APLIKASI FILTER FINITE IMPULSE RESPONSE (FIR) UNTUK MENGHILANGKAN NOISE PADA SUARA MANUSIA MENGGUNAKAN GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) PEMROGRAMAN MATLAB

Yeffry Handoko Putra [1], John Adler [2], Gugun Gunawan [3]
[1,2,3] Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]yeffryhp@yahoo.co.id, [2]john.adler007@gmail.com, [3]gu2n_guna1@yahoo.co.id

ABSTRAK

Suara merupakan salah satu media komunikasi yang paling sering dan paling umum digunakan oleh manusia. Suara yang dikeluarkan harus sampai ke tujuan dengan jelas dan dapat dimengerti, hanya saja lingkungan suara tidak selalu mendukung dalam penyampaian informasi suara, karena adanya *noise* yang mengganggu datangnya suara. *Noise* mengakibatkan suara yang diterima mengalami kerusakan bahkan menghilangkan informasi suara yang dibawa. Hal ini tentu saja mengakibatkan kualitas suara yang diterima menjadi kurang bagus, sehingga diperlukan pengolahan sinyal suara untuk menghilangkan *noise* tersebut. Salah satu permasalahan pengenalan suara yang sangat rentan dengan *noise* adalah pengenalan suara rekaman kalimat pembicaraan seseorang, karena *noise* dapat mengganggu dalam proses pengenalan suara yang keluarkan, sehingga suara yang diterima menjadi kurang bagus.

Salah satu alternatif penyelesaian masalah sinyal suara yang terganggu oleh *noise* dapat diselesaikan oleh sebuah filter digital, yaitu *Finite Impulse Response* (FIR). Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan simulasi perancangan dengan menggunakan pemrograman Matlab (*Matrix Laboratory*). Hasil yang diinginkan adalah keluaran sinyal suara yang bersih dari *noise*. Besarnya *noise* yang telah dihilangkan bisa dilihat melalui nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan pendekatan *visual* berupa gambar keluaran sinyal suara.

Kata kunci : Suara, *Finite Impulse Response* (FIR), Matlab (*Matrix Laboratory*), *Signal to Noise Ratio* (SNR).

1. PENDAHULUAN

Suara merupakan salah satu media komunikasi yang paling sering dan umum digunakan oleh manusia. Suara yang diucapkan harus sampai ke tujuan dengan jelas dan dapat dimengerti, hanya saja lingkungan sumber suara tidak selalu mendukung untuk penyampaian informasi suara karena adanya *noise* yang melatarbelakangi informasi suara. Pengenalan suara yang terdistorsi *noise* menyebabkan terganggunya proses pengenalan suara, karena penurunan kualitas suara yang dikehedaki, sehingga perlu adanya perbaikan kualitas sinyal suara sebelum dilakukan proses pengenalan suara. Salah satu alternatif penyelesaian masalah sinyal terdistorsi oleh *noise* dapat diselesaikan oleh filter adaptif. Filter adaptif adalah suatu filter yang mempunyai koefisien yang berubah dari waktu ke waktu terhadap *sample input*. Merupakan salah satu unsur yang penting untuk menghilangkan *noise* dalam *identifikasi* suara. Filter adaptif dapat membentuk respon filter dari *input* yang acak menjadi *output* yang *spesifik* sesuai dengan yang diinginkan. Filter adaptif yang sedang dikembangkan pada tugas akhir ini adalah filter adaftip *Finite Impulse Response* (FIR). Filter ini memiliki kelebihan diantaranya dapat beradaptasi dengan *input* yang diberikan sehingga menghilangkan *noise* yang sifatnya tidak tetap.

2. TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori penunjang yang berhubungan dengan judul tugas akhir yang dikerjakan seperti suara, gelombang, sinyal, noise, *Finite Impulse*

Response (FIR) dan Matlab (*Matrix Laboratory*).

2.1. Suara

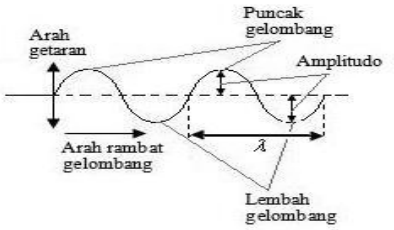
Suara kadang disebut juga sebagai gelombang akustik (gelombang akustik sesungguhnya merupakan kasus khusus dari gelombang elastik pada medium udara atau fluida). Manusia mulai memperhatikan suara sejak lama, bahkan alat musik sudah ada pada zaman mesir, yang kemudian dikembangkan secara terstruktur oleh al-farabi, al-kindi dan masyarakat China. Sebuah kenyataan yang cukup unik bahwa pada awalnya, musik yaitu sebuah disiplin yang mempelajari suara dan bunyi-bunyian oleh al-farabi digolongkan ke dalam ilmu hitung dan bukan ilmu seni.

Suara merupakan suatu hal yang unik dan memiliki rentang yang bisa didengar dan tidak bisa didengar oleh manusia, mempunyai frekuensi tertentu dan juga intensitas. Batas frekuensi suara yang dapat di dengar oleh telinga manusia berkisar antara 20Hz sampai 20KHz. Satuan untuk mengukur intensitas suara tersebut adalah desibel (dB) diambil dari nama penemunya yaitu Alexander Graham Bell, penemu telepon. Satuan dari frekuensi suara adalah Hertz diambil dari nama seorang Fisikawan, Heinrich Rudolf Hertz untuk menghargai jasa atas kontribusinya dalam bidang elektromagnetisme.

2.2. Gelombang

Gelombang adalah sebuah energi getaran yang merambat melalui suatu medium dari satu titik ke titik yang lain. Gelombang terbagi ke dalam dua bagian yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

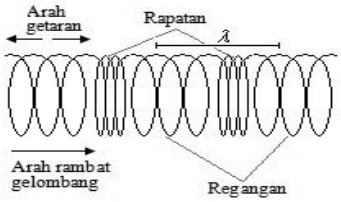
Gelombang transversal adalah gelombang yang arah gangguannya tegak lurus terhadap arah perambatan. Contoh gelombang transversal adalah gelombang tali. Ketika menggerakan tali naik turun, tampak bahwa tali bergerak naik turun dalam arah tegak lurus dengan arah gerak gelombang.



Gambar 2.1 Gelombang Transversal

Berdasarkan gambar diatas, tampak bahwa gelombang merambat ke kanan pada bidang horizontal. sedangkan arah getaran naik-turun pada bidang vertikal. Garis putus-putus yang digambarkan di tengah sepanjang arah rambat gelombang menyatakan posisi setimbang medium *(misalnya tali atau air)*. Titik tertinggi gelombang disebut puncak sedangkan titik terendah disebut lembah**.** Amplitudo adalah ketinggian maksimum puncak atau kedalaman maksimum lembah, diukur dari posisi setimbang. Jarak dari dua titik yang sama dan berurutan pada gelombang disebut panjang gelombang (λ) (disebut lambda). Panjang gelombang juga bisa juga dianggap sebagai jarak dari puncak ke puncak atau jarak dari lembah ke lembah.

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya searah dengan arah gangguannya, contoh gelombang longitudinal adalah gelombang suara di udara. Udara sebagai medium perambatan gelombang suara, merapat dan meregang sepanjang arah rambat gelombang udara.



Gambar 2.2 Gelombang Longitudinal

Pada gambar di atas tampak bahwa arah getaran sejajar dengan arah rambatan gelombang. Serangkaian rapatan dan regangan merambat sepanjang pegas. Rapatan merupakan daerah di mana kumparan pegas saling mendekat, sedangkan regangan merupakan daerah di mana kumparan pegas saling menjahui. Jika gelombang tranversal memiliki pola berupa puncak dan lembah, maka gelombang longitudinal terdiri dari pola rapatan dan regangan. Panjang gelombang adalah jarak antara rapatan yang berurutan atau regangan yang berurutan. Yang dimaksudkan di sini adalah jarak dari dua titik yang sama dan berurutan pada rapatan atau regangan.

2.3 Sinyal

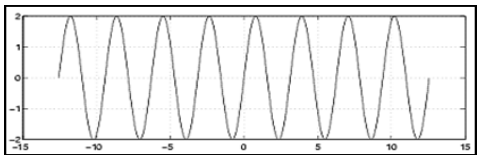
Sinyal didefinisikan sebagai kuantitas fisik yang membawa pesan atau informasi. Satu hal yang membedakan antara sinyal dan gelombang adalah masalah informasi, sinyal

membawa informasi sedangkan gelombang tidak. Sinyal biasanya direpresentasikan secara matematik dalam bentuk fungsi satu atau lebih variabel. Sinyal yang hanya mempunyai satu variabel disebut sinyal satu dimensi (1-D), sebagai contoh adalah sinyal suara yang amplitudonya hanya tergantung pada satu variabel yaitu waktu. Untuk sinyal satu dimensi (1-D), variabel bebasnya biasanya adalah waktu. Sinyal dengan dua atau lebih variabel disebut sinyal multi dimensi (M-D). sebagai contoh sinyal gambar (*image*) merupakan fungsi dua variabel ruang (koordinat *x* dan *y*).

Beberapa macam-mcam sinyal yang dijelaskan, disini akan dibatasi sinyal satu dimensi (1-D) yang bernilai tunggal, yaitu untuk satu waktu hanya terdapat satu nilai saja, baik nilai riil maupun kompleks. Berbagai *klasifikasi* sinyal adalah sebagai berikut :

1. Sinyal waktu kontinyu

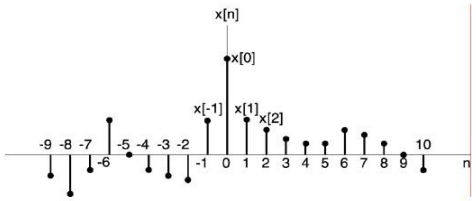
Sinyal waktu kontinyu adalah sinyal yang variabel bebasnya kontinyu, terdefinisi pada setiap waktu.



Gambar 2.3 Sinyal waktu kontinyu

2. Sinyal waktu diskrit

Sinyal waktu diskrit adalah sinyal yang variabel bebasnya diskrit, yaitu terdefinisi pada waktu-waktu tertentu dan karena itu merupakan suatu deretan angka (*sequence of number*).

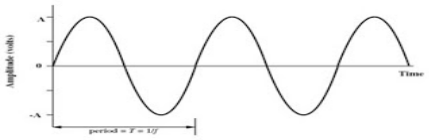


Gambar 2.4 Sinyal waktu diskrit

3. Sinyal analog

Sinyal analog adalah sinyal data dalam bentu gelomban yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Dua parameter dan karakteristik terpenting yang dimiliki oleh sinyal analog adalah amplitudo dan frekuensi. Sinyal analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus. Salah satu contoh sinyal analog adalah sinyal suara. Gelombang pada sinyal analog yang umumnya berbentuk gelombang sinus memiliki tiga variabel dasar, yaitu amplitudo, frekuensi dan Fasa.

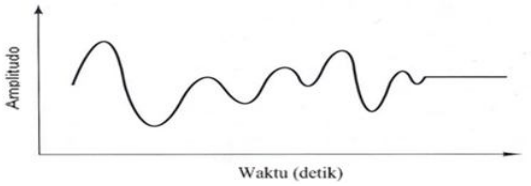
- Amplitudo merupakan ukuran tinggi rendahnya dari sinyal analog.
- Frekuensi jumlah gelombang sinyal analog dalam satuan detik.
- Fasa adalah besar sudut dari sinyal analog pada saat tertentu.



Gambar 2.5 Sinyal analog

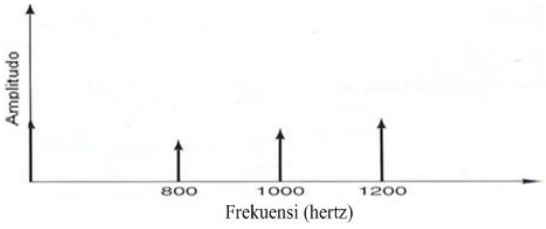
4. Sinyal suara

Sinyal suara merupakan suatu sinyal yang mewakili dari suara. sinyal suara dibentuk dari kombinasi berbagai frekuensi, amplitude, dan fasa. Dalam domain waktu, sinyal suara direpresentasikan dalam bentuk tegangan atau arus dalam fungsi waktu. Sinyal suara dalam domain waktu ditunjukan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sinyal suara dalam domain waktu

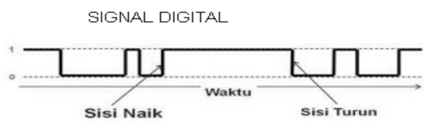
Sedangkan dalam domain frekuensi, sinyal suara direpresentasikan dalam bentuk amplitudo dan fasa dalam fungsi frekuensi. Sinyal suara dalam domain frekuensi ditunjukan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sinyal suara dalam domain frekuensi

5. Sinyal digital

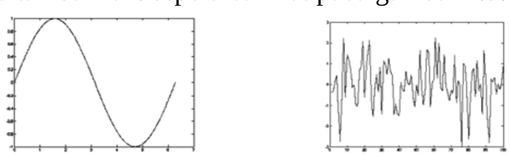
Sinyal digital merupakan sinyal data dalam bentuk pulsa yang dapat mengalami perubahan dengan tiba-tiba dan mempunyai besaran 0 dan 1. Sinyal digital biasa juga sinyal diskrit. sinyal digital hanya memiliki dua keadaan yaitu 0 dan 1.



Gambar 2.8 Sinyal digital

2.4. Noise

Noise adalah suatu sinyal gangguan yang bersifat *akustik* (suara), elektris, maupun elektronis yang hadir dalam suatu sistem dalam bentuk gangguan yang bukan merupakan sinyal yang diinginkan. Gangguan yang diakibatkan oleh *noise* dapat mengubah sinyal informasi, yang menyebabkan gelombang sinus mempunyai sinyal *noise* yang kecil yang bergabung didalamnya. Sehingga penerima tidak dapat membedakan sinyal informasi yang sebenarnya dari *noise* yang ditambahkan. seperti terlihat pada gambar 2.9.



(a) (b)

Gambar 2.9 (a) Gelombang sinus asli (b) Gelombang sinus karena pengaruh *noise*

Noise juga dapat merubah bentuk sinyal asli, menambah atau mengurangi amplitude, memperlambat waktu dan bentuk-bentuk perubahan lainnya. *Noise* tidak hanya merusak sinyal analog tetapi juga merusak sinyal digital seperti tampak pada gambar 2.10.



(a) (b)

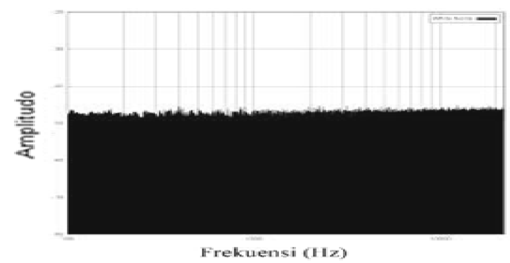
Gambar 2.10 (a) Pulsa digital asli, (b) Pulsa digital karena pengaruh noise

Beberapa jenis *internal noise* yang terdapat dalam sistem komunikasi digital diantaranya adalah *thermal noise*, dan *white noise.*

1. *Thermal noise*

Thermal noise atau sering juga disebut dengan *Johnson Noise* merupakan suatu fenomena *noise* yang berhubungan dengan suhu material. Semakin tinggi suhu komponen, daya *noise* akan semakin besar. Contohnya adalah *white noise*.

2. *White noise* merupakan suatu *noise* dengan kerapatan spektrum yang merata pada seluruh komponen frekuensinya. Dikatakan *white noise* karena berpedoman pada kenyataan bahwa sebenarnya cahaya putih merupakan kumpulan dari berbagai warna yang dapat diuraikan secara merata melalui suatu spektrum.



Gambar 2.11 Bentuk spektrum *white noise*

2.5. *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal yang dikehendaki dengan daya sinyal yang tidak dikehendaki (*noise*) pada satu titik ukur. *Signal to Noise Ratio* (SNR) menyatakan kualitas sinyal suara yang diterima pada sistem transmisi. Secara matematis, *Signal to Noise Ratio* (SNR) dinyatakan dalam satuan desibel (dB) dengan menggunakan rumus :

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\text{Daya sinyal}}{\text{Daya noise}} \text{ dB} \quad \text{......................................}(2.1)$$

2.6. Filter Digital *Finite Impulse Response* (FIR)

Filter digital merupakan suatu program (algoritma) yang dibuat sedemikian sehingga karakteristiknya menyerupai filter analog yang bersesuaian. Filter digital lebih banyak digunakan dibandingkan filter analog karena beberapa alasan berikut:

1. Filter digital dapat mempunyai karakteristik yang tidak mungkin

didapatkan dengan filter analog seperti respons fasa linier.

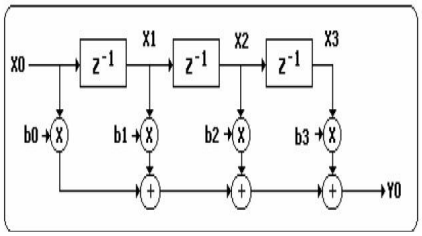
2. Kinerjanya tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu.
3. Respons frekuensi filter digital dapat dengan mudah disesuaikan (hanya mengganti program atau membuat program untuk filter adaptif).
4. Beberapa sinyal masukan dapat diproses hanya dengan menggunakan satu filter digital.

Namun demikian, beberapa kelemahan filter digital adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan dari filter digital (waktu proses) tergantung dari prosesor yang digunakan dan juga kompleksitas algoritma yang digunakan.
2. Karena masukan filter digital biasanya adalah sinyal analog, maka diperlukan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang akan menimbulkan *noise*, dan akan mempengaruhi kinerja filter digital.
3. Perancangan filter membutuhkan waktu yang cukup lama, karena memerlukan beberapa pengetahuan khusus lain, seperti pemrograman dan perangkat keras yang digunakan.

Filter digital dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Finite Impulse Response* (FIR) *dan Infinite Impulse Response* (IIR). Perbedaannya terletak pada *response impulse*, filter IIR memiliki *response impulse* yang tidak terbatas, sedangkan FIR memiliki *response impulse* yang terbatas.

Respon impulse terbatas pada filter *Finite Impulse Response* (FIR) disebabkan tidak adanya *feedback*. Contohnya Jika memasukkan sebuah impulse (yaitu sebuah sinyal '1' diikuti dengan banyak sinyal '0'), sinyal 0 akan keluar setelah sinyal 1 melewati semua *delay line* dengan koefisiennya. Diagram blok dari filter *Finite Impulse Response* (FIR) dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 blok diagram filter *Finite Impulse Response* (FIR)

Filter FIR dapat di representasikan dengan dua persamaan berikut :

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k]x[n-k] \quad \text{..... (2.2)}$$

$$H[z] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k]z^{-k} \quad \text{..... (2.3)}$$

Sedangkan untuk persamaan jenis filter yang digunakan pada perancangan yaitu *Low Pass*, *High Pass* dan *Band Pass* adalah sebagai berikut : [8]

$$\text{Low Pass} \quad h(n) = \begin{cases} \frac{\Omega_c}{\pi} & n = 0 \\ \frac{\sin(\Omega_c n)}{n\pi} \text{ for } n \neq 0 & -M \leq n \leq M \end{cases} \quad \text{.....(2.4)}$$

$$\text{High Pass} \quad h(n) = \begin{cases} \frac{\pi - \Omega_c}{\pi} & n = 0 \\ -\frac{\sin(\Omega_c n)}{n\pi} \text{ for } n \neq 0 & -M \leq n \leq M \end{cases} \quad \text{.....(2.5)}$$

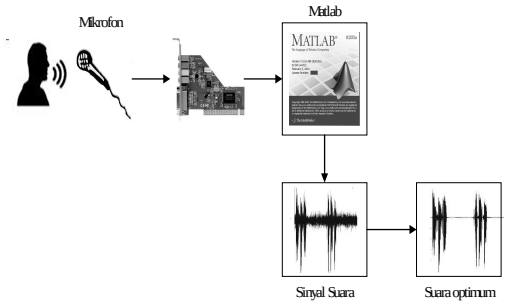
$$\text{Band Pass} \quad h(n) = \begin{cases} \frac{\Omega_H - \Omega_L}{\pi} & n = 0 \\ \frac{\sin(\Omega_H n)}{n\pi} - \frac{\sin(\Omega_L n)}{n\pi} \text{ for } n \neq 0 & -M \leq n \leq M \end{cases} \quad \text{.....(2.6)}$$

3. PERANCANGAN

perancangan sistem dalam pembuatan tugas akhir ini. Mulai dari perancangan sistem aplikasi, spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras, sampai dengan perancangan menu aplikasi.

3.1. Perancangan Sistem Aplikasi

Perancangan perangkat lunak aplikasi penghilang noise pada suara manusia ini meliputi beberapa bagian yang saling mendukung dan berkaitan satu sama lainnya. Berikut akan digambarkan ilustrasi cara kerja sistem aplikasi yang akan dibuat.



Gambar 3.1 Ilustrasi cara kerja aplikasi

Perekaman dilakukan untuk mengambil sinyal suara melalui mikrofon. *Sound card* akan mengubah suara menjadi suara digital. data suara akan diolah oleh sistem aplikasi

matlab sehingga akan ditampilkan bentuk sinyal suara pada GUI aplikasi yang dibuat.. Proses perbaikan sinyal suara dilakukan untuk menghilangkan *noise* terhadap sinyal suara, sehingga diperoleh keluaran sinyal suara yang dapat dikenali.

3.2. Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat lunak serta perangkat keras yang digunakan dalam mendukung pembuatan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Matlab versi 7.11.0 (R2010b) 2010

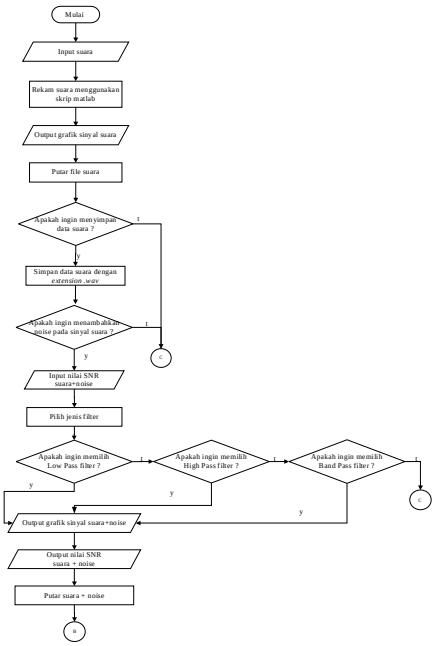
Spesifikasi sistem yang direkomendasikan untuk menjalankan Matlab:

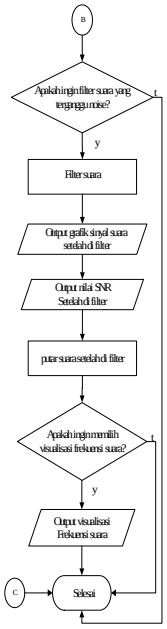
- Microsoft Windows XP Home dan Professional, Microsoft Windows vista SP1 dan windows 7.
- Intel Pentium atau AMD Athlon dual core processor.
- 1 GB RAM.
- 2,8 GB harddisk.

2. Laptop ADVAN Core 2 Duo 2,1 GHz memory 2GB, yang sudah dilengkapi dengan *microphone* dan *sound card* untuk pemrosesan sinyal suara.

3.3. Diagram Alir Perancangan Program

Diagram alir adalah suatu metoda penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu sistem program yang dibuat. Dengan diagram alir proses dari alur program yang dibuat digambarkan dengan sederhana menggunakan simbol yang mudah untuk di mengerti.





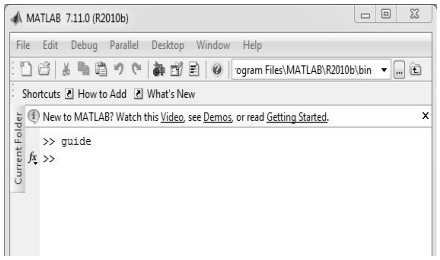
3.2 Flowchart cara kerja program aplikasi

3.4. Perancangan Antarmuka Program

Perancangan antarmuka perangkat lunak ini meliputi perancangan menu-menu pada aplikasi yang akan dibuat atau yang *lazim* dikenal dengan istilah (GUI) *Graphical User Interface*. Berikut akan dijabarkan langkah-langkah merancang (GUI) *Graphicel User Interface*.

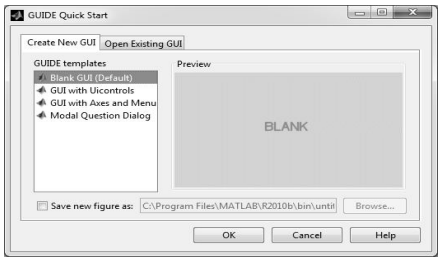
Memulai GUIDE:

1. Pertama ketikkan command '*guide'* di window yang sudah dibuka, seperti terlihat pada gambar 3.3



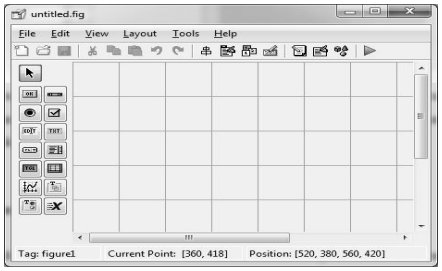
Gambar 3.3. Tampilan pengetikan guide

2. Setelah selesai langkah diatas, maka akan muncul tampilan seperti gambar 3.4 dan pilih Blank GUI (Default).



Gambar 3.4. Tampilan pemilihan template GUI

3. Gambar 3.5 adalah layar untuk mendesain antar muka aplikasi yang akan dibuat



Gambar 3.5. Tampilan untuk pemrograman GUI

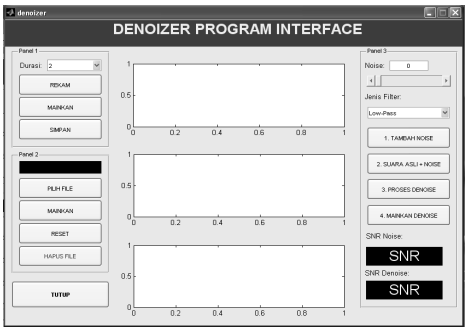
3.5 Perancangan Menu Aplikasi

Menu aplikasi yang dirancang pada aplikasi penghilang noise pada suara manusia ini yaitu :

Panel 1 terdiri dari menu durasi, menu rekam, menu mainkan, dan menu simpan.

Panel 2 terdiri dari menu pilih file, menu mainkan, menu reset, menu hapus file, dan menu tutup.

Panel 3 terdiri dari menu noise, menu jenis filter, menu tambah noise, menu suara asli+noise, menu proses denoise, menu mainkan denoise, menu SNR noise dan menu SNR denoise.



Gambar 3.6 Tampilan perancangan menu aplikasi

Keterangan untuk gambar 3.6 perancangan aplikasi GUI di atas adalah sebagai berikut :

Panel 1 :

1. Menu Durasi adalah menu yang berfungsi untuk mengatur lama waktu perekaman.
2. Menu Rekam adalah menu yang berfungsi untuk merekam suara serta menampilkan *output* grafik sinyal suara
3. Menu Mainkan adalah menu yang berfungsi untuk mendengarkan file suara hasil rekaman
4. Menu Simpan adalah menu yang berfungsi untuk menyimpan file suara hasil rekaman pada harddisk dalam *extension* .wav

Panel 2

1. Menu Pilih File adalah menu yang berfungsi untuk mengambil file suara yang sudah disimpan untuk ditampilkan kembali bentuk sinyal suaranya.
2. Menu Mainkan adalah menu yang berfungsi untuk mendengarkan file suara yang dipilih.
3. Menu Reset adalah menu yang berfungsi untuk mengembalikan ke keadaan semula.
4. Menu Hapus File adalah menu yang berfungsi untuk menghapus file suara yang sudah di simpan dalam harddisk.
5. Menu Tutup adalah menu yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi.

Panel 3

1. Menu Tambah Noise adalah menu yang berfungsi untuk menambahkan noise pada sinyal suara asli dan menampilkan keluaran sinyalnya.
2. Menu Suara + Noise adalah menu yang berfungsi untuk mendengarkan file suara yang sudah ditambahkan dengan *noise*.
3. Menu Jenis Filter adalah menu yang digunakan untuk memilih jenis filter yang akan digunakan.
4. Menu Proses Denoise adalah menu yang berfungsi untuk melakukan proses filter pada sinyal suara untuk dihilangkan *noise*nya dan menampilkan keluaran sinyal suara setelah di filter.
5. Menu Mainkan Denoise adalah menu yang berfungsi untuk mendengarkan file suara yang sudah dihilangkan *noise*nya.
6. Menu SNR Noise adalah menu yang berfungsi untuk menampilkan nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) dari sinyal suara ditambah *noise*.

7. Menu SNR Denoise adalah menu yang berfungsi untuk menampilkan nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) dari sinyal suara yang sudah di filter.

3.6. Perancangan simulasi

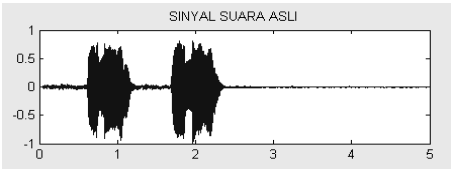
Berikut spesifikasi filter yang akan dirancang pada tugas akhir ini:

- Tipe filter = *Finite Impulse Response* (FIR) dengan jenis filter yang digunakan *Low Pass, High Pass* dan *Band Pass.*
- Riak (*ripple*) pada Passband = 0,05 dB.
- Pelemahan (*attenuation*) pada Stopband *Low Pass* = 0,0001 dB.
  Pelemahan (*attenuation*) pada Stopband *High Pass* = 0,0001 dB
  Pelemahan (*atenuation*) pada Stopband *Band Pass* = 0,0001 dan 0,001 dB
- Frekuensi *cut off Low Pass* = 1900 Hz.
  Frekuensi cut off *High Pass* = 1900 Hz.
  Frekuensi cut off *Band Pass* = 1900 Hz dan 2000 Hz
- Frekuensi sampling : 8 kHz (8000 Hz).

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

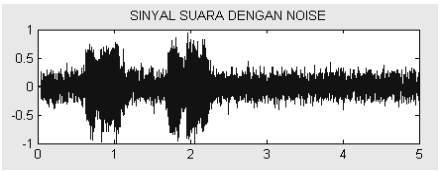
4.1. Hasil Pengujian

Berikut ditampilkan hasil pengujian yang sudah dilakukan. Pengujian dilakukan dengan mengambil *sample* suara manusia yang bunyi filenya "halo halo" dengan *durasi* perekaman selama 5 detik dan frekuensi sampling 8 kHz.



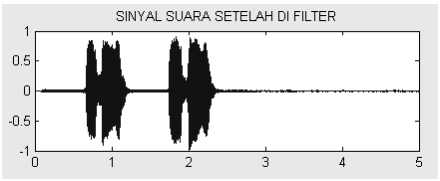
Gambar 4.1 Keluaran sinyal suara asli

Pada gambar 4.1, terlihat bentuk keluaran sinyal suara asli yang, dalam domain waktu. Proses selanjutnya adalah penambahan *noise*. Hal ini berkaitan dengan tujuan tugas akhir ini yang bertujuan untuk mengurangi *noise* yang terdapat dalam sinyal suara asli. tambahkan sinyal suara asli dengan *noise* yang sudah ditentukan dan gambarkan hasilnya dalam domain waktu.



Gambar 4.2 Keluaran sinyal suara dengan noise

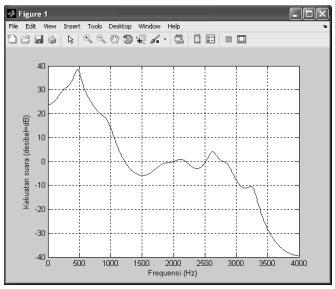
Dari gambar 4.2 terlihat keluaran simulasi sinyal suara dengan *noise*, dapat diperhatikan bentuk-bentuk rumput yang menyertai sinyal suara asli, ini dikarenakan adanya *noise*. Selanjutnya dilakukan proses filtering, menggunakan *Low Pass* filter untuk menghilangkan *noise* yang melatar belakangi sinyal suara.



Gambar 4.3 Keluaran sinyal suara setelah di filter

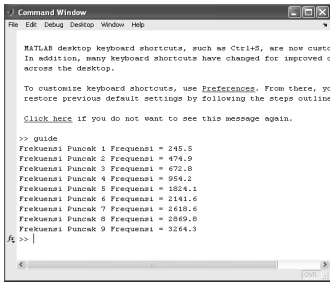
Dari gambar 4.3, dapat dibandingkan perbedaan antara sinyal suara sebelum di filter, dengan sinyal suara setelah di filter. Pada sinyal suara setelah di filter, menghasilkan keluaran sinyal suara dengan sedikit *noise.* Untuk pengujian sinyal suara menggunakan *Low pass* filter, kualitas *fidelitas* suaranya lebih bagus dan tidak terjadi pelemahan suara.

Dari gambar 4.1, dapat diambil data *sample* grafik frekuensi serta nilai frekuensi dari sinyal suara dengan menekan menu *dropdown* yang ada pada aplikasi. Apabila memilih tombol *button* frekuensi suara maka akan ditampilkan grafik frekuensi suara seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.4 grafik frekuensi sinyal suara

Pada gambar 4.4, terlihat kekuatan suara (desibel) terhadap frekuensi (hertz). yang secara otomatis frekuensi puncak akan muncul dan diperhalus. Menu frekuensi suara ini juga menampilkan secara otomatis data nilai frekuensi puncak pada *command prompt* Matlab (*Matrix Laboratory*). Seperti yang terlihat pada gambar 4.5 :



Gambar 4.5 data nilai frekuensi suara

4.1.2. Pengujian sinyal suara berdasarkan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut adalah data *sample* nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) hasil pengujian yang dilakukan dengan merekam 4 *sample* suara, menggunakan 3 jenis filter yaitu *Low Pass*, *High Pass*, dan *Band Pass*. *Sample* suara kesatu dan *sample* suara kedua masing-masing perekamannya dilakukan di dalam ruangan rumah tinggal, sedangkan *sample* suara ketiga dan *sample* suara keempat, masing-masing perekamannya dilakukan di dalam ruangan laboratorim computer.

Tabel 4.1 Hasil pengujian *sample* suara kesatu berdasarkan nilai SNR

Data *sample* suara kesatu		
Jenis Filter	SNR Suara + Noise	SNR
Lowpass	1,0 dB	1,5 dB
Highpass	1,0 dB	2,8 dB
Bandpass	1,0 dB	3,1 dB

Tabel 4.2 Hasil pengujian *sample* suara kedua berdasarkan nilai SNR

Data *sample* suara kedua		
Jenis Filter	SNR Suara + Noise	SNR
Lowpass	1,0 dB	1,7 dB
Highpass	1,0 dB	3,3 dB
Bandpass	1,0 dB	2,7 dB

Tabel 4.3 Hasil pengujian *sample* suara ketiga berdasarkan nilai SNR

Data *sample* suara ketiga		
Jenis Filter	SNR Suara + Noise	SNR
Lowpass	1,0 dB	1,2 dB
Highpass	1,0 dB	2,9 dB
Bandpass	1,0 dB	2,9 dB

Tabel 4.4 Hasil pengujian *sample* suara keempat berdasarkan nilai SNR

Data *sample* suara keempat		
Jenis Filter	SNR Suara + Noise	SNR
Lowpass	1,0 dB	2,6 dB
Highpass	1,0 dB	4,4 dB
Bandpass	1,0 dB	3,6 dB

4.2. Analisis

Berdasarkan data *sample* suara hasil pengujian berdasarkan *Signal to Noise Ratio* (SNR), terlihat bahwa nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari data *sample* suara kesatu, kedua, ketiga dan keempat setelah di filter menggunakan filter *Finite Impulse Response* (FIR), dengan menggunakan tiga jenis filter yaitu *Low Pass*, *High Pass*, dan *Band Pass*, menunjukan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) bervariasi.

Dari data *sample* suara kesatu, frekuensi tertinggi dihasilkan ketika menggunakan *Band Pass* filter, yaitu dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) sebesar 3,1 dB. Data *Sample* suara kedua, frekuensi tertinggi dihasilkan ketika menggunakan *High Pass* filter yaitu dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) sebesar 3,3 dB. Data sample suara ketiga, frekuensi tertinggi dihasilkan ketika menggunakan *High Pass* filter dan *Band Pass* filter yaitu dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang sama sebesar 2,9 dB. Dan yang terakhir data *sample* suara keempat, frekuensi tertinggi dihasilkan ketika menggunakan *High Pass* filter yaitu dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) sebesar 4,4 dB. Yang membedakan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) *sample* suara kesatu sampai keempat bervariasi, dikarenakan perbedaan kondisi psikologi, kondisi suara responden, serta kondisi ruangan pada saat perekaman.

Dari data *sample* suara kesatu sampai keempat, dapat diketahui bahwa nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) suara setelah di filter menggunakan filter *Finite Impulse Response* lebih tinggi dari nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) suara yang terganggu *noise*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian serta analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan teori, bahwa semakin besar nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), berarti rasio terhadap sinyal suara juga semakin besar. Hal in terbukti bahwa, Filter *Finite Impulse Response* (FIR) mampu menghilangkan *noise* yang mengganggu sinyal suara, terbukti dari selisih nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) terbesar dari data *sample* suara, yaitu dari data *sample* suara kesatu sebesar 1,8 dB, dari data *sample* suara kedua sebesar 2,3 dB, dari data *sample* suara ketiga sebesar 1,9 dB, dan dari data *sample* suara keempat sebesar 3,4 dB.
2. Berdasarkan teori, bahwa semakin besar nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), maka semakin bagus suara yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengujian nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), dari data *sample* suara kesatu, kedua, ketiga dan keempat, suara yang dihasilkan setelah di filter dengan menggunakan jenis filter *High Pass* filter dan *Band Pass* filter lebih bagus jika dibandingkan menggunakan *Low Pass* filter. Hal ini terbukti dengan lebih besarnya nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) ketika menggunakan *High Pass* filter dan *Band Pass* filter dibandingkan nilai *Signal to Noise* (SNR) ketika menggunakan *Low Pass* filter.

5.2. SARAN

Adapun saran yang diberikan untuk meningkatkan fungsi aplikasi yang telah dibuat, berikut ini saran yang penulis berikan :

1. Dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis filter digital lainnya yang bisa diterapkan untuk menghilangkan *noise* pada sinyal suara.
2. Dapat dikembangkan dengan masukan berupa sinyal suara dan *noise* yang diambil menggunakan mikrofon yang sama pada waktu yang bersamaan (*real time*).
3. Pengenalan ucapan bisa dikembangkan dengan menggunakan metode pengenalan ucapan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Away. G. A, *Matlab Programming*, Bandung, Penerbit Informatika, 2010

[2] Azhar. M, *Penerapan Jaringan Saraf Tiruan untuk Identifikasi Suara Dengan Matlab*, Skripsi Teknik Komputer, 2012

[3] Bayhaki.I, *Penekanan Derau secara Adaptif pada Pengenalan Ucapan Kata*, 2006, (http://eprints.undip.ac.id/25855/1/ML2F002541.pdf, diakses 03 september, 2012).

[4] Gunawan. D, Juwono, F. H, *Pengolahan Sinyal Digital Dengan Pemrograman Matlab*, Jakarta, Penerbit Graha Ilmu, 2011.

[5] Ishaq. M, *Fisika Dasar*,Bandung, Penerbit Graha Ilmu, 2007.

[6] Kurniawan. A, *Reduksi Noise Pada Sinyal Suara dengan Menggunakan Transformasi Wavelet*, 2002, (http://eprints.undip.ac.id/25441/1/ML2F096562.pdf, Diakses 28 Maret 2013)

[7] Sharma. K, *Speech Denoising and Speech Enhancement Using Wavelet Filter*, 2012, (http://www.iosrjen.org/Papers/vol2_issue1/Y021150153.pdf, Diakses 14 juni 2013).

[8] Tan.Li, *Digital Signal Processing Fundamentals and Applications*, Academic Press, Elsevier, USA, 2008