

TUGAS BESAR 1 SINYAL DAN SISTEM

ECG SIGNAL PROCESSING

Michael Fransiscus Munthe (13219029), Aditya Anandita Dharma Putra (13219043)

Dosen: Arif Sasongko, Egi M.I. Hidayat

Tanggal Percobaan: 14/04/2021 – 23/04/2021

EL2101-Sinyal dan Sistem

Laboratorium Dasar Teknik Elektro - Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB

Abstrak

Mahasiswa diharapkan mampu mensimulasikan pemrosesan sinyal ECG yang memiliki noise AWGN secara digital. Pemrosesan sinyal dilakukan menggunakan MATLAB dan simulasi filter diimplementasikan berupa rangkaian menggunakan Lt.Spice. Pada praktikum diperoleh bahwa untuk menghilangkan noise pada sinyal diperlukan filter berupa lowpass filter yang melewatkan sinyal berfrekuensi rendah karena noise yang berfrekuensi tinggi. Hasil pemrosesan sinyal digital diubah kembali bentuknya ke dalam bentuk kontinyu, dimana mahasiswa mampu untuk menganalisis sinyal ECG secara langsung.

Kata kunci: ECG, MATLAB, LtSpice, Filter.

1. PENDAHULUAN

Tugas besar ini berisi pemrosesan sinyal electrocardiogram (ECG) menggunakan MATLAB dan pembuatan desain implementasi rangkaian menggunakan LtSpice.

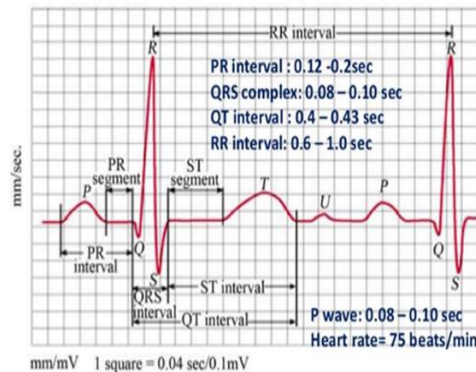
Pertama, mahasiswa mendapatkan sebuah sinyal ECG dengan noise AWGN. Kemudian, dilakukannya transformasi data analog ke digital. Setelah itu, ditentukan mekanisme pemrosesan data digital tersebut menggunakan filterisasi, kuantisasi dan mekanisme lainnya, dimana mekanisme filter nantinya disimulasikan dengan LtSpice.

Setelah proses itu semua, dilakukan pengembalian sinyal ke bentuk kontinu dengan fungsi sinc, zero order-hold, dan first order-hold, beserta simulasinya.

2. STUDI LITERATUR

2.1. ELECTROCARDIOGRAM

Elektrocardiogram (ECG) adalah rekaman yang berasal dari aktivitas listrik jantung dalam bentuk grafik yang direkam melalui perangkat elektrokardiograf. Bentuk umum sinyal ECG sebagai sinyal berulang dapat dilihat pada gambar berikut.



<http://projent.hubpages.com/hub/How-to-read-a-normal-ECG-electrocardiogram>

Gambar 2-1 Bentuk Sinyal ECG Normal.

Perubahan dalam pola sinyal ECG normal dapat menandakan terdapatnya penyakit atau gangguan tertentu pada keadaan jantung pasien. Disamping itu, periode sinyal juga dipengaruhi oleh usia, kondisi kebugaran, aktivitas, jenis kelamin dan lain sebagainya.

2.2. TRANSFORMASI DOMAIN FREKUENSI

Segala bentuk sinyal tentu saja dapat direpresentasikan dalam domain waktu dan frekuensi, dan sinyal tersebut bisa saling ditransformasikan. Hal ini dilakukan melalui Laplace transform sebagai berikut.

$$X(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-st} dt$$

Dengan $s = \sigma + j\omega$. Dari domain frekuensi, sinyal dikembalikan ke dalam domain waktu dengan proses invers Laplace transform sehingga didapatkan bentuk sebagai berikut.

$$x(t) = \frac{1}{j2\pi} \int_{\sigma-j\infty}^{\sigma+j\infty} X(s)e^{st} ds$$

Perhatikan bahwa fungsi baik dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi dapat diekspresikan sebagai kombinasi linear eksponensial kompleks.

Laplace transform merupakan bentuk generalisasi dari Fourier transform. Pasangan $x(t)$ dan $X(s)$ disebut dengan Laplace transform pair.

2.3. ADDITIVE WHITE GAUSSIAN NOISE

Additive White Gaussian Noise (AWGN) adalah sebuah model noise dasar pada sinyal yang memiliki karakteristik sebagai berikut.

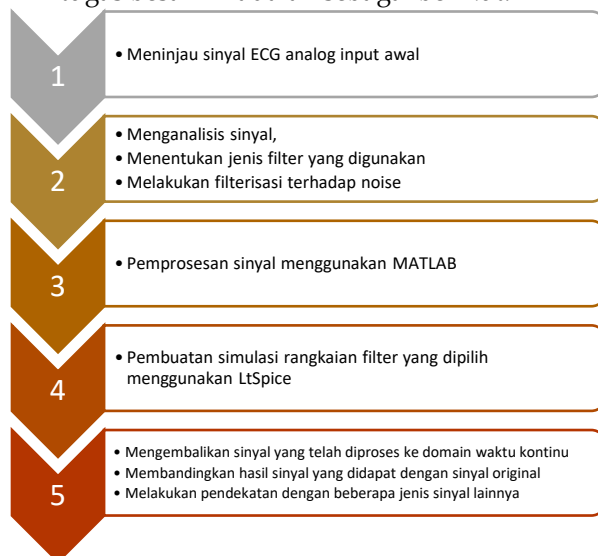
- Additive yang artinya yaitu memiliki sifat adisi terhadap sinyal awal.
- White yang artinya yaitu memiliki daya seragam di sepanjang band frekuensi
- Gaussian yang artinya yaitu terdistribusi secara normal.

2.4. ELECTRICAL NOISE

Electrical Noise adalah sebuah bentuk noise pada sinyal yang memiliki frekuensi tinggi dari 7KHz sampai 50MHz. Noise ini disebabkan oleh fluktuasi spontan pada tegangan dan arus.

3. METODOLOGI

Langkah-langkah yang dilakukan pada tugas besar ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3-1 Langkah-Langkah Pengerjaan Tugas Besar.

4. HASIL DAN ANALISIS

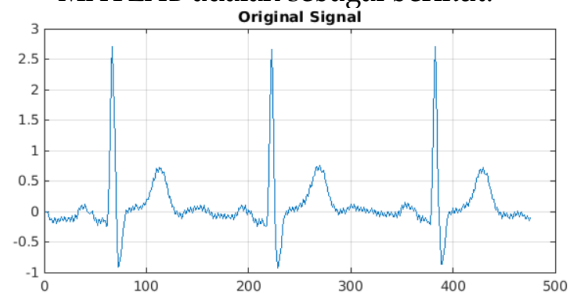
Berikut adalah hasil dan analisis dari masing-masing percobaan pada modul yang telah dilakukan.

4.1 SINYAL AWAL

Program yang digunakan untuk membentuk sinyal ECG awal dalam MATLAB yaitu sebagai berikut.

```
close all;clear;clc;
sig=load('ecg_60hz_200.dat');
N=length(sig);
fs=200;
t=[0:N-1]/fs;
figure(1);subplot(2,2,2);plot(sig)
title('Original Signal')
```

Simulasi sinyal ECG awal pada MATLAB adalah sebagai berikut.

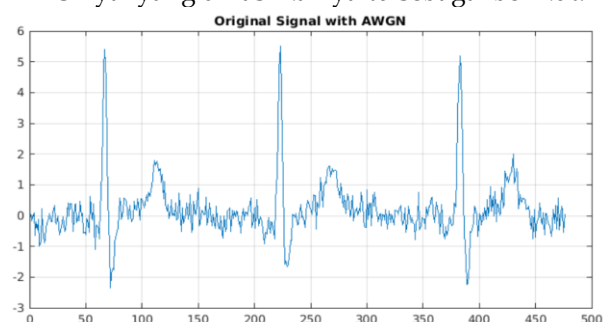


Gambar 4-1 Bentuk Keluaran Sinyal ECG Awal

Untuk melakukan simulasi keadaan di lapangan yang kemungkinan terbesar pasti memiliki noise, maka sinyal ECG diatas diberikan semacam noise AWGN dengan program pada MATLAB seperti berikut.

```
close all;clear;clc;
sig=load('ecg_60hz_200.dat');
sig1 = sig + awgn(sig,10);
N=length(sig1);
fs=200;
t=[0:N-1]/fs;
figure(1);plot(sig1)
grid on
title('Original Signal with AWGN')
grid on
```

Sinyal yang dihasilkan yaitu sebagai berikut.



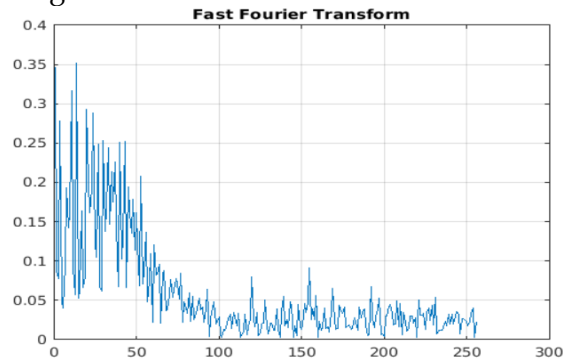
Gambar 4-2 Bentuk Keluaran Sinyal ECG dengan Noise AWGN

4.2 PENDEKATAN DOMAIN FREKUENSI

Melalui mekanisme transformasi ke domain frekuensi, digunakan program sebagai berikut.

```
% sig = data
% fs = sampling rate / frequency (Hz)
NFFT = 2 ^ nextpow2(length(sig));
Y = fft(double(sig), NFFT) / length(sig);
f = (double(fs) / 2 * linspace(0, 500, NFFT / 2))';
% f adalah vektor yang mengandung frekuensi dalam Hz
amp = 2 * abs(Y(1:(NFFT / 2)));
% amp adalah Vector yang mengandung corresponding amplitudes
figure(1);plot(amp)
grid on
title('FFT')
```

Hasil plot dari code di atas yaitu seperti gambar di bawah ini.

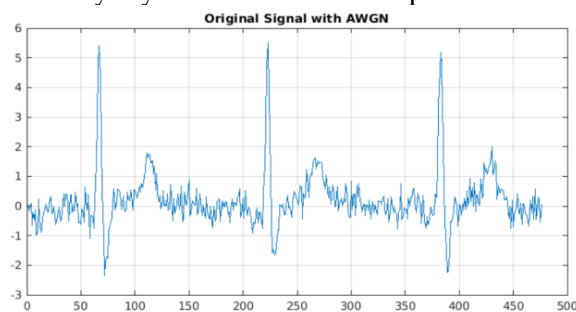


Gambar 4-3 Bentuk Keluaran Sinyal ECG dalam Domain Frekuensi

Dari grafik masih terdapat banyak sinyal pada frekuensi tinggi yang menyebabkan terjadinya noise sehingga dibutuhkan filter yang memfilter sinyal frekuensi tinggi yaitu menggunakan lowpass filter. Hal ini dikarenakan kebanyakan informasi penting berada pada rentang 0-200 Hz.

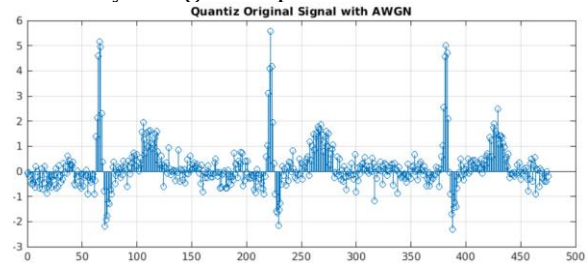
4.3 PENGOLAHAN DIGITAL

Tahap pertama dalam pengolahan sinyal yaitu melakukan amplifikasi..



Gambar 4-4 Output Amplifikasi Sinyal ECG

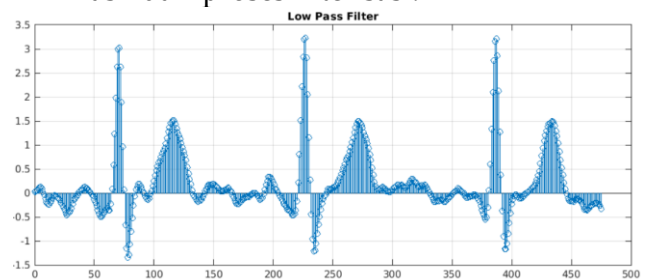
Tahap kedua yaitu dilakukan perubahan sinyal dari analog ke digital (ADC). Pertama dilakukan tahap kuantisasi 8-bit sehingga didapatkan sinyal digital seperti berikut.



Gambar 4-5 Output Sinyal ADC

Setelah diduplikatnya sinyal digital dari sinyal awal, maka proses akuisisi data telah selesai.

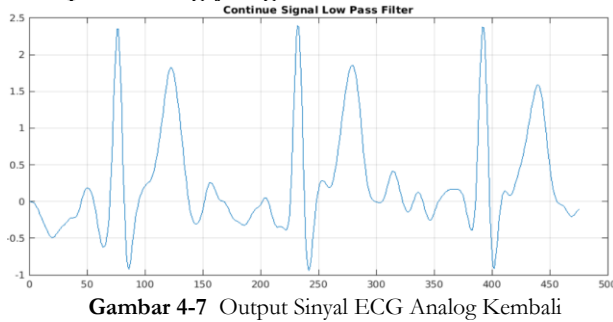
Tahap selanjutnya yaitu filtering untuk mengurangi noise pada sinyal. Untuk hal ini digunakan sebuah lowpass filter yang hanya melewatkan sinyal-sinyal berfrekuensi rendah, karena diketahui bahwa noise-noise yang terdapat pada sinyal memiliki frekuensi yang tinggi. Berikut adalah hasil dari proses filterisasi.



Gambar 4-6 Output Filterisasi (Lowpass Filter)

Tahap terakhir adalah melakukan transformasi sinyal di atas kembali menjadi sinyal analog supaya didapatkan kembali sinyal kontinu yang dapat dibaca.

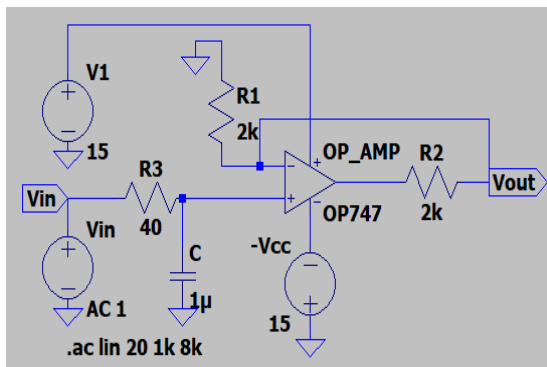
Berikut adalah hasil dari sinyal processing yang telah dilakukan.



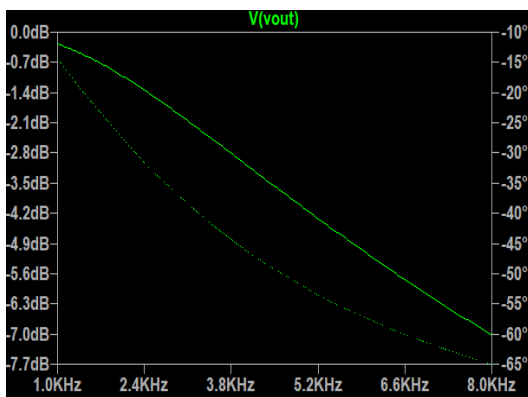
Gambar 4-7 Output Sinyal ECG Analog Kembali

4.4 SIMULASI SPICE

Berikut adalah simulasi low pass filter dengan Op-Amp menggunakan simulasi LtSpice.



Gambar 4-8 Model Rangkaian Simulasi Low Pass Filter

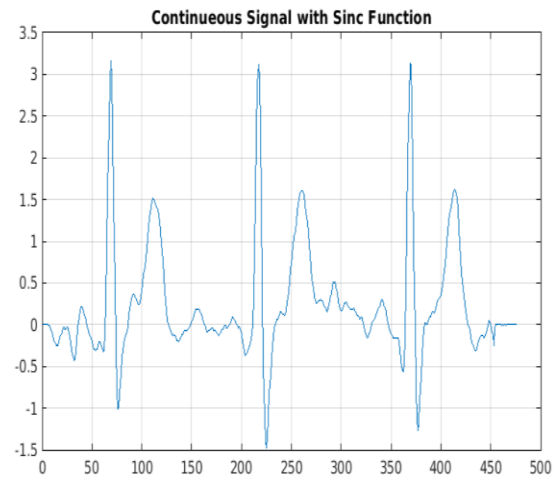


Gambar 4-9 Grafik Hasil Simulasi Low Pass Filter

4.5 PENGEMBALIAN KE BENTUK KONTINU

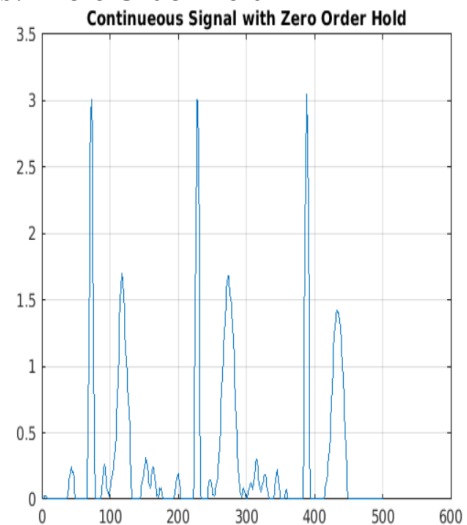
Berikut adalah interpolasi dari sinyal Awal yang telah disampling sebelumnya menggunakan pendekatan sinyal-sinyal berikut.

a. Sinyal sin()



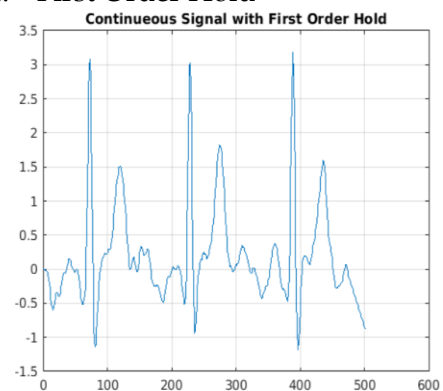
Gambar 4-10 Sinyal Hasil Interpolasi dengan pendekatan sinyal sinus

b. Zero Order Hold



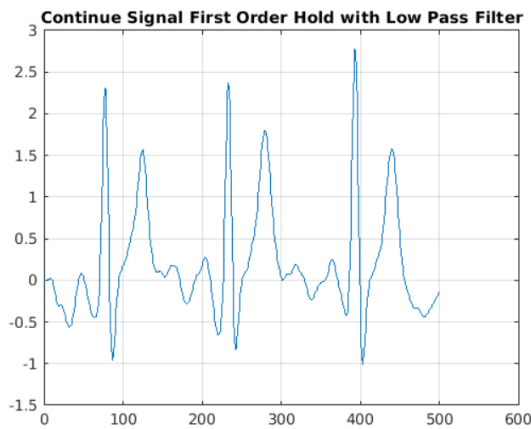
Gambar 4-11 Sinyal Hasil Interpolasi dengan pendekatan Zero Order Hold

c. First Order Hold



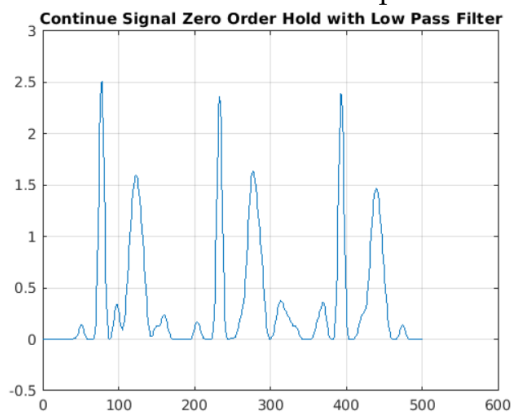
Gambar 4-12 Sinyal Hasil Interpolasi dengan pendekatan First Order Hold

d. First Order Hold + Lowpass Filter



Gambar 4-13 Sinyal Hasil Interpolasi dengan pendekatan First Order Hold dengan Lowpass Filter

e. Zero Order Hold + Lowpass Filter



Gambar 4-14 Sinyal Hasil Interpolasi dengan pendekatan Zero Order Hold dengan Lowpass Filter

5. KESIMPULAN

Melalui percobaan-percobaan pada tugas besar ini, penulis memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Jika dibandingkan dengan sinyal awal, sinyal Zero Order Hold mengalami kehilangan data seluruh sinyal di bawah sumbu horizontal sehingga menyebabkan banyaknya data informasi yang hilang dan data yang didapat pastinya tidak akurat.
- Sinyal Sinc memiliki kemipiran terbaik dengan sinyal awal dibandingkan pendekatan sinyal lainnya. Maka dapat

disimpulkan bahwa pendekatan terbaik untuk ECG yaitu menggunakan sinyal sinc.

- Metode sinyal processing yang digunakan yaitu dimulai dari amplifikasi sinyal awal, kemudian melakukan kuantisasi (converting Analog to Digital Signal), dan melakukan filter menggunakan Lowpass Filter. Setelah itu, melakukan interpolasi untuk mencari sinyal terbaik yang memiliki pendekatan semirip mungkin dengan sinyal awal dan melakukan smoothing filter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nima Aalizade (2021). *ECG P QRS T Wave Detecting Matlab Code* (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/66098-ecg-p-qrs-t-wave-detecting-matlab-code>), MATLAB Central File Exchange, diakses pada 21 April pukul 22.49.
- [2] <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/317455-how-can-i-do-denoising-for-ecg-signal>, diakses pada 22 April pukul 01.15.
- [3] <https://stackoverflow.com/questions/13902594/fft-of-ecg-signal-in-matlab>, diakses pada 22 April pukul 02.41.
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=CaUOQ-9w2gM&t=625s>, diakses pada 22 April pukul 03.02.
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=ZuiwBp6lZjk>, diakses pada 22 April pukul 05.54.