

# ANALISIS PERFORMANSI FILTER DIGITAL IIR UNTUK MENGHILANGKAN NOISE PADA SINYAL SUARA

Raisah Hayati<sup>1</sup>, Ipan Suandi<sup>2</sup>, Milawarni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Email: raisah@pnl.ac.id<sup>1</sup>, ipan@pnl.ac.id<sup>2</sup>, milawarnimila@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak** – Pada proses pengiriman informasi dalam sistem komunikasi selalu terdapat gangguan atau *noise*. Sifat *noise* yang acak dan tersebar pada semua frekuensi, tidak dapat dihilangkan seluruhnya namun dapat diminimalisir. Untuk meminimalisir *noise* biasanya digunakan *filter*. *Filter* didefinisikan sebagai sistem atau rangkaian yang melewatkan pita frekuensi tertentu yang diinginkan dan meredam pita frekuensi lainnya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan *filter* digital IIR, karena *filter* digital IIR memiliki *respon impulse* berdurasi tak hingga sehingga dapat dicocokkan dengan *filter* analog. *Filter* digital IIR dirancang di sini menggunakan metode Transformasi Bilinear menggunakan *prototype filter* analog *Butterworth*, *Chebyshev 1*, *Chebyshev 2*, dan *Elliptic*. Dari hasil simulasi diperoleh, bahwa untuk mengurangi *White Gaussian Noise* pada sinyal suara, nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) tertinggi diperoleh dengan menggunakan *filter* digital IIR dengan menggunakan *prototype Chebyshev 1*, yaitu sebesar 15,2884 dB, dan SNR terendah dengan menggunakan *filter* digital IIR dari *prototype Chebyshev 2*, yaitu sebesar 10,3079 dB.

**Kata-kata kunci:** *Filter Digital IIR, Butterworth, Chebyshev 1, Chebyshev 2, Elliptic*

**Abstract** – In the process of sending information in a communication system there is always interference or noise. The random nature of noise and spread across all frequencies cannot be completely eliminated but can be minimized. To minimize noise, filters are usually used. A filter is defined as a system or circuit that passes certain desired frequency bands and attenuates other frequency bands. In this research the author used a digital IIR filter, because the digital IIR filter has an impulse response of infinite duration so it can be matched with an analog filter. The IIR digital filter is designed here using the Bilinear Transformation method using the Butterworth, Chebyshev 1, Chebyshev 2 and Elliptic analog filter prototypes. Simulations were carried out using Matlab software. From the simulation results, it was found that to reduce White Gaussian Noise in sound signals, the highest Signal to Noise Ratio (SNR) value was obtained using an IIR digital filter using the Chebyshev 1 prototype, namely 15,2884 dB, and the lowest SNR using a IIR digital filter from the prototype Chebyshev 2 which is 10,3079 dB.

**Keywords:** *Filter Digital IIR, Butterworth, Chebyshev 1, Chebyshev 2, Elliptic*

## I. PENDAHULUAN

*Filter* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyaring sinyal. Dalam sistem komunikasi *filter* digunakan untuk mengekstraksi sinyal yang diinginkan dari *noise* dan interferensi. *Filter* digital adalah suatu prosedur matematika atau algoritma yang mengolah sinyal masukan digital dan menghasilkan sinyal keluaran digital yang memiliki sifat tertentu sesuai dengan tujuan *filter*.

Berdasarkan *respon impuls*, *filter* digital dapat dibagi menjadi dua, yaitu *filter* digital IIR (*Infinite Impulse Response*) dan FIR (*Finite Impulse Response*). *Filter* digital IIR didesain dengan teknik yang serupa dengan teknik yang digunakan pada perancangan *filter* analog. Pada setiap metode perancangan, *filter* digital IIR selalu diawali dengan perancangan *filter* analog terlebih dahulu, kemudian baru ditransformasi menjadi *filter* digital IIR.

Ada empat *prototype filter* analog, yaitu *Butterworth*, *Chebyshev 1*, *Chebyshev 2*, dan *Elliptic*. Pada penelitian ini akan dirancang *filter* digital lowpass IIR dari *prototype Butterworth*, *Chebyshev 1*, *Chebyshev*

*2*, dan *Elliptic*. Setelah *filter* digital IIR dirancang, selanjutnya akan disimulasikan untuk menghilangkan *noise* pada sinyal suara. Parameter pengukuran performansi adalah rasio sinyal terhadap *noise* (SNR) sinyal hasil pemfilteran.

Banyak penelitian yang telah dilakukan yang berhubungan dengan *filter* digital IIR. Murni Sri Rahayu Islamiyah, (2021)[1] yang berjudul “Implementasi Metode Transformasi Bilinear pada *Filter Digital Infinite Impulse Response* (IIR) menggunakan Raspberry Pi”. Pada penelitian tersebut *Filter Digital IIR* dirancang menggunakan Matlab Simulink, dan kemudian diimplementasikan pada Raspberry Pi. Hasil pengujian dengan membandingkan hasil *running* program Matlab Simulink dengan hasil implementasi menggunakan Raspberry Pi apakah sama. Penelitian lain dilakukan oleh Lita Lidyawati, (2015)[2] yang berjudul “Implementasi *Filter Infinite Impulse Response* (IIR) dengan *Respon Elliptic* dan *Bessel* menggunakan DSK TMS 320C6713”. Pada penelitian ini proses simulasi *filter* digital IIR dilakukan menggunakan software Matlab, selanjutnya diimplementasikan *filter* tersebut menggunakan DSK TMS320C6713 dengan bantuan software CCS. Tidak

ada perbedaan signifikan antara hasil implementasi real dengan hasil simulasi. Penelitian lain juga dilakukan Tri Budi Santoso, (2016)[3] yang berjudul “Implementasi Filter IIR secara Real Time pada TMS 32C5402”. Pada penelitian ini filter digital IIR dirancang menggunakan software Matlab, dan koefisien-koefisien respon impulse yang diperoleh dimasukkan ke perangkat lunak DSP Starter Kit untuk dilakukan kompilasi. Hasil yang diperoleh bahwa karakteristik filter digital IIR mirip dengan teori.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Suara

Suara adalah energi yang muncul karena adanya suatu getaran yang merambat melalui medium. Salah satu faktor yang mempengaruhi suara adalah frekuensi. Sinyal audio merupakan sinyal suara pada *range* frekuensi audio (dapat didengar manusia). Manusia dapat mendengar suara antara 20 Hz hingga 20 kHz.

### B. Filter Digital IIR

Filter Digital IIR adalah Filter Digital yang memiliki *respon impulse* durasi tak berhingga. *Respon impulse* tersebut dapat dimodelkan dengan fungsi rasional yang disebut persamaan beda. Pada pemrosesan sinyal digital, filter digital IIR mengimplikasikan operasi *rekursif* yang dapat diimplementasikan secara efisien.

Dalam perancangan filter digital IIR menggunakan transformasi dari *prototype* analog menjadi filter digital. Salah satu metode transformasinya adalah Transformasi Bilinear. Ada empat *prototype* filter analog yang biasa digunakan, yaitu:

1. *Butterworth*, yaitu *filter* yang memiliki respon frekuensi rata pada *passband* dan *stopband*,
2. *Chebyshev* tipe 1, yaitu *filter* yang memiliki respon frekuensi rata pada *stopband* dan ada *ripple* pada *passband*,
3. *Chebyshev* tipe 2, yaitu *filter* yang memiliki respon frekuensi rata pada *passband* dan ada *ripple* pada *stopband*, dan
4. *Elliptic*, yaitu *filter* yang memiliki respon frekuensi ada *ripple* pada *passband* dan *stopband*.

### C. Noise

*Noise* merupakan sinyal yang tidak diharapkan dalam sistem telekomunikasi karena mengganggu sinyal informasi yang diinginkan dan kehadirannya tidak dapat ditentukan, atau bersifat acak. *Noise* dapat mengubah sinyal informasi sehingga penerima tidak dapat membedakan sinyal informasi yang sebenarnya dari *noise* yang ditambahkan. Salah satu contoh *noise* pada audio adalah *White Gaussian Noise (WGN)*, yang merupakan *noise* yang pasti terjadi pada jaringan *nirkabel*. Untuk mengurangi *noise*, biasanya digunakan *filter*, tetapi *noise* tidak hilang seluruhnya, masih ada *noise* yang tersisa, sehingga parameter untuk mengukur performansi *filter* adalah rasio sinyal terhadap *noise*, atau

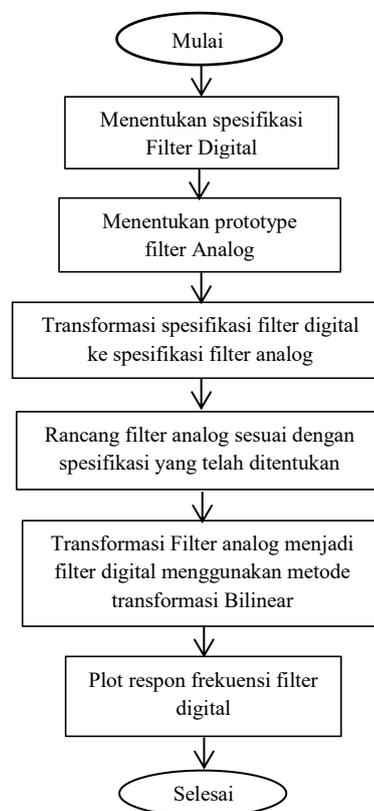
SNR. Persamaan untuk menghitung SNR dalam dB seperti diperlihatkan pada Persamaan 1[4].

$$SNR = 10 \log \left( \frac{\text{Daya Sinyal}}{\text{Daya Noise}} \right) \quad (1)$$

## III. METODOLOGI

Pada penelitian ini proses simulasi *filter* digital IIR untuk menghilangkan *noise* pada sinyal suara dilakukan menggunakan *software* Matlab. Sinyal suara direkam terlebih dahulu, kemudian diubah dalam format wav. Selanjutnya sinyal suara tersebut ditambahkan *noise Gaussian*. *Noise Gaussian* tersebut akan dibangkitkan menggunakan Matlab. Selanjutnya sinyal audio yang bercampur dengan *noise* tersebut akan di-*filter* menggunakan *filter* digital IIR.

Diagram alir untuk perancangan *filter* digital IIR seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

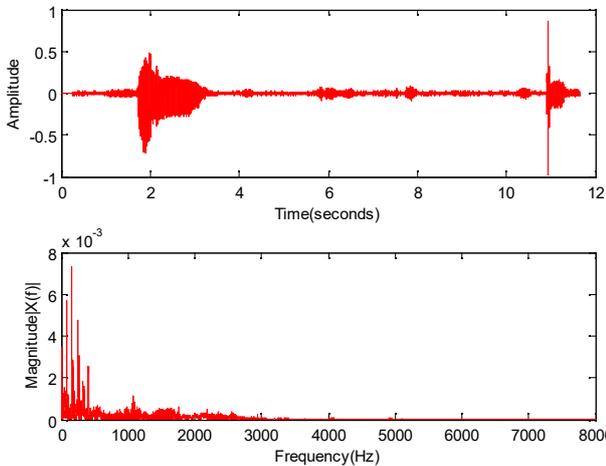


Gbr. 1 Flowchart Perancangan Filter digital IIR

Sinyal informasi yang bercampur *noise Gaussian* yang merupakan sinyal *input* akan ditampilkan spektrumnya. Spektrum tersebut diperoleh menggunakan transformasi *Fourier*. *Output filter* diperoleh dengan mengalikan spektrum sinyal *input* dengan respon frekuensi *filter*. Parameter untuk mengukur performansi sebuah filter adalah nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)* pada sinyal *output filter*. Makin tinggi nilai SNR yang diperoleh, performansinya makin bagus.

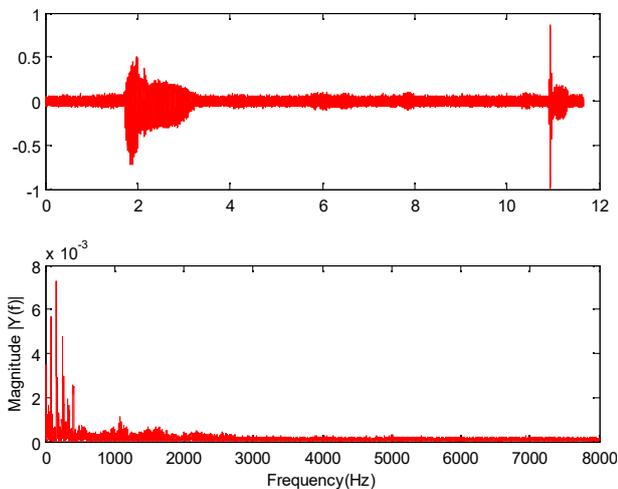
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses simulasi dalam penelitian ini menggunakan *software Matlab*. Sinyal suara yang diuji dalam penelitian ini adalah hasil pengucapan “halo”. Grafik sinyal suara dan spektrumnya seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gbr. 2 Grafik Sinyal Suara dan Spektrum

Selanjutnya sinyal suara tersebut ditambahkan *Noise Gaussian* dengan *SNR* sebesar 10 dB. Grafik sinyal suara yang bercampur *noise* dan spektrumnya seperti diperlihatkan pada Gambar 3.

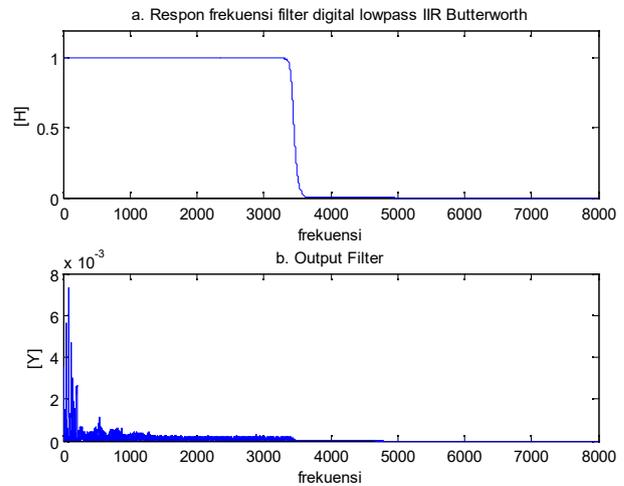


Gbr. 3 Grafik Sinyal Suara yang bercampur Noise dan Spektrum

Selanjutnya sinyal suara yang bercampur dengan *noise* tersebut akan di-*filter* menggunakan *filter* digital IIR. Dalam perancangan *filter* digital IIR, ada empat *prototype* analog yang digunakan, yaitu *Butterworth*, *Chebyshev 1*, *Chebyshev 2* dan *Elliptic*. Hasil perancangan *filter* digital IIR menggunakan *prototype Butterworth* dengan spesifikasi frekuensi *passband* 3.400 Hz, frekuensi *stopband* 3.500 Hz, *ripple passband* = 1 dB, dan *attenuation stopband* 15 dB, seperti diperlihatkan pada Gambar 4(a).

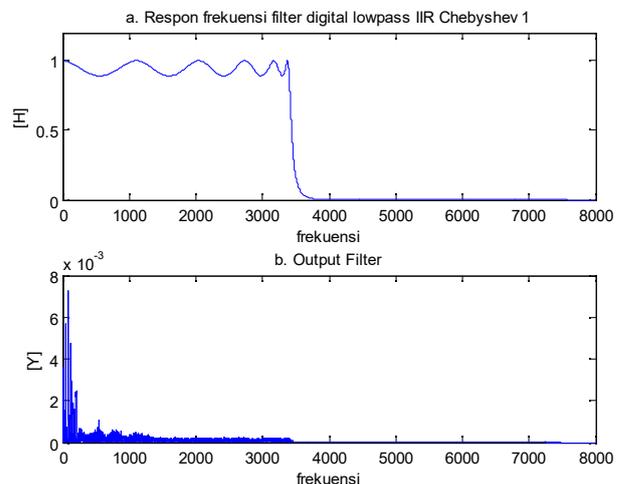
*Filter* digital IIR *Butterworth* tersebut memiliki orde  $N = 60$ . Sinyal yang bercampur *Noise* pada Gambar

3 di-*filter* menggunakan *filter* digital IIR *Butterworth* tersebut, dan *output filter* seperti diperlihatkan pada Gambar 4(b). Sinyal keluaran *filter* tersebut memiliki *SNR* = 10,6174 dB.



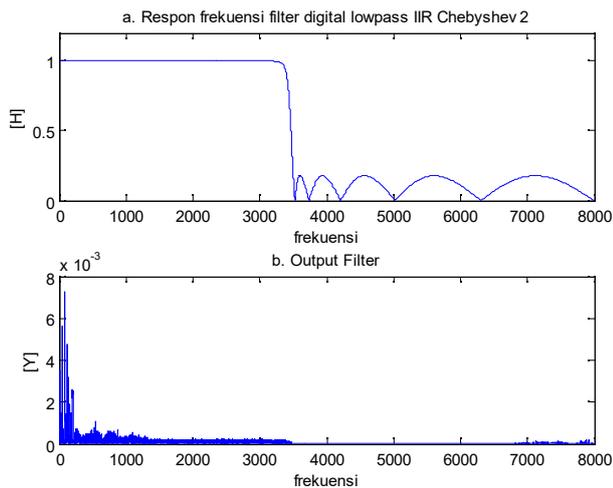
Gbr. 4 Respon Frekuensi Filter Digital IIR Butterworth dan Output Filter.

Untuk hasil perancangan *filter* digital IIR menggunakan *prototype Chebyshev 1*, dengan spesifikasi frekuensi *passband* 3.400 Hz, frekuensi *stopband* 3.500 Hz, *ripple passband* 1 dB dan *attenuation stopband* 15 dB, seperti diperlihatkan pada Gambar 5(a). *Filter* digital IIR menggunakan *prototype Chebyshev 1* tersebut memiliki orde  $N = 11$ . Sinyal keluaran *filter* seperti diperlihatkan pada Gambar 5(b). Sinyal keluaran tersebut memiliki *SNR* = 15,2884 dB.



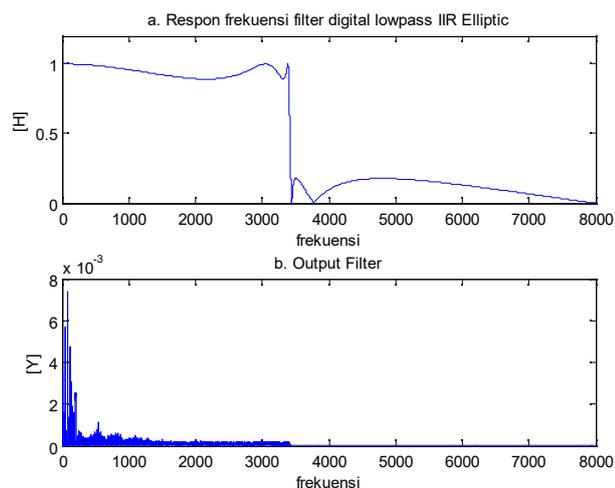
Gbr. 5 Respon Frekuensi Filter Digital IIR Chebyshev 1 dan Output Filter.

Untuk hasil perancangan *filter* digital IIR dari *prototype Chebyshev 2*, dengan spesifikasi yang sama seperti diperlihatkan pada Gambar 6(a). *Filter* digital IIR dari *prototype Chebyshev 2* tersebut memiliki orde  $N = 11$ . Sinyal keluaran *filter* seperti diperlihatkan pada Gambar 6(b). Sinyal keluaran *filter* tersebut memiliki *SNR* = 10,3079 dB.



Gbr. 6 Respon Frekuensi Filter Digital IIR Chebyshev 2 dan Output Filter.

Untuk hasil perancangan *filter* digital IIR dari *prototype Elliptic*, dengan spesifikasi yang sama seperti diperlihatkan pada Gambar 7(a). Filter digital IIR dari *prototype Elliptic* tersebut memiliki orde  $N = 5$ . Sinyal keluaran *filter* seperti diperlihatkan pada Gambar 7(b). Sinyal keluaran tersebut memiliki  $SNR = 11,6841$  dB.



Gbr. 7 Respon Frekuensi Filter Digital IIR Elliptic dan Output Filter

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang diperoleh dapat disimpulkan:

1. Dari hasil pengujian *prototype Butterworth*, *Chebyshev 1*, *Chebyshev 2*, dan *Elliptic*, filter Digital IIR yang dirancang menggunakan *prototype Butterworth* memiliki orde yang paling tinggi dan filter digital IIR dari *prototype Elliptic* memiliki orde yang paling rendah untuk spesifikasi yang sama.
2. Orde filter berpengaruh pada waktu komputasi, makin tinggi orde filter, waktu komputasinya makin lama.
3. Nilai SNR tertinggi diperoleh sebesar 15,2884 dB pada sinyal keluaran filter digital IIR yang menggunakan *prototype Chebyshev 1*, dan SNR terendah diperoleh sebesar 10,3079 dB pada sinyal keluaran filter digital IIR yang menggunakan *prototype Chebyshev 2*.

## REFERENSI

- [1] Islamiyah, Murni Sri Rahayu, Rachmad Saptono, and Hadiwiyatno Hadiwiyatno. "Implementasi Metode Transformasi Bilinear Pada Filter Digital Infinite Impulse Response (IIR) Menggunakan Raspberry Pi." *Journal of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)* 11.1 (2021): 37-43.
- [2] Lidyawati, L., Darlis, A. R., & Romadoni, S. I. (2015). Implementasi Filter Infinite Impulse Response (IIR) Dengan Respon Elliptic dan Bessel Menggunakan DSK TMS320C6713. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 2(2).
- [3] Santoso, T.B., Octavianto, H., & Dutono, T. (2006). Implementasi Filter IIR secara Real Time pada TMS 32C5402. Sumber: [https://tribudi.lecturer.pens.ac.id/tbs\\_paper\\_ilmiah/paper\\_j\\_FIR.pdf](https://tribudi.lecturer.pens.ac.id/tbs_paper_ilmiah/paper_j_FIR.pdf).
- [4] Couch, L. W., Kulkarni, M., & Acharya, U. S. (2013). *Digital and Analog Communication Systems* (Vol. 8). Upper Saddle River: Pearson.