



Pembuatan *graphical user interface* (GUI) Matlab untuk demonstrasi metode windowing pada *low pass filter* (LPF) *finite impulse response* (FIR)

ADITYA GIRZA UTAMA, AULIAH SALWA NABILA, AYU KIRANI AZZAHRA, DAULA FADHLUN, DAN ASSAIDAH*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia

<p>Kata kunci: filter finite impulse response (FIR), graphical user interface (GUI), hanning, hamming, low pass filter</p>	<p>ABSTRAK: Telah dibuat simulasi untuk melihat efek <i>low pass filter</i> (LPF) <i>finite impulse response</i> (FIR) dengan metode <i>window</i> Hanning dan Hamming, untuk membantu proses pembelajaran filter digital. Simulasi diwujudkan dalam bentuk <i>Graphical User Interface</i> (GUI) Matlab sebagai media peraga dan visualisasi output efek yang dimaksud. Masukan pada GUI berupa lagu dengan vokalis seorang Wanita yang akan menerima efek LPF FIR dengan parameter filter yaitu riak (<i>ripple</i>) pada <i>passband</i> sebesar 1 dB, <i>Stop-band attenuation</i> sebesar 60 dB, frekuensi <i>cut-off</i> sebesar 1024 Hz, frekuensi <i>sampling low pass deep</i> sebesar 33000 Hz dan <i>low pass high</i> sebesar 70000 Hz. Ketika lagu difilter dengan metode <i>windowing</i> akan mengeluarkan <i>output</i> suara yang lebih kecil dan jelas (seperti suara kartun Chip Munk) pada Hanning dan suara lebih besar namun teredam pada Hamming (seperti suara pria).</p>
<p>Keywords: filter finite impulse response (FIR), graphical user interface (GUI), hanning, hamming, low pass filter</p>	<p>ABSTRACT: A simulation has been made to see the effect of low-pass filter (LPF) finite impulse response (FIR) using Hanning and Hamming window method, in order to help student understanding about the digital filter. The simulation is obtained in the form of Matlab Graphical User Interface (GUI) as a demonstration media and visualization of the output effect of LPF FIR. The input to the GUI is a song sung by a female vocalist which will receive the LPF FIR effect with filter parameters, namely the ripples in passband is 1dB, stop-band attenuation is 60 dB, cut-off frequency is 1024 Hz, sampling frequency low-pass deep is 33000 Hz, and for low-pass high is 70000 Hz. When the song is filtered with windowing method, the filters will output sound that quieter but clearer (like cartoon Chip Munk sound) for Hanning window, while for Hamming window, the output will be louder but muffled (like a man's voice).</p>

1 PENDAHULUAN

Sinyal merupakan suatu kuantitas fisik yang berisikan pesan atau informasi dalam dimensi waktu. Sinyal terbagi menjadi dua yaitu sinyal analog dan digital. Pada sinyal analog terdapat frekuensi dan amplitudo sedangkan pada sinyal digital terdapat pulsa data yang memiliki besaran 1 atau 0. Pada pengolahan sinyal digital, terdapat proses *filtering* yang merupakan suatu metode untuk menyaring sinyal inputan untuk mereduksi noise atau membuang frekuensi yang tidak diperlukan. Berdasarkan respon impulsnya filter terbagi menjadi dua yaitu filter *finite impulse response* (FIR) dan filter *infinite impulse response* (IIR). FIR lebih disukai karena memudahkan proses komputasi dan penghematan memori komputer. Oleh karena itu, sejumlah riset

tentang penerapan metode FIR pada *board digital signal processor* (DSP) maupun simulasi telah banyak dilakukan peneliti.

Seperti pada penelitian yang dilakukan [1] dimana telah didesain *low pass filter* (LPF) FIR menggunakan metode *windowing Rectangular*, Hamming dan Hanning. Hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa Hamming *window* lebih baik dari Rectangular dan Hanning. Penelitian lainnya dilakukan oleh [2] lewat implementasi FIR dengan teknik *windowing* Hamming dan Blackman pada DSK TMS320C6713. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan 4 jenis kebutuhan filter yaitu *Low Pass Filter* (LPF), *High Pass Filter* (HPF), *Band Pass Filter* (BPF) dan *Band Stop Filter* (BSF). Penelitian serupa dilakukan oleh [3] dimana dilakukan FIR berfungsi mereduksi noise pada suara menggunakan

* Corresponding Author: email: assaidah@unsri.ac.id

metode *windowing*. Yang diterapkan dalam DSP TMS320C6713. Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa *window* Blackman memiliki performa yang lebih baik dibandingkan *window* Hanning dan Hamming. Riset sejenis juga telah dimodelkan untuk sistem komunikasi menggunakan DSK TMS320C6713 sebagai *transceiver* menggunakan teknik *windowing*. Hasilnya menunjukkan bahwa perancangan LPF, HPF dan BPF sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan meskipun hasil HPF masih belum sempurna [4].

Sedikit berbeda dengan sebelumnya, peneliti [5] mengaplikasikan *Graphical User Interface* (GUI) Matlab untuk menghilangkan *noise* pada suara manusia menggunakan FIR untuk kategori LPF, HPF dan BPF. Input GUI berupa file suara dalam format *wav*, kemudian GUI akan menampilkan besarnya *noise* yang telah dihilangkan dengan melihat grafik output program. Akan tetapi, penelitian ini belum menggunakan metode *windowing*.

Berdasarkan latar belakang kumpulan riset tersebut, penulis mendisain GUI untuk simulasi FIR jenis LPF dengan metode *window* Hanning dan Hamming berbasis Matlab. Penggunaan GUI pada simulasi ini akan memudahkan *user* dalam mengamati dan mendengarkan efek LPF FIR pada sebuah inputan lagu sehingga proses pembelajaran pengolahan sinyal digital dapat menjadi menarik.

2 TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori yang dapat mendukung penelitian yang dilakukan. Adapun yang dibahas yaitu sinyal, *finite impulse response* (FIR), *Windowing* dan *Graphical User Interface* (GUI).

2.1 Finite Impulse Response (FIR)

Finite Impulse Response (FIR) adalah sebuah filter digital yang terbatas impuls responnya karena tidak ada umpan balik pada filter. Secara matematis, FIR dinyatakan sebagai persamaan (1)[6].

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)x(n-k) \quad (1)$$

Filter FIR juga berupa persamaan diferensial. Dimana sinyal keluaran $y(n)$ merupakan konvolusi dari sinyal masukan $x(n)$ dengan respons impuls $h(n)$ dari filter.

2.2 Metode Windowing

Metode yang digunakan dalam merancang FIR adalah teknik *windowing* Hanning dan Hamming. Metode ini digunakan untuk memperoleh frekuensi ideal dan menghitung respon impuls dari filter[7].

Berikut fungsi *window* yang digunakan pada penelitian ini:

a. Hanning window: $w(n) = \frac{1}{2} \left(1 - \cos 2\pi \frac{n}{N} \right)$

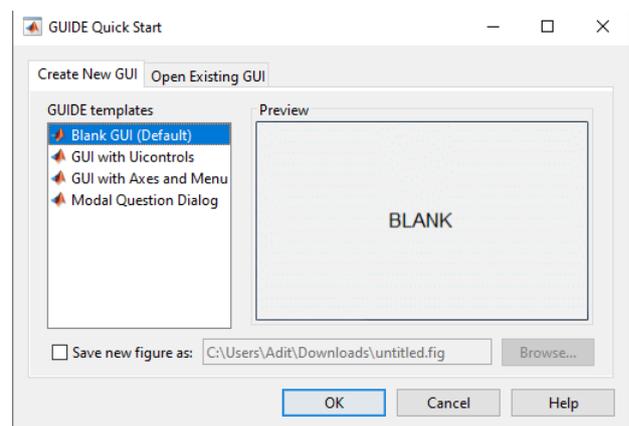
Hanning didefinisikan sebagai jendela datar yang nilai pertama dan terakhirnya nol.

b. Hamming window: $w(n) = 0.54 - 0.46 \cos 2\pi \frac{n}{N}$

Hamming didefinisikan sebagai jendela datar yang nilai pertama dan terakhirnya tidak nol, dengan n adalah nilai akhir data yang ada di axis grafik dan N adalah banyaknya data

2.3 Graphical User Interface (GUI)

Graphical User Interface (GUI) merupakan salah satu layanan yang disediakan oleh suatu perangkat lunak untuk pengguna agar lebih mudah dalam memvisualisasikan output. Interface (antarmuka) dapat diartikan sebagai tempat bertemunya pengguna dengan pelayanan sistem operasi. Kenyamanan pengguna dalam memilih dan merespon informasi yang disediakan oleh pemilik website, banyak ditentukan di ruang antarmuka [8]. Gambar 2.1 adalah tampilan GUI pada Matlab.



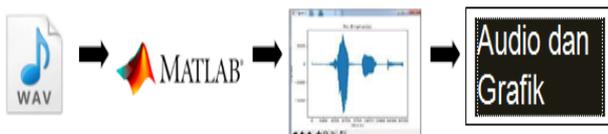
Gambar 2.1 Tampilan GUI pada Matlab

3 METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem aplikasi, spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras, perancangan menu antarmuka aplikasi serta spesifikasi FIR yang digunakan.

3.1 Perancangan Sistem Aplikasi

Gambar 3.1 adalah perancangan perangkat sistem aplikasi LPF FIR. Matlab mengambil file audio sebagai inputan berbentuk *wav*. File tersebut akan ditampilkan sebagai sinyal suara pada aplikasi GUI. Sinyal suara akan di filter secara windowing dimana user boleh diberi kebebasan untuk memilih teknik *window* yang diinginkan. Hasil filterisasi dari *window* yang dipilih akan disimpan sebagai file *wav*, lalu ditampilkan oleh GUI sebagai sinyal suara, baik secara grafik maupun audionya.



Gambar 3.1 Rancangan sistem aplikasi

3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat yang digunakan untuk pembuatan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Matlab R2015a tahun 2015
2. Personal Computer (PC)
 - Microsoft Windows 10 Pro
 - Intel(R) Core(TM) i5-4570 CPU @ 3.20GHz 3.20 GHz.
 - 16,0 GB RAM.

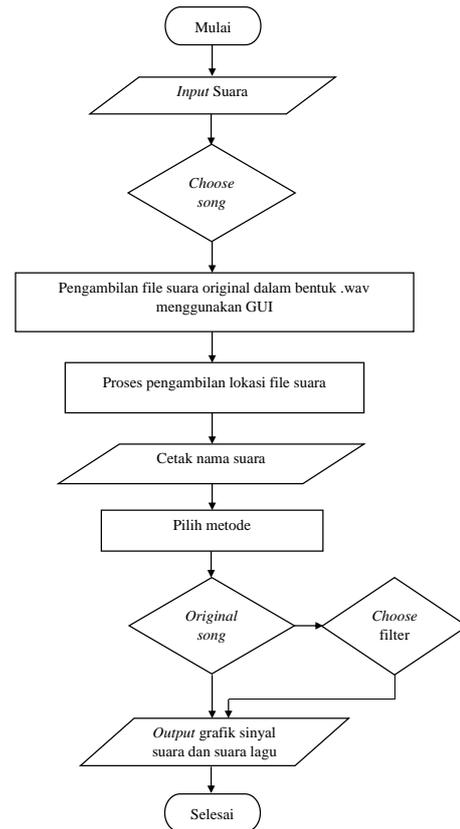
3.3 Perancangan Menu Aplikasi

Gambar 3.2 adalah diagram alir dari alur program yang dibuat. Input dan output program adalah berupa audio dan grafik sinyal sebelum dan sesudah mengalami LPF FIR dan *windowing*.

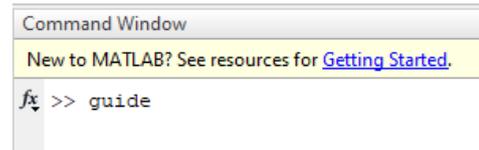
3.4 Perancangan Antarmuka Program

Interface atau antarmuka dari proses filterisasi akan ditampilkan pada aplikasi yang dibuat dalam *Graphical User Interface* GUI. Perancangan GUI akan dijelaskan dalam langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengetik 'guide' di *Command Window* pada matlab seperti gambar 3.3

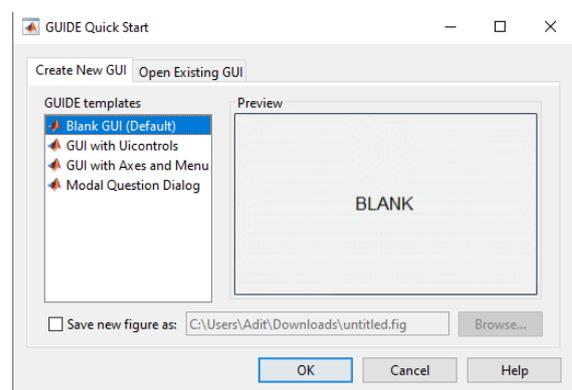


Gambar 3.2 Diagram alir sistem



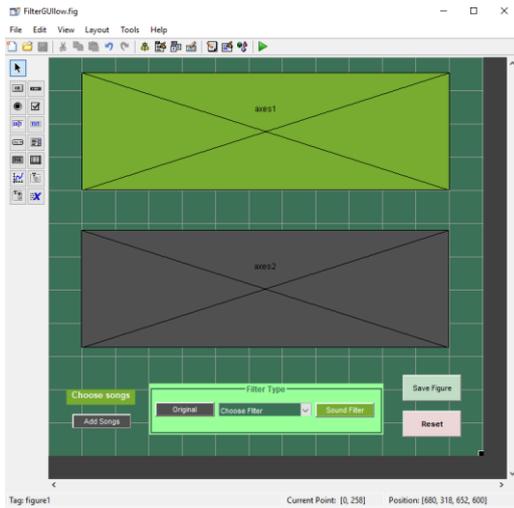
Gambar 3.3 Tampilan Command Window

- Akan muncul tampilan pemilihan template GUI seperti gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pemilihan Template GUI

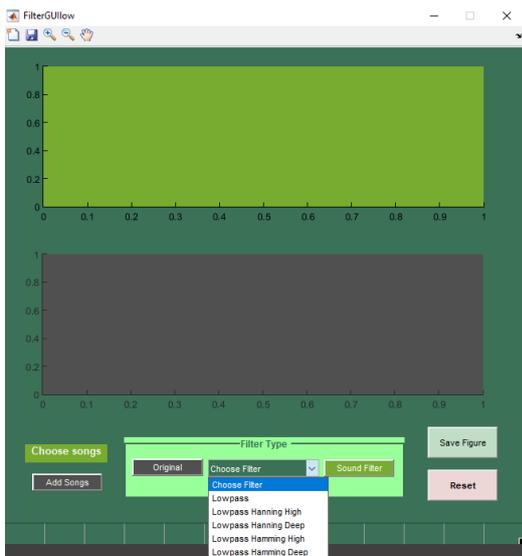
- Desain tampilan aplikasi akan dibuat pada layar seperti yang tertera pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain Tampilan Aplikasi pada GUI

3.5 Perancangan Layout dan Menu Aplikasi

Penjelasan perancangan *layout* dan menu yang akan dibuat seperti yang tertera pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Interface layout dan menu aplikasi

Terdapat dua tempat grafik (*axis*) tersusun secara horizontal, dengan grafik atas sebagai penampil sinyal suara original dan grafik bawah sebagai penampil sinyal suara yang telah difilter. Menu 'Add Songs' adalah menu yang berfungsi untuk mengambil *file* audio, yang telah diset untuk hanya mengambil *file* jenis *wav*. Setelah *file* audio diambil, nama *file* akan ditampilkan pada 'Choose songs'.

Pada panel 'Filter Type', terdapat tiga menu:

- Menu 'Original', berfungsi untuk menampilkan sinyal suara dari *file* audio yang telah diambil sebelumnya oleh menu 'Add Songs'.

- Menu 'Choose Filter' adalah sebuah *drop-down* yang berfungsi untuk memilih filter *windowing* yang diinginkan.
- Menu 'Filter' adalah tombol untuk memfilter audio dengan filter yang telah dipilih sebelumnya dan menyimpan *file* audio yang telah difilter dalam bentuk *.wav*.

Terdapat juga menu 'Save Figure' untuk menyimpan hasil sinyal suara yang tertampil pada grafik di atas tombol tersebut serta menu 'Reset' yang berfungsi untuk menghapus seluruh proses sebelum aplikasi dimulai kembali dari awal.

3.6 Parameter simulasi

Berikut spesifikasi filter yang dirancang pada penelitian ini:

- Tipe filter: *Finite Impulse Response* (FIR) dengan jenis filter *low-pass*, metode *windowing*: *hanning* dan *hamming*.
- Riak (*ripple*) pada Passband = 1 dB
- *Stop-band attenuation* = 60 dB
- Frekuensi *cut-off* = 1024 Hz
- Frekuensi *sampling*
 - ✓ *Low pass deep* = 33000 Hz
 - ✓ *Low pass high* = 70000 Hz

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi ini lagu yang dipilih merupakan lagu yang dinyanyikan oleh penyanyi wanita. Namun, saat lagu tersebut dipasang filter *low-pass deep*, suara penyanyi wanita akan menjadi *bass* sehingga lagu seperti dinyanyikan oleh laki-laki. Lain halnya, jika filter yang dipasang adalah filter *low-pass high*. Maka lagu akan melengking seperti dinyanyikan oleh tokoh *Chipmunk*. Perbedaan *pitch* dari hasil filterisasi merupakan hasil dari frekuensi *sampling*. Pada filter *low-pass deep*, frekuensi *sampling* nya adalah 33000 Hz atau lebih rendah dari frekuensi *sampling* lagu original, yaitu 44100 Hz. Untuk *low-pass high*, frekuensi *sampling*nya lebih tinggi daripada frekuensi *sampling* lagu original, yaitu 70000 Hz. Frekuensi *sampling* ikut mempengaruhi panjang durasi lagu hasil dari filter. *Low-pass deep* akan membuat lagu menjadi lama, sedangkan *low-pass high* akan mempersingkat durasi lagu.

Volume suara lagu yang membesar dan mengecil dipengaruhi oleh tinggi amplitudo pada sinyal suara. Besar *stopband attenuation* termasuk salah satu variabel yang mempengaruhi amplitudo dan hasil ke-

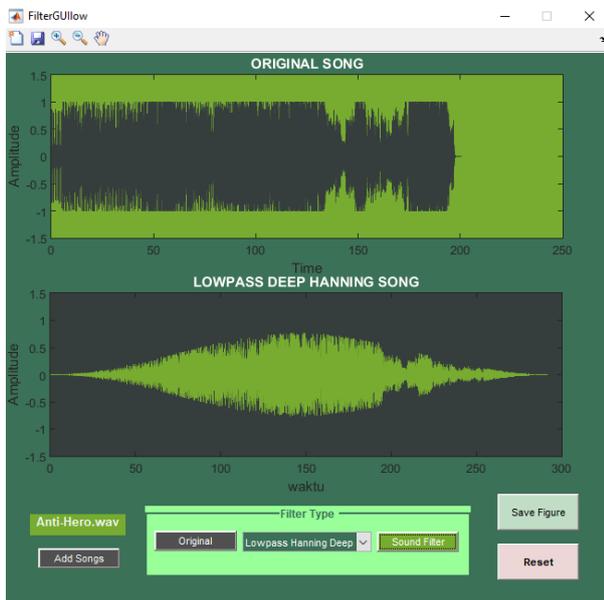
luaran suara yang terdengar teredam seperti di bawah air. *Filter order* juga mempengaruhi hasil keluaran suara yang seperti teredam.

4.1 Hasil Simulasi LPF Hanning

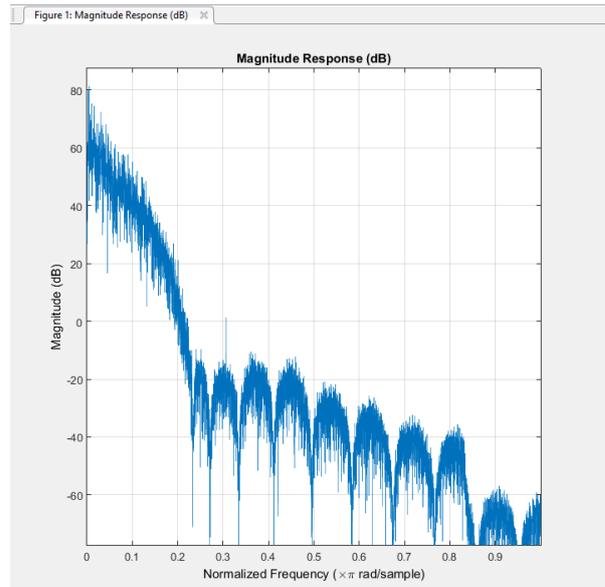
Pada simulasi ini dibuat *low-pass filter* dengan menggunakan metode hanning. Adapun frekuensi yang melewati filter yang dibuat berupa *ripple pass-band* sebesar 1 dB, frekuensi *stopband attenuation* sebesar 60 dB, frekuensi *cut-off* yang digunakan bernilai 1024 Hz dan frekuensi *sampling* terbagi menjadi 2 yaitu deep, sebesar 33000 Hz, dan high, sebesar 70000 Hz. Dari filter windowing hanning, didapatkan bahwa keluaran suara yang didapat lebih kecil dan terbuka. Pada awal lagu, volume suara yang dihasilkan kecil nyaris tidak terdengar. Namun kelama-lamaan volume suara membesar. Pada akhir lagu, volume suara mengecil.

LPF Hanning Deep

Suara pada lagu yang dihasilkan adalah lebih berat dan durasinya lebih lambat. Hal ini dikarenakan frekuensi sampling yang ditentukan lebih rendah daripada frekuensi sampling dari lagu original (sebelum lagu difilter). Gambar 4.1 dan 4.2 adalah tampilan GUI hasil grafik dari *hanning deep* dan respon magnitude filternya secara berurutan.



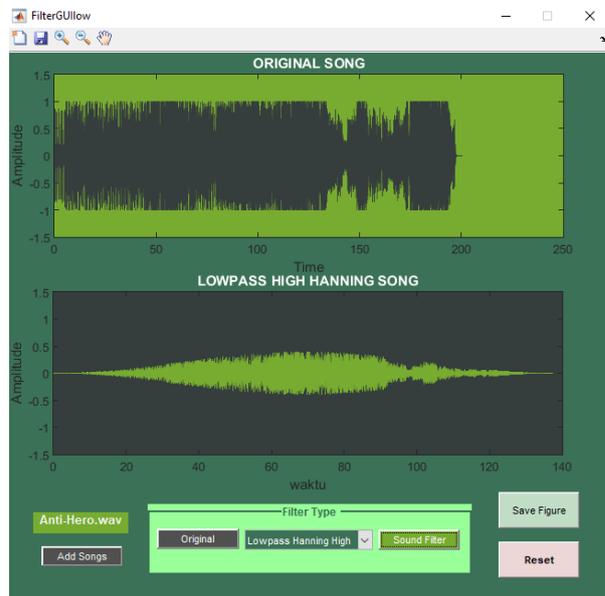
Gambar 4.1 Grafik Hasil Low-Pass Filter Hanning Deep



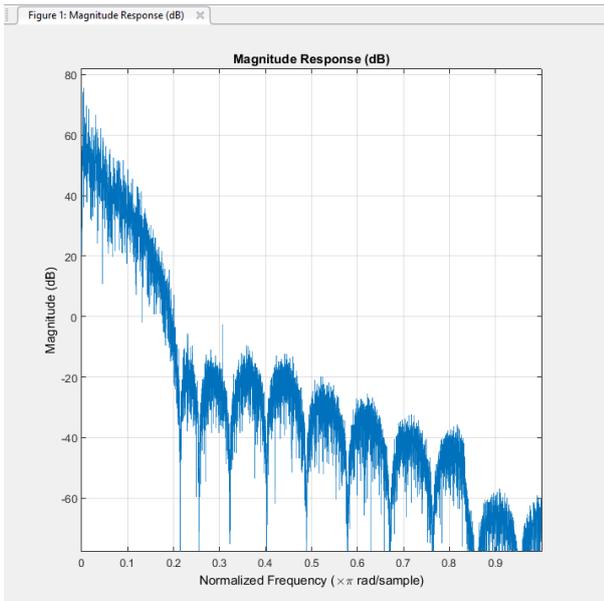
Gambar 4.2 Grafik Magnitude Response Low-Pass Filter Hanning

LPF Hanning High

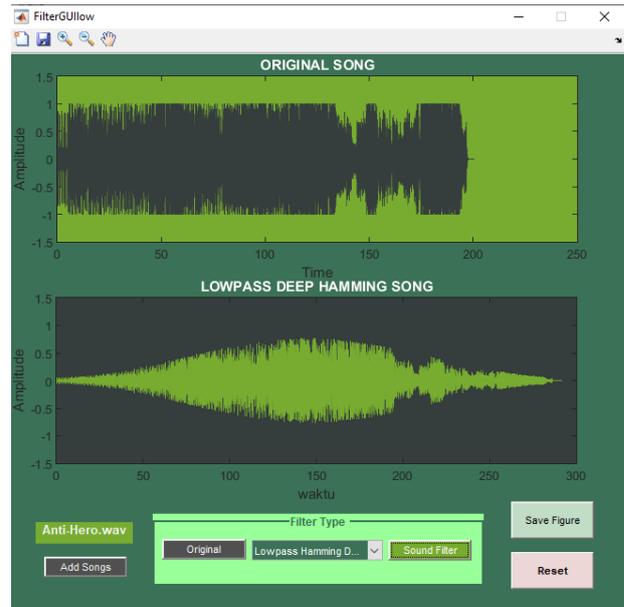
Suara pada lagu yang dihasilkan dari proses filter adalah melengking dan durasinya sangat cepat. Hal ini dikarenakan frekuensi sampling yang ditentukan lebih tinggi daripada frekuensi sampling dari lagu original (sebelum lagu difilter). Gambar 4.3 dan 4.4 adalah hasil tampilan GUI dan respon filter secara berturut-turut.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Low-Pass Filter Hanning High



Gambar 4.4 Grafik Magnitude Response Low-Pass Filter Hanning



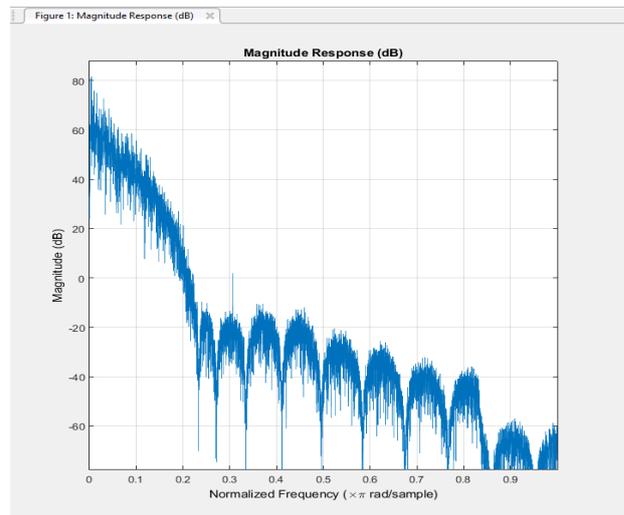
Gambar 4.5 Grafik Hasil Low-Pass Filter Hamming Deep

4.2 Hasil Simulasi Low Pass Filter Hamming

Pada simulasi ini dibuat *low-pass filter* dengan menggunakan metode hamming dengan *ripple passband* sebesar 1 dB, *stopband attenuation* sebesar 60 dB, frekuensi *cut-off* yang digunakan bernilai 1024 Hz dan frekuensi *sampling* terbagi menjadi 2 yaitu *deep* -sebesar 33000 Hz- dan *high* -sebesar 70000 Hz. Dari filter windowing hamming, didapatkan bahwa keluaran suara yang didapat lebih berat (*bass*) dan teredam seperti di bawah air. Volume suara hamming, dibandingkan hanning, lebih stabil. Namun sama seperti hanning, pada akhir lagu volume suara mengecil.

LPF Hamming Deep

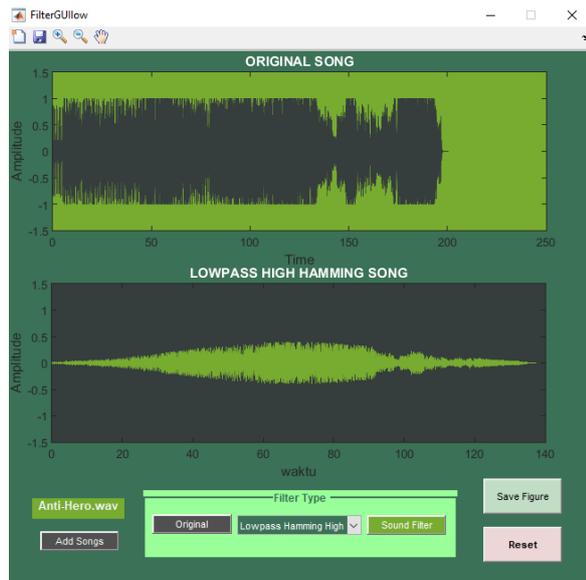
Suara pada lagu yang dihasilkan adalah lebih berat dan durasinya lebih lambat. Hal ini dikarenakan frekuensi *sampling* yang ditentukan lebih rendah daripada frekuensi *sampling* dari lagu original (sebelum lagu difilter). Gambar 4.5 dan 4.6 adalah tampilan GUI dan respon filter window *hamming deep*, secara berturut-turut.



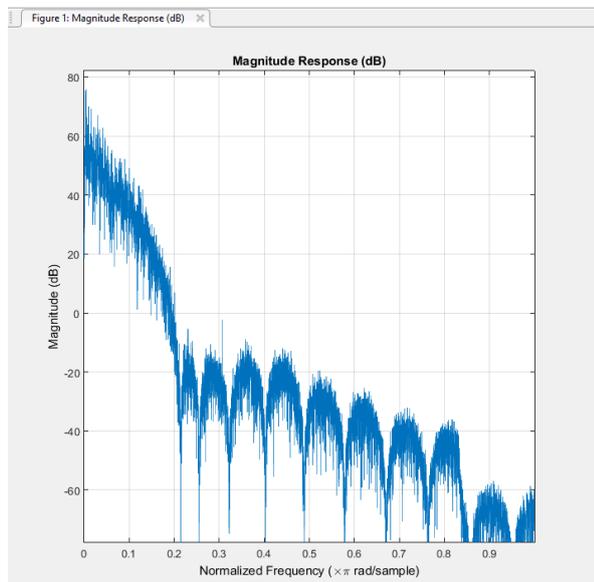
Gambar 4.6 Grafik Magnitude Low-Pass Filter Hamming

LPF Hamming High

Suara pada lagu yang dihasilkan adalah melengking dan durasinya sangat cepat. Hal ini dikarenakan frekuensi *sampling* yang ditentukan lebih tinggi daripada frekuensi *sampling* dari lagu original (sebelum lagu difilter). Gambar 4.7 dan 4.8 adalah tampilan GUI dan respon filter window *hanning high*, secara berturut-turut.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Low-Pass Filter Hamming High



Gambar 4.8 Grafik Magnitude Low-Pass Filter Hamming

5 KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa besar kecilnya frekuensi sampling dapat mempengaruhi waktu dan *output* suara yang dihasilkan (melengking dan memberat). Pada metode *windowing* Hanning, suara lagu yang difilter

akan lebih terbuka dan kecil seperti suara tokoh *Chipmunk*. Pada metode *windowing* Hamming, suara lagu hasil filter terdengar teredam dan berat/bass.

Saran

Dapat dikembangkan jenis filter lainnya agar mendapatkan perbandingan sehingga didapat kesimpulan yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- [1] Gautam, G., Shrestha, S., Lee, J., and Shrestha, B., "Spectral Analysis of Rectangular, Hanning, Hamming and Kaiser Window for Digital Fir Filter," *International journal of advanced smart convergence*, vol. 4, no. 2, pp. 138–144, Nov. 2015, doi: 10.7236/ijasc.2015.4.2.138.
- [2] Lidyawati, L., Rahmiati, P., and Sunarti, Y., "Implementasi Filter Finite Impulse Response (FIR) Window Hamming dan Blackman menggunakan DSK TMS320C6713," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 4, no. 1, pp. 16–30, 2016.
- [3] Pertiwi R. E. and Agoes, S., "Impementasi Filter Finite Impulse Response Untuk Mereduksi Noise Pada Suara Menggunakan Metode Windowing," *Jurnal Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 73–84, 2017.
- [4] Addina, A. A. V., Heru, Y. P., and Mas'udia, P., "Implementasi Filter Finite Impuls Response (FIR) Pada DSK TMS320C6713 Transceiver Menggunakan Teknik Windowing," *ARTEL*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [5] Putra, Y. H., Adler, J., and Gunawan, G., "Aplikasi Filter Finite Impulse Response (FIR) Untuk Menghilangkan Noise Pada Suara Manusia Menggunakan Graphical User Interface (GUI) Pemrograman Matlab."
- [6] Nardiana, A. and Sumaryono, S., "Adaptive Noise Canceling Menggunakan Algoritma Least Mean Square (LMS)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 65–75, 2011.
- [7] Mauludia, B., Zakaria, M. N., and Waluyo, "Implementasi Metode Windowing Rectangular, Hamming, Hann, dan Kaiser pada Filter Finite Impulse Response (FIR) menggunakan Raspberry Pi," *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, vol. 10, no. 2, pp. 96–101, 2020.
- [8] Herliyani, E., Suryana, J., and Wardana, K. N. H., "Analisis Visual Graphical User Interface (GUI) Website Universitas Negeri EKS.IKIP: Bahan Pengembangan Materi Ajar Desain Komunikasi Visual Berbasis Pendidikan Karakter," *PRASI*, vol. 12, no. 02, pp. 50–62, 2017, [Online]. Available: <http://rudinisirat.blogspot.com>