

Simulasi Rangkaian Oximeter dengan filter Digital ECG Berbasis Arduino Uno

Ahmad Lailil Qomariy

Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan \\
ahmadlaililqomariy@gmail.com

Abstract--The level of oxygen saturation in the blood is important to determine the health condition of the body. If the human body lacks or excess oxygen, it will cause disease and other body system disorders. One of the tools used to detect the level of oxygen saturation in the blood is a pulse oximeter. This study discusses a device for measuring pulse oximetry. Oximeter is used by placing the fingertip on the sensor which consists of red and infrared LEDs. This study was conducted to monitor the patient's condition remotely without having to meet face to face by implementing the Fuzzy Kohonen Network. The Fuzzy Kohonen Network method is used as an algorithm to monitor patient conditions with two parameters, namely Pulse Oximeter as a detector of oxygen saturation (SpO2) and a heartbeat sensor as a heart rate detector (BPM). This tool will measure the level of oxygen in the body by utilizing the rhythm of the heart rate. which represents the change in oxygen concentration in the patient's body optically using LED/infrared light. This tool will be attached to the part of the human body that has thin skin (permeable to light), for example, the tip of the finger or the tip of the ear.

Keywords: *Arduino, Oximetry, ADC, DAC, filter*

Abstrak--Kadar kejenuhan oksigen dalam darah merupakan hal yang penting untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh. Jika tubuh manusia kekurangan atau kelebihan oksigen maka akan menimbulkan penyakit dan gangguan sistem kerja tubuh yang lain. Salah satu alat yang digunakan untuk mendeteksi kadar kejenuhan oksigen dalam darah adalah pulse oximeter. Penelitian ini membahas tentang sebuah alat untuk mengukur pulsa oximetri. Oximeter digunakan dengan cara meletakkan ujung jari pada sensor yang terdiri dari led merah dan infrared. Penelitian ini dilakukan untuk memantau kondisi pasien dari jarak jauh tanpa harus bertatap muka langsung dengan mengimplementasikan Fuzzy Kohonen Network.

Metode Fuzzy Kohonen Network digunakan sebagai algoritma untuk memantau kondisi pasien dengan dua buah parameter yaitu Pulse Oximeter sebagai pendeteksi saturasi oksigen (SpO2) dan sensor heartbeat sebagai pendeteksi detak jantung (BPM).. Alat ini akan mengukur tingkat oxigen dalam tubuh dengan memanfaatkan ritme denyut jantung yang merepresentasikan perubahan konsentrasi oksigen di dalam tubuh pasien secara optik menggunakan cahaya LED/inframerah. Alat ini akan dipasangkan pada bagian tubuh manusia yang memiliki kulit yang tipis (bisa ditembus cahaya) misalnya adalah ujung jari atau ujung telinga..

Kata kunci : *Arduino, Oximetri, ADC, DAC, filter*

I. PENDAHULUAN

Informasi kadar kejenuhan oksigen dalam darah merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh manusia. Pada masa kritis, kadar oksigen dalam darah dipantau secara intensif sebagai salah satu parameter melakukan tindakan medis. Salah satu instrument yang digunakan untuk mengetahui kadar kejenuhan oksigen dalam darah adalah oximeter (S. DeMeulenaere ,2007).

Pada prinsipnya Pulse oximeter bekerja berdasarkan transport oksigen dalam darah. Transport oksigen dalam darah ada dua bentuk yaitu yang terlarut dalam plasma dan terikat dengan hemoglobin. Normalnya, sekitar 97% oksigen yang ditransport dari paru-paru ke jaringan terikat dengan hemoglobin dan sisanyanya 3 % terlarut dalam plasma. Oleh karena itu, maka akan terlihat perbedaan tertentu warna darah yang mengandung banyak oksigen dan mengandung sedikit oksigen. Jika kadar warna merah darah tersebut dapat

diketahui maka dapat diketahui pula kadar oksigen darah (U. Salamah, 2016).

Dengan menggunakan sumber cahaya dapat menembus kulit manusia dan menggambarkan bagaimana spektrum warna darah dalam kulit tersebut, maka akan dapat diketahui kadar oksigen dalam darah orang tersebut. Penelitian sebelumnya telah berhasil merancang bangun pulse oximeter menggunakan Arduino. Dari penelitian tersebut diperoleh sinyal photoplethysmograph (PPG) yang berkesesuaian dengan sinyal-sinyal PPG yang dihasilkan oleh penelitian-penelitian yang lainnya . Di samping itu telah diperoleh nilai SPO2 dari 20 sampel uji yang mencerminkan kadar kejenuhan oksigen dalam darah. Namun demikian, dalam instrumentasi kesehatan akurasi dan kehandalan instrument medis menjadi hal sangat penting dan krusial untuk diperhatikan karena menyangkut informasi kesehatan manusia. Oleh sebab itu dalam pengembangan instrumentasi medis dilakukan berbagai tahapan pengujian. Pada penelitian ini dilakukan validasi pada pulse oximeter yang telah dirancang bangun tersebut dengan cara membandingkan dengan pulse oximeter komersial yang telah dikalibrasi sebelumnya. (U.Salamah and M. Sasono,2016)

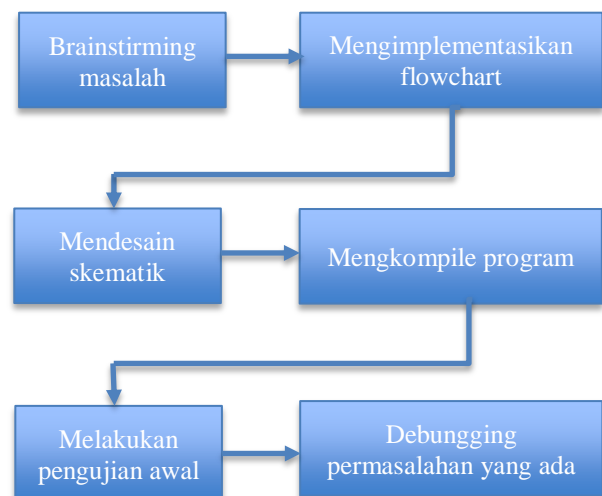
II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat dan komponen yang digunakan yaitu :

- 1 unit arduino uno dan kabel downloader
- Op Amp LM324 5 buah
- Cap 22uF 4 buah
- Cap 0.22uF 5 buah
- Cap 10uF 2 buah
- Cap 0.1uF 2 buah
- Cap 3.3uF 2 buah
- Res 100K 4 buah
- Res 1.8K 5 buah
- Res 100 2 buah

- Res 2.7k 2 buah
- Res 27k 2 buah
- Res 14k 2 buah
- Res 150k 2 buah
- Res 56k 2 buah
- Res 3.3k 2 buah
- Res 4.7M 2 buah
- Trimpot 10K 2 buah
- Led Merah 3 buah
- Led infrared 3 buah
- Photodioda 4 buah

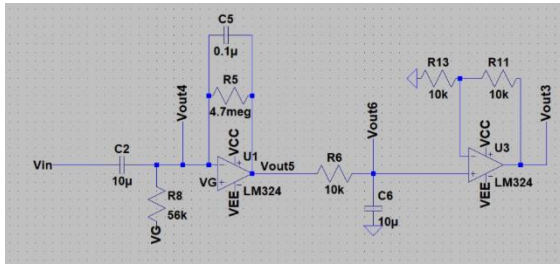
Langkah-langkah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Skematik Rangkaian

Rangkaian terdiri dari sensor photodioda yang akan membaca input berupa cahaya yang kemudian diubah menjadi sinyal tegangan pada rentang miliVolt. Sinyal tegangan ini akan dikondisikan melalui rangkaian pengkondisian berupa filter dan penguat. Rangkaian yang digunakan ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian pada proteus

Rangkaian terdiri dari beberapa bagian yaitu passive low pass filter, active low pass filter, high pass filter, dan amplifier dengan komponen seperti yang tertera pada gambar 2.

Desain Filter

Dalam melakukan simulasi filter digital dengan sinyal masukan berupa sinyal ECG yang didapatkan dari internet (website physionet.org), kami mendesain filter digital yang digunakan dengan menggunakan program MATLAB R2016b.

Sebelum membahas desain filter, ditentukan dulu tujuan dari filter dibuat. Karena filter yang akan didesain merupakan filter dari sinyal detak jantung berupa data sinyal ECG (*Electrocardiography*) dengan sinyal detak jantung maksimal berfrekuensi 8 Hz (480 beat per minute, detak jantung tertinggi yang pernah dicatat di dunia), maka dibuat desain *lowpass filter* digital dengan frekuensi *cut off* sebesar 8 Hz. Namun untuk percobaan ini, kami mendesain filter dengan frekuensi *cut off* sebesar 30 Hz, 15 Hz dan 5 Hz untuk melihat perbedaan hasil penyaringannya. Orde dari filter yang didesain juga divariasikan sebanyak 3 macam untuk melihat pengaruh dari keketatan penyaring yang digunakan.

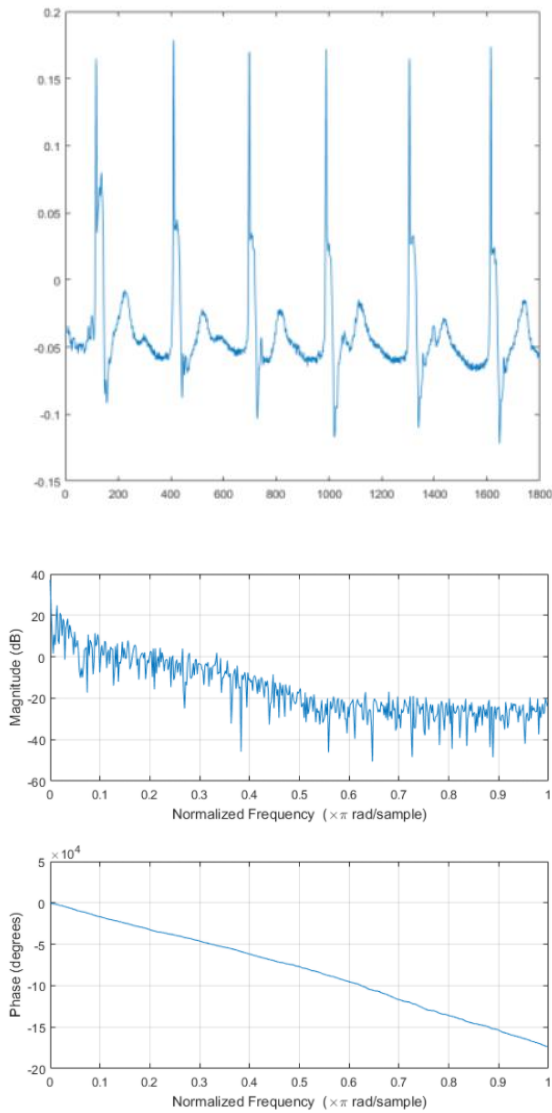
Lalu, sumber sinyal ECG yang digunakan merupakan sinyal ECG yang terdapat di internet (dari website physionet.org, MIT-BIH *Arrhythmia Database*). Dengan mengubah file ECG dari website menjadi WAV, file WAV tersebut bisa dimasukkan ke dalam MATLAB dengan perintah

```
[y,Fs] = audioread(filename,samples)
```

Di mana y merupakan data sinyal ECG yang telah terkuantisasi dan F_s merupakan besar frekuensi *sampling* yang digunakan pada data WAV yang dibuat. *Filename* merupakan nama file WAV yang terdapat sinyal WAV, lalu *samples* merupakan jumlah data/*sample* yang dimasukkan ke dalam variabel y ($\text{samples} = [1:2 \cdot F_s]$).

Dalam simulasi ini, sinyal ECG yang digunakan adalah sinyal ECG pada MIT-BIH *Arrhythmia Database* dengan nomor catatan 102.

Contoh *plot* sinyal ECG dengan waktu 5 detik adalah sebagai berikut:



Gambar 2. plot sinyal ECG dengan waktu 5 detik

Kemudian, kode MATLAB yang digunakan dalam mendesain filter *lowpass* tersebut adalah sebagai berikut :

```
% Frekuensi cuplik
Fs = 360;
% Orde Filter
N1 = 8;
N2 = 16;
N3 = 32;
```

%Frekuensi Cutoff

```
Fc1 = 30;
Fc2 = 15;
Fc3 = 5;
```

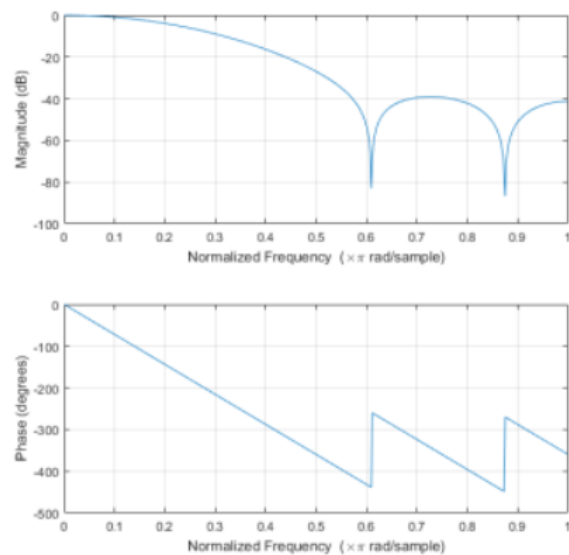
% Menghitung koefisien filter

```
b_8_30 = fir1(N1, Fc1/(Fs/2));
b_8_15 = fir1(N2, Fc1/(Fs/2));
b_16_15 = fir1(N2, Fc2/(Fs/2));
b_32_15 = fir1(N3, Fc2/(Fs/2));
b_8_5 = fir1(N3, Fc1/(Fs/2));
```

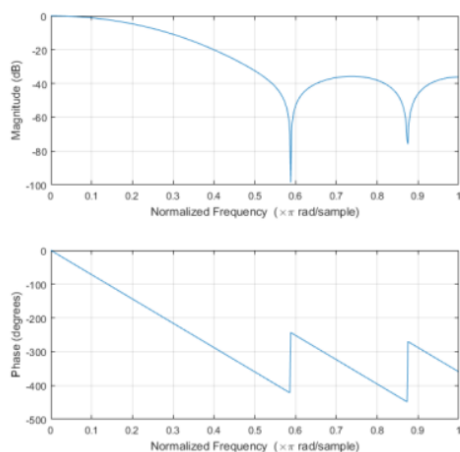
% Proses filter sinyal ECG

```
filtered_8_30 = filter(b_8_30,1,original);
filtered_8_15 = filter(b_8_15,1,original);
filtered_16_15 = filter(b_16_15,1,original);
filtered_32_15 = filter(b_32_15,1,original);
filtered_8_5 = filter(b_8_5,1,original);
```

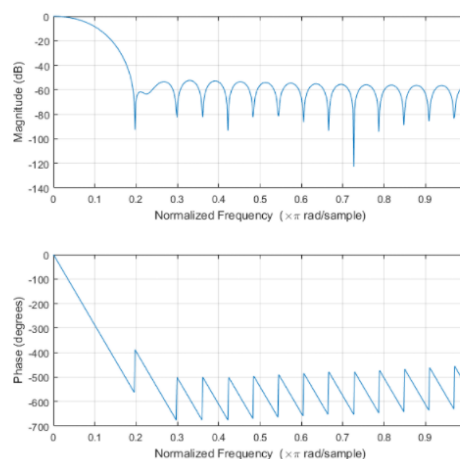
Dari kode MATLAB yang dijalankan, didapat respon frekuensi dari kelima filter yang didesain sebagai berikut:



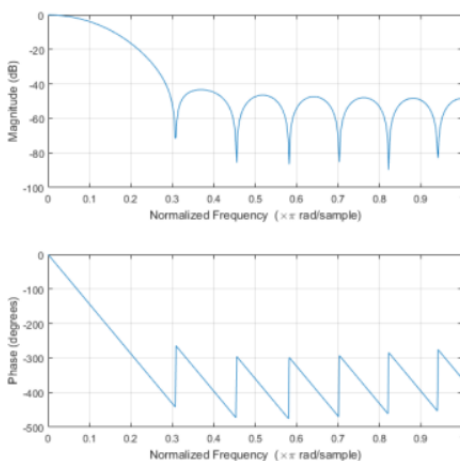
Gambar 3. Respon frekuensi filter lowpass orde = 8 dan fc = 30 Hz



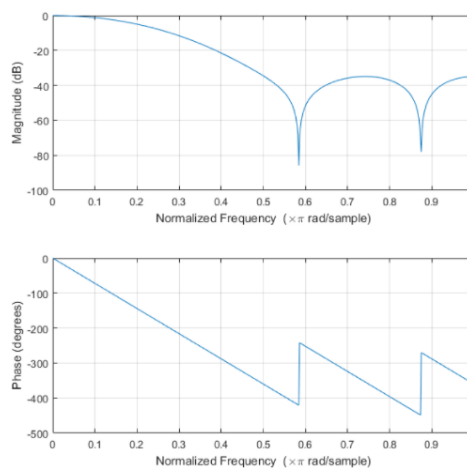
Gambar 4. Respon frekuensi filter lowpass orde = 8 dan $f_c = 15$ Hz



Gambar 6. Respon frekuensi filter lowpass orde = 32 dan $f_c = 15$ Hz

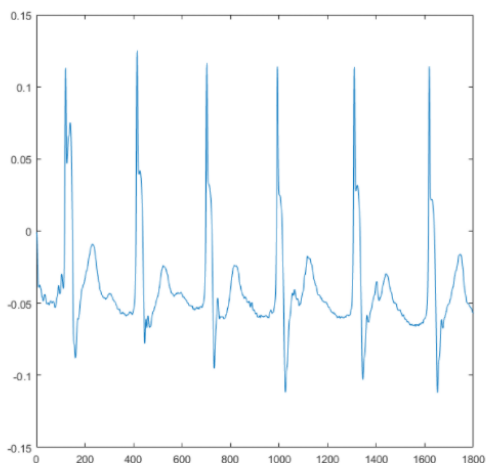


Gambar 5. Respon frekuensi filter lowpass orde = 16 dan $f_c = 15$ Hz.

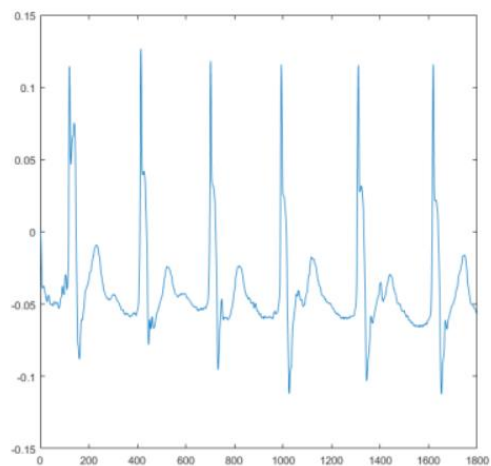


Gambar 7. Respon frekuensi filter lowpass orde = 8 dan $f_c = 5$ Hz

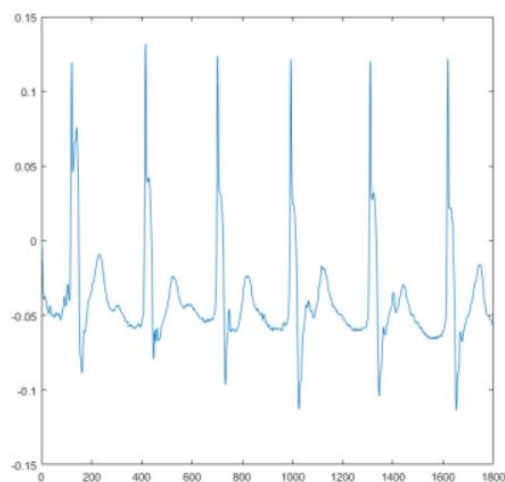
Lalu, sinyal hasil penyaringan yang didapatkan adalah sebagai berikut:



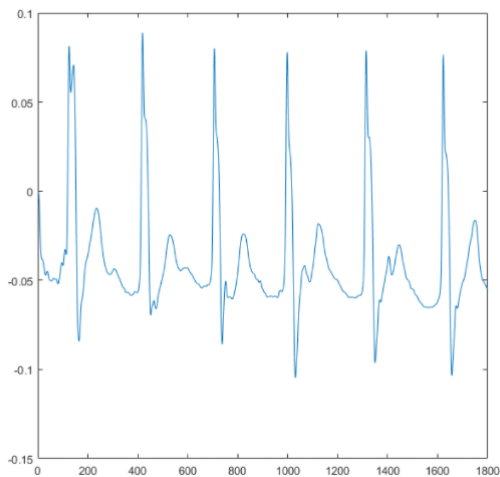
Gambar 8. Hasil penyaringan sinyal ECG dengan lowpass filter orde 8 dan $f_c = 5$ Hz



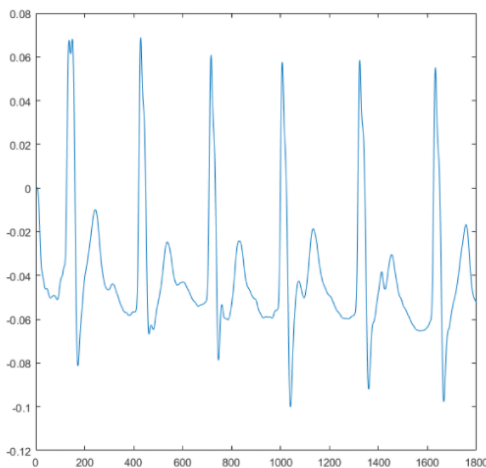
Gambar 9. Hasil penyaringan sinyal ECG dengan lowpass filter orde 8 dan $f_c = 15$ Hz



Gambar 10. Hasil penyaringan sinyal ECG dengan lowpass filter orde 8 dan $f_c = 30$ Hz



Gambar 11. Hasil penyaringan sinyal ECG dengan lowpass filter orde 16 dan $f_c = 15$ Hz



Gambar 12. Hasil penyaringan sinyal ECG dengan lowpass filter orde 32 dan $f_c = 15$ Hz

Dari hasil di atas, dapat diamati bahwa penggunaan filter dengan frekuensi *cut off* sebesar 15 Hz telah cukup untuk membuang *noise-noise* yang terdapat di dalam sinyal ECG tersebut. Lalu penggunaan orde terlalu besar juga tidak selalu bermanfaat untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil di atas, di mana penggunaan filter dengan orde yang lebih besar menyebabkan sinyal hasil penyaringan memiliki distorsi terhadap sinyal ECG yang asli. Sehingga, untuk aplikasi mikrokontroler di mana dibutuhkan komputasi secepat mungkin dan seakurat mungkin, dapat digunakan filter digital dengan frekuensi *cut off* terkecil (hingga memiliki hasil yang sama jika dkecilkan lagi) dan menggunakan orde secukupnya (tidak sampai membuat distorsi dari sinyal awalnya).

IV. Kesimpulan

Informasi kadar kejenuhan oksigen dalam darah merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh manusia. Pada masa kritis, kadar oksigen dalam darah dipantau secara intensif sebagai salah satu parameter melakukan tindakan medis. Salah satu instrument

yang digunakan untuk mengetahui kadar kejenuhan oksigen dalam darah adalah oximeter. Pada prinsipnya Pulse oximeter bekerja berdasarkan transport oksigen dalam darah. Transport oksigen dalam darah ada dua bentuk yaitu yang terlarut dalam plasma dan terikat dengan hemoglobin. Normalnya, sekitar 97% oksigen yang ditransport dari paru-paru ke jaringan terikat dengan hemoglobin dan sisanya 3 % terlarut dalam plasma.

Penggunaan filter dengan frekuensi *cut off* sebesar 15 Hz telah cukup untuk membuang *noise-noise* yang terdapat di dalam sinyal ECG tersebut. Lalu penggunaan orde terlalu besar juga tidak selalu bermanfaat untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil di atas, di mana penggunaan filter dengan orde yang lebih besar menyebabkan sinyal hasil penyaringan memiliki distorsi terhadap sinyal ECG yang asli. Sehingga, untuk aplikasi mikrokontroler di mana dibutuhkan komputasi secepat mungkin dan seakurat mungkin, dapat digunakan filter digital dengan frekuensi *cut off* terkecil (hingga memiliki hasil yang sama jika dkecilkan lagi) dan menggunakan orde secukupnya (tidak sampai membuat distorsi dari sinyal awalnya).

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. DeMeulenaere, "Pulse Oximetry: Uses and Limitations," J. Nurse Pract., 2007.
- [2] U. Salamah, "Rancang Bangun Pulse Oximetry Menggunakan Arduino Sebagai Deteksi Kejenuhan Oksigen Dalam Darah," J. Penelit. Fis. dan Apl., 2016.
- [3] U. Salamah and M. Sasono, "Effectivity comparison of red and infrared transmission spectrum for invivo oxygen detection in a homebuild oxymetry devices," in AIP Conference Proceedings, 2016.
- [4] U. Salamah ; M.Sasono, "Prosiding pertemuan dan presentasi ilmiah teknologi akselerator dan aplikasinya," vol. 17, no. November, pp. 33–37, 2015.
- [5] V. Gopikrishna, K. Tinagupta, and D. Kandaswamy,

“Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth,” J. Endod., 2007.

[6] H. Njoun and P. A. Kyriacou, “Investigation of finger reflectance photoplethysmography in volunteers

undergoing a local sympathetic stimulation,” J. Phys. Conf. Ser., vol. 450, no. 1, 2013.