5	Perbandingan antara input dan output untuk mencari SNR	25
Gambar II.6	Diagram Blok SNR <i>Improvement</i>	26
Gambar III.1	Diagram Blok Sistem	27
Gambar III.2	Diagram Alir Utama	28
Gambar III.3	Diagram Alir Subrutin pada Proses Pemfilteran	29
Gambar III.4	Salah satu contoh <i>database</i> dari PhysioNet	30
Gambar III.5	<i>Database</i> yang diberi <i>White Noise</i>	31
Gambar III.6	Salah satu contoh subjek <i>Mean ECG Extraction</i> dan varians yang didapat dari <i>phase observation</i>	32
Gambar III.7	Hasil tampilan dengan parameter $\lambda = 0.01$ dan $\gamma = 1$	34
Gambar III.8	Hasil tampilan dengan parameter $\lambda = 0.04$ dan $\gamma = 1$	34
Gambar III.9	Hasil tampilan dengan parameter $\lambda = 0.1$ dan $\gamma = 1$	35
Gambar IV.1	Perbandingan SNR Improvement EKF terhadap FIR dalam bentuk <i>chart</i>	37
Gambar IV.2	Perbandingan satu gelombang ECG, ECG <i>noisy</i> , EKF dan FIR. 38	
Gambar IV.3	Perbandingan segmen ST pada gelombang ECG, ECG <i>noisy</i> , EKF dan FIR	38

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Nilai Parameter dari Model ECG	15
Tabel III.1	Nilai SNR Improvement dengan variasi γ dan λ dalam <i>decibel</i> (dB).	33
Tabel IV.1	Hasil SNR <i>Improvement</i> EKF terhadap FIR pada subyek 1	36
Tabel IV.2	Hasil Rata-rata SNR Improvement EKF terhadap FIR pada semua subyek yang digunakan dalam satuan <i>decibel</i> (dB)	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

Lampiran D

