

Peningkatan Kualitas Suara Stetoskop Melalui Penghilangan Noise Menggunakan Filter Finite Impulse Respon (FIR)

Fery Ferdianto^{1*}
Zakiyatul Fitriah^{1*}
Kharisma Nur Oktavia^{1*}
Ratna Arum Febrianti^{1*}
Taufik Firman Nurdiawan^{1*}

AFILIASI :

1) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan, Universitas
Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan
Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa
Timur 68121

KORESPONDENSI:

Fery Ferdianto
Email: yferdf@gmail.com

KATA KUNCI:

FIR, Kebisingan, Rangkaian *Pre-Amplifier*, Stetoskop.

ABSTRAK

Stetoskop merupakan salah satu alat medis yang digunakan untuk mendiagnosa suara organ dalam tubuh manusia. Suara yang dihasilkan stetoskop biasanya tidak murni suara organ yang dideteksi, tetapi terdapat noise yang disebabkan oleh lingkungan sekitar. Selain noise, biasanya suara yang dihasilkan oleh stetoskop juga kecil. Kecilnya suara stetoskop dapat di tingkatkan menggunakan rangkaian pre-amplifier. Rangkaian pre-amplifier merupakan rangkaian yang dapat digunakan untuk menguatkan sinyal suara. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan noise dari suara yang dihasilkan oleh stetoskop guna memperoleh suara organ yang lebih jelas. Organ tubuh manusia yang digunakan sebagai objek pada penelitian ini adalah jantung. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data kuantitatif dan kualitatif dari hasil perekaman suara detak jantung. Suara detak jantung tersebut digunakan sebagai input pada proses penghilangan noise yang dilakukan menggunakan filter finite impulse respons (FIR) pada Matlab. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa grafik hubungan antara amplitudo terhadap waktu yang menunjukkan perbandingan suara stetoskop modifikasi sebelum dan sesudah penghilangan noise. Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa filter finite impulse respons dapat mengurangi noise yang terdapat pada suara detak jantung asli. Namun, penelitian ini belum dapat menghilangkan secara sempurna karena tidak menggunakan rangkaian notch filter.

PENDAHULUAN

Kesehatan tubuh manusia menjadi hal krusial yang sangat penting untuk diperhatikan oleh paramedis. Pemeriksaan awal yang sering dilakukan oleh paramedis adalah teknik auskultasi. Teknik Auskultasi merupakan teknik dasar yang digunakan untuk mendengarkan suara nafas menggunakan stetoskop [1]. Paramedis menggunakan stetoskop untuk mendeteksi suara jantung. Suara jantung yang dihasilkan oleh stetoskop biasanya tidak murni suara organ yang diperiksa, tetapi masih terdapat *noise* dari lingkungan sekitar yang menyebabkan pendengaran paramedis terganggu. Hal tersebut menjadi permasalahan yang sering dialami oleh paramedis. Saat pengecekan detak jantung, nafas dan organ lainnya terdapat *noise* yang ditimbulkan dari stetoskop, suara kebisingan dapat mengganggu pendengaran dokter. Selain *noise*, masalah yang sering dihadapi yaitu kecilnya suara stetoskop yang menyebabkan suara detak jantung menjadi kurang jelas.

Guna memudahkan paramedis mendengarkan suara detak jantung yang lebih jelas, di manfaatkan komponen elektronika untuk memperkuat sinyal suara dari jantung yang dikenal dengan *amplifier*. Komponen tersebut disusun menjadi sebuah rangkaian yang dihubungkan dengan stetoskop untuk memperkuat dan melakukan perekaman suara detak jantung. Hasil perekaman suara, diproses menggunakan *software* Matlab untuk menghilangkan *noise* dari sekitar dan mendapatkan suara detak jantung yang lebih jelas. Selain itu, proses ini juga menghasilkan perbandingan antara suara stetoskop asli dengan suara setelah penghilangan *noise* yang divisualisasikan dalam bentuk grafik

Stetoskop merupakan salah satu alat medis yang dapat digunakan untuk mendiagnosa suara dalam tubuh manusia. Stetoskop sering digunakan paramedis untuk memeriksa suara jantung [2].

Stetoskop adalah sebuah alat medis akustik yang digunakan untuk melakukan auskultasi, yaitu mendengarkan suara-suara internal dalam tubuh manusia, seperti suara jantung, paru-paru, dan usus [3]. Auskultasi menggunakan stetoskop memiliki sejumlah batasan dan kelemahan. Metode ini bersifat subjektif di mana hasilnya bergantung pada kemampuan pendengaran seseorang [4]. Batasan dan kelemahan teknik auskultasi dapat dikurangi dengan membuat sebuah alat yang dapat memperbesar suara stetoskop menjadi lebih jelas. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hardino *et al.*, [5], membuat modifikasi stetoskop untuk proses perekaman suara. Namun, penelitian tersebut menggunakan alat perekam suara berupa *microphone condensor* yang sudah jadi tanpa adanya rangkaian penguat (*pre-amplifiers*), sedangkan penelitian ini menggunakan komponen elektronik berupa *mic condensor* yang dihubungkan dengan rangkaian *pre-amplifiers* untuk melakukan proses perekaman dan menguatkan suara yang dihasilkan oleh stetoskop. Alat tersebut tersusun dari rangkaian *amplifier*. *Amplifier* akan memperkuat sinyal arus (I) dan tegangan (V) listrik yang berasal dari *inputnya*. *Output* akan menghasilkan sinyal arus dan tegangan yang lebih besar dari sinyal *inputnya*. *Amplifier* dapat diterapkan pada rangkaian *pre-amplifier* [6]. Rangkaian *pre-amplifier* merupakan rangkaian yang didesain untuk mempersiapkan sinyal listrik kecil untuk diolah lebih lanjut sehingga sinyal suara yang dihasilkan menjadi sinyal yang lebih besar. Rangkaian *pre-amplifier* tersusun atas komponen elektronika seperti IC, resistor, dan kapasitor [7]. Rangkaian *pre-amplifier* memberikan peningkatan dalam level sinyal tetapi tidak memiliki penguatan arus yang signifikan [8].

METODE

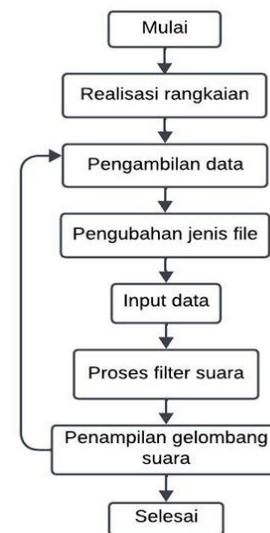
Penelitian ini menggunakan metode *research and development* berupa *prototype* yang kemudian dikembangkan melalui bahasa pemrograman Matlab. *Prototype* digunakan sebagai alat untuk merekam suara detak jantung dari stetoskop. Hasil perekaman suara akan diolah menggunakan pemrograman Matlab untuk proses penghilangan *noise* dari suara detak jantung yang didapatkan. Pemrosesan penghilangan *noise* pada penelitian ini menggunakan jenis filter *finite impulse respons* (FIR). Respon implus yang dimiliki oleh FIR panjangnya tak terbatas

Desain Penelitian

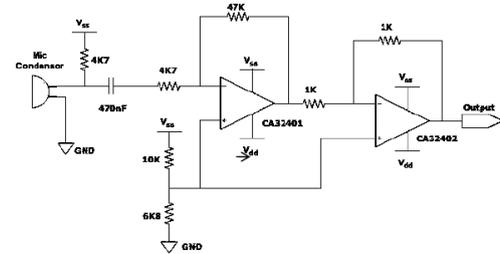
Desain penelitian ini disajikan dalam gambar 1. Rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari stetoskop, *mic condensor*, *pre-amplifier*, dan *auxjack* 3.5mm. Tubing stetoskop dipotong kemudian dihubungkan dengan *mic condensor* yang telah terhubung dengan rangkaian *pre-amplifier*. Rangkaian *pre-amplifier* [8] yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.

Rangkaian *pre-amplifier* tersusun dari resistor, kapasitor, baterai, *op-amp*, kabel jumper dan *breadboard*. *Output* dari rangkaian *pre-amplifier* dihubungkan dengan *auxjack* yang terhubung pada *handphone* untuk melakukan pengambilan data suara detak jantung dengan rata-rata waktu 10 detik. Desain rangkaian dan proses pengambilan data diilustrasikan pada gambar 3.

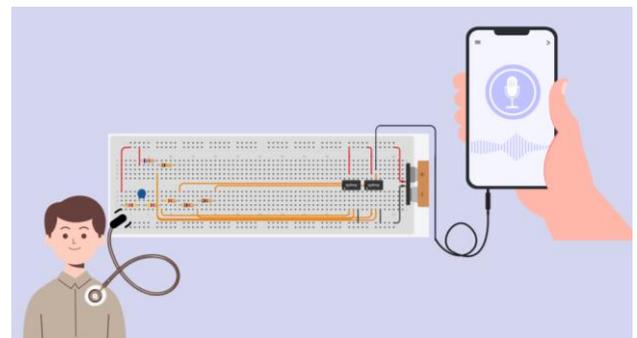
Data hasil rekaman yang diperoleh kemudian dikonversi jenis file dari *.mp3 menjadi *.wav agar dapat digunakan sebagai *input* pada Matlab. *Input* suara tersebut kemudian diolah menggunakan filter *finite impulse respons* (FIR) untuk menghilangkan *noise*. Hasil dari proses pemfilteran berupa grafik gelombang suara hubungan amplitudo terhadap waktu dari dua suara yaitu suara asli sebelum dan setelah penghilangan *noise*.



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Rangkaian Pre-Amplifier
(Sumber : Huda et al.,2019)



Gambar 3. Desain rangkaian dan proses pengambilan data

Data

Data yang diambil pada penelitian ini yaitu berupa suara detak jantung dari stetoskop yang telah dimodifikasi. Suara detak jantung yang digunakan sebagai sampel penelitian ini diperoleh dari suara detak jantung orang berbeda dengan kondisi tubuh yang sehat. Jumlah data yang diperoleh yaitu 4 suara detak jantung.

Analisa

Data hasil pengolahan menggunakan Matlab akan diperoleh perbandingan antara sinyal asli suara detak jantung dari inovasi stetoskop yang telah dibuat dan sinyal suara detak jantung yang telah dilakukan proses penghilangan *noise*. Analisis dilakukan dengan cara mengamati amplitudo pada kedua perbandingan gelombang suara. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui *noise* yang telah dihilangkan menggunakan filter FIR pada Matlab. Filter FIR pada Matlab dapat memberikan suara detak jantung yang lebih jelas dari suara aslinya.

Perbandingan tersebut dilakukan dengan menghitung rata-rata penurunan amplitudo yaitu jumlah nilai penurunan dibagi dengan banyaknya sinyal yang digunakan. Perhitungan rata-rata penurunan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Rata - rata penurunan } A = \frac{\sum A_0 - A_t}{n}$$

Keterangan.

A_0 = Amplitudo sinyal suara asli

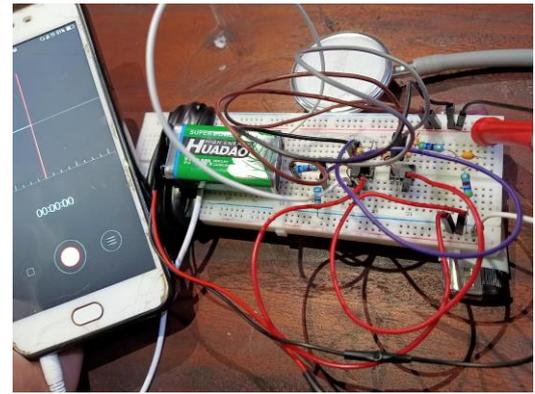
A_t = Amplitudo sinyal setelah penghilangan *noise*

n = Banyaknya sinyal

HASIL DAN DISKUSI

Gambar 4 dan 5 merupakan rangkaian yang telah dibuat untuk melakukan proses perekaman suara detak jantung, setelah didapatkan hasil rekaman suara detak jantung kemudian dilakukan proses penghilangan *noise*. Proses penghilangan *noise* dilakukan menggunakan filter *finite impulse respons* (FIR) pada Matlab.

Persamaan yang digunakan yaitu $b = \text{ones}(1, \text{filterOrder}) / \text{filterOrder}$. Persamaan $b = \text{ones}(1, \text{filterOrder}) / \text{filterOrder}$ digunakan untuk membuat vektor koefisien filter yang akan membantu "menghaluskan" atau "meratakan" data.

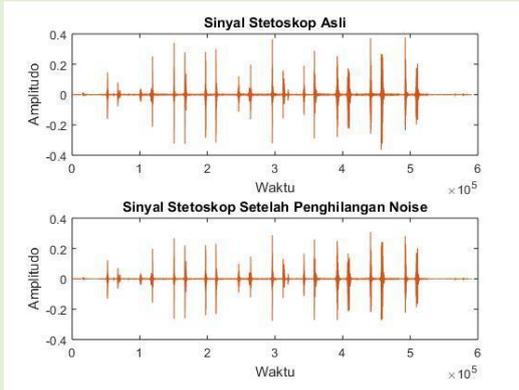


Gambar 4. Stetoskop modifikasi yang terhubung dengan perekam suara

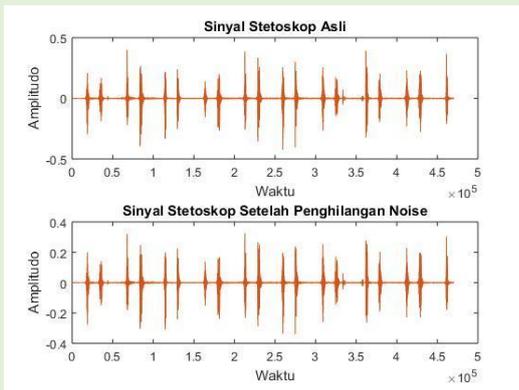


Gambar 5. Stetoskop modifikasi yang telah dikemas

Perintah filter Order pada persamaan $b = \text{ones}(1, \text{filterOrder}) / \text{filterOrder}$ menunjukkan banyak data yang akan diambil rata-rata untuk menghasilkan keluaran. Semakin besar *filterOrder*, semakin besar efek penghalusan sinyalnya. *Output* akan menghasilkan koefisien yang membuat rata-rata dari sejumlah data dalam rentang yang dipilih. Filter yang telah didefinisikan dalam vektor b diterapkan ke sinyal audio *inputAudio* menggunakan fungsi *filter*. Operasi ini menghasilkan sinyal audio yang telah dibersihkan dari komponen *noise* rendah. Berdasarkan gambar 6 hingga 9, gelombang suara yang ditampilkan hanya mencuplik waktu 4,5 sampai 5 detik untuk mengamati pola suara dengan *noise* yang telah dihilangkan. Sampel pertama pada gambar 6 menunjukkan bahwa antara sinyal suara stetoskop asli dengan sinyal suara stetoskop setelah penghilangan *noise* memiliki perbedaan pada nilai amplitudo.

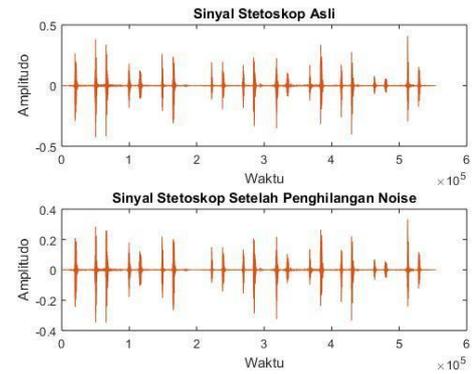


Gambar 6. Gelombang suara 1

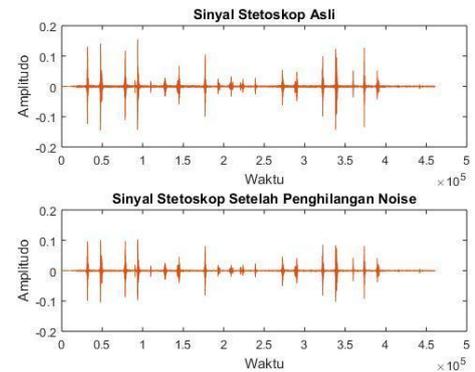


Gambar 7. Gelombang suara 2

Sinyal suara asli stetoskop memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,68$, sedangkan sinyal suara stetoskop setelah penghilangan *noise* memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,6$. Rata-rata penurunan amplitudo yaitu sebesar 0,104. Sampel kedua pada gambar 7 menunjukkan bahwa sinyal suara asli stetoskop memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,7$, sedangkan sinyal suara stetoskop setelah penghilangan *noise* memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,6$. Rata-rata penurunan amplitudo yaitu sebesar 0,125. Gambar 8 menunjukkan bahwa sinyal sampel 3 suara asli stetoskop memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,75$, sedangkan sinyal suara stetoskop setelah penghilangan *noise* memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,65$. Rata-rata penurunan amplitudo yaitu sebesar 0,125. Sampel keempat pada gambar 9 menunjukkan bahwa sinyal suara asli stetoskop memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,3$, sedangkan sinyal suara stetoskop setelah penghilangan *noise* memiliki puncak tertinggi amplitudo $\pm 0,2$. Rata-rata penurunan amplitudo yaitu sebesar 0,105.



Gambar 8. Gelombang suara 3



Gambar 9. Gelombang suara 4

Penurunan amplitudo pada percobaan ini menyebabkan besar frekuensi yang dihasilkan oleh gelombang suara juga mengalami penurunan. Hal tersebut dibuktikan dengan perbandingan suara asli hasil rekaman dan suara yang telah dilakukan penghilangan *noise*. Melalui suara yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa kebisingan yang ada pada suara hasil rekaman telah berkurang. Namun, berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh suara kebisingan tidak bisa dihilangkan dengan maksimal, karena percobaan ini tidak menggunakan rangkaian filter yang digunakan untuk meredam sinyal pada frekuensi tertentu

KESIMPULAN

Kesimpulan dari percobaan ini yaitu suara yang dihasilkan dari stetoskop terdengar lebih jelas dengan adanya rangkaian pre-amplifier. Pengolahan suara menggunakan Matlab dapat mengurangi *noise* yang terdapat pada suara yang dihasilkan oleh stetoskop. Namun, pengurangan *noise* tersebut kurang maksimal karena tidak menggunakan rangkaian filter. Penelitian selanjutnya dapat mengoptimalkan dengan menambahkan rangkaian filter pada alat perekam yang dibuat, dengan tujuan untuk meredam suara dalam frekuensi tertentu yang dianggap sebagai *noise*

REFERENSI

1. Prabowo, G. H., M. R. Mak'ruf., Sumber, S., Soetjiatie, L. dan Utomo, B. Perancangan Stetoskop Elektronik Portable. *Jurnal Teknokes.* 2019; 12(1) : .39 - 44.
2. Muhajirin, M., dan Ashari, A. Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi.* 2018; 8(1) : 31-41.
3. Li, Q., W. Jian, S. Liu, L. Tan, W. Chen, D. Zhang, and J. Zheng. Regularity and Mechanism of Fake Crackle Noise in an Electronic Sthetoscope. *Frntiers in Physiology.* 2022;13 : 1079468.
4. Meranda, A., N. Alfarizal, N. L. Husni, D.A. Pratama, Y. Irdyanti, dan A.S. Handayani. Perancangan Deteksi Suara Paru-Paru Berbasis DSP TMS320C6416T dan Module Wireless. *Jurnal Teknika.* 2020;14(2) : 175 – 184.
5. Hardino, F. Aplikasi Perekam Suara Untuk Stetoskop Elektronik. *Skripsi.* Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia. 2020.
6. Setiawan, A., dan Darmawan, I. G. A. Implementasi *Amplifier* pada Rangkaian Elektronika Tune Control. *REPOTEKNOLOGI ID.* 2021; 2(1) : 1 – 12.
7. Christian, H. Perancangan Dan Pembuatan Pre-Amplifier Auxiliary Untuk Smartphone Pada Sistem Audio Mobil. *Mechanova,* 2016 ; 5.
8. Hidayat, R. Penerapan Audio Amplifier Stereo untuk Beban Bersama dan Bergantian dengan Menggunakan Saklar Ganda Sebagai Pengatur Beban. *Jurnal Teknik Elektro.*2013; 5(2) : 96 -101.
9. Huda, M.M., Miftakhunnurudin, M., Wicaksono, R.A., Arrosida, H. dan Setyawan, S.B. August. Monitoring Suara Jantung Phonocardiograph Berbasis Android. *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi.* 2019;1 (1).