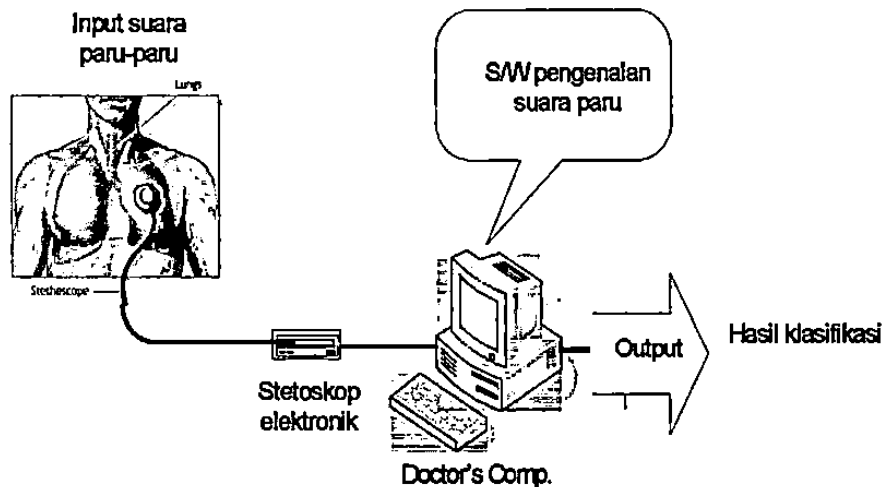


BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini dapat ditunjukkan oleh gambar 3.1.

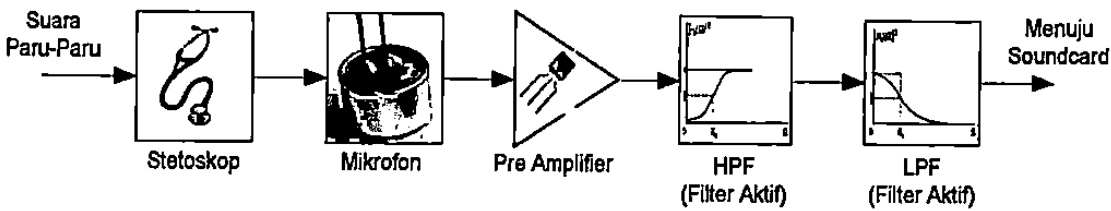


Gambar 3.1 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, hal yang dilakukan adalah membuat perangkat stetoskop elektronik dan perangkat lunak untuk merekam, menyimpan dan menampilkan rekaman suara jantung atau suara paru.

3.1 PERANGKAT KERAS

Untuk lebih jelasnya di bawah ini merupakan blok diagram dari



Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

3.1.1 Stetoskop

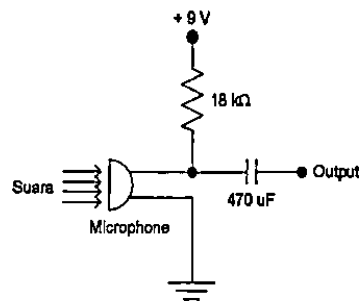
Stetoskop yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan jenis stetoskop akustik.

3.1.2 Rangkaian Pencatu Mikrofon

Mikrofon yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan jenis mikrofon *condensor*. Spesifikasi dari mikrofon *condensor* sebagai berikut:

- Mikrofon : *noise cancelling condensor microphone*
- Respon frekuensi : 30 Hz – 15 kHz
- Impedansi : < 10 k Ω
- Tegangan operasi maksimum: 10V
- Sensitivitas (1V/ μ bar, 1KHz) : -58 dB \pm 3 dB

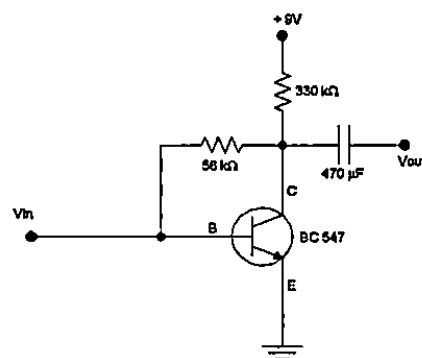
Mikrofon *condensor* membutuhkan catuan dalam mengaktifkan fungsi dari mikrofon tersebut. Berikut ini rangkaian yang digunakan untuk mengaktifkan mikrofon:



Gambar 3.3 Rangkaian Penguat Mikrofon

3.1.3 Rangkaian Pre Amplifier

Rangkaian pre-amplifier digunakan untuk menguatkan tegangan yang berasal dari mikrofon. Rangkaian ini menggunakan transistor sebagai penguatnya. Tipe rangkaian ini menggunakan tipe *feedback collector* dengan menggunakan transistor BC547 dan rangkaian ini juga dilengkapi dengan kapasitor yang berfungsi sebagai kopling DC.



Gambar 3.4 Rangkaian Pre Amplifier

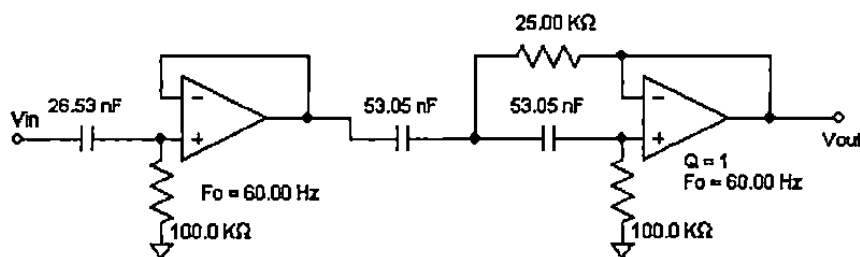
Rangkaian ini dirancang memiliki penguatan sebesar -172,6 kali.

3.1.4 Rangkaian Filter

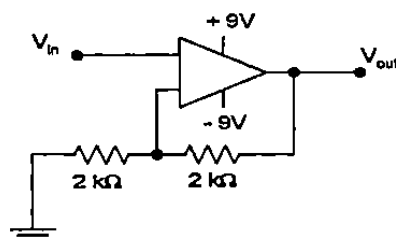
Rangkaian filter yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan gabungan dari 2 filter, yaitu filter HPE dan filter LPE

Respon frekuensi dari gabungan dari kedua filter tersebut membentuk filter BPF. Kedua filter diatas menggunakan IC LM324 dan penguat op-amp untuk masing-masing dari keluaran filter.

Filter HPF yang dirancang memiliki frekuensi *cut off* sebesar 60 Hz. Pada filter ini juga ditambahkan penguatan. penguat yang digunakan merupakan penguat non inverting dengan memiliki penguatan sebesar 2 kali. Penguat ini dirancang dengan maksud untuk menaikkan level tegangan hasil keluaran dari filter HPF. Di dalam perancangan, nilai kapasitor yang digunakan disesuaikan dengan nilai yang ada di pasaran yaitu: 26,53 nF menjadi 24 nF, 53,05 nF menjadi 53 nF. Tipe filter yang digunakan adalah *butterworth* dengan orde 3. Skematik perancangan rangkaian ini menggunakan software bantu yaitu Filter Free 3.1.



Gambar 3.5 Rangkaian Filter HPF



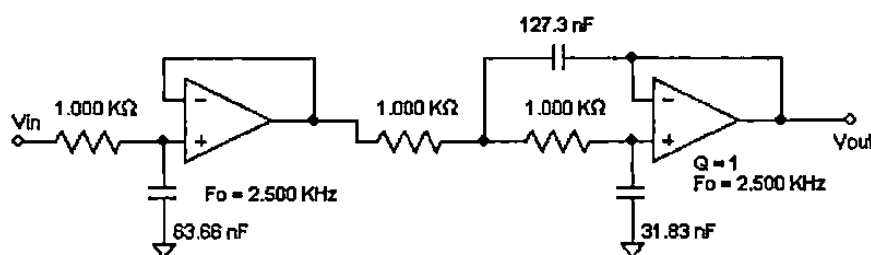
Gambar 3.6 Rangkaian Penguat Non-Inverting

Perhitungan:

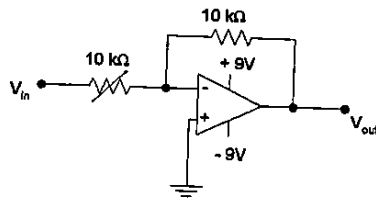
Hasil penguatan yang didapat adalah:

$$V_{out} = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 2 V_{in}$$

Sedangkan untuk filter LPF yang dirancang memiliki frekuensi cut off sebesar 2500 Hz. Pada filter ini juga ditambahkan penguatan. penguat yang digunakan merupakan penguat inverting dengan memiliki penguatan minimal sebesar 1 kali. Penguat ini menggunakan *resistor variable* sehingga keluarannya bisa diubah-ubah nilainya. Filter ini sengaja dibuat inverting dengan maksud membalikan fasa yang berubah dari hasil rangkaian *pre-amplifier* sebelumnya. Di dalam perancangan, terdapat perubahan nilai kapasitor yaitu: 63.66 nF menjadi 63.2 nF, 127.3 nF menjadi 125.88 nF dan 31.83 nF menjadi 35.29 nF dengan maksud untuk menyesuaikan nilai yang ada di pasaran. Tipe filter yang digunakan adalah butterworth dengan orde 3. Perancangan filter ini juga menggunakan software bantu yaitu Filter Free 3.1.



Gambar 3.7 Rangkaian Filter I DE



Gambar 3.8 Rangkain Penguat *Inverting*

Perhitungan:

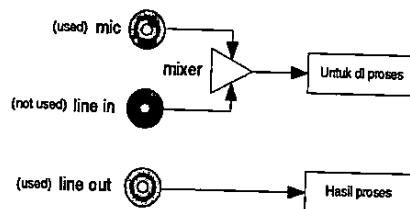
Hasil penguatan yang didapat adalah:

$$V_{out} = \left(-\frac{10k\Omega}{10k\Omega} \right) V_{in} = -1V_{in}$$

3.1.5 Pengubah Sinyal Analog ke Digital (*Soundcard*)

Di dalam perancangan, *soundcard* yang digunakan yaitu *SoundMax Digital Audio*. *Soundcard* ini merupakan *internal soundcard* yang memiliki 3 *port*, yaitu *mic*, *line in* dan *line out*. Untuk proses perancangan perangkat lunak, *port* yang digunakan hanyalah 2, yaitu:

1. *Mic* : digunakan untuk menerima masukan dari stetoskop elektronik
2. *Line Out* : digunakan untuk mengeluarkan suara yang diterima dari *soundcard*



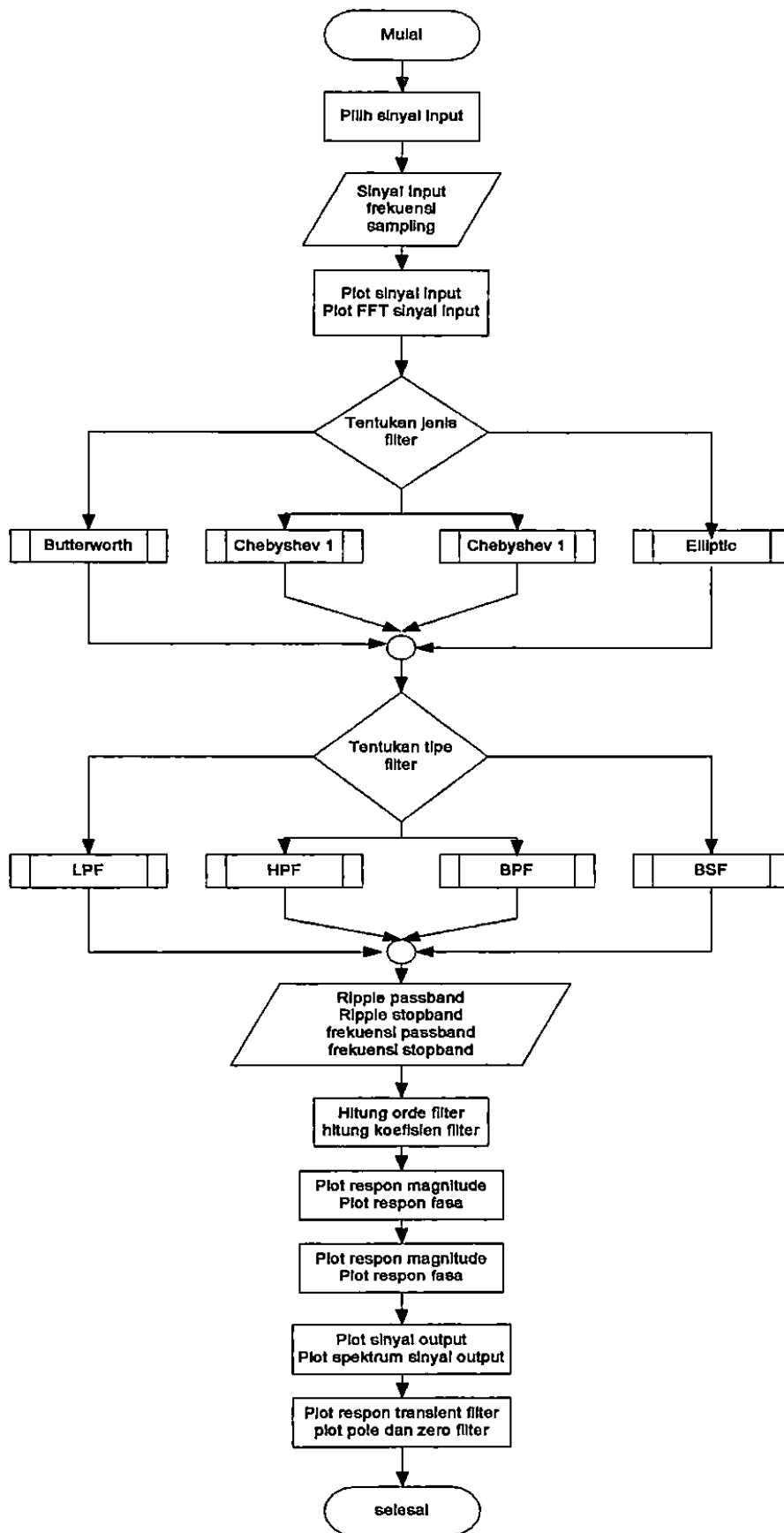
Gambar 3.9 *Port Soundcard*

3.2 SUB PROGRAM PERANCANGAN FILTER IIR

Pada sub program ini ditampilkan kumpulan tombol untuk memilih sinyal input. Masing-masing tombol akan memanggil sub program sinyal input. Selanjutnya sinyal inputan dalam bentuk *.mat di-load dan ditampilkan properti sinyal (nama file, frekuensi sampling, dan jumlah sample) serta plot sinyal dalam domain waktu dan frekuensi.

Pengguna dapat memilih jenis prototipe filter analog dari filter yang akan dirancang, tipe filter dan parameter filter yang dirancang. Parameter tersebut antara lain *ripple passband*, *ripple stopband*, frekuensi *passband*, frekuensi *stopband*.

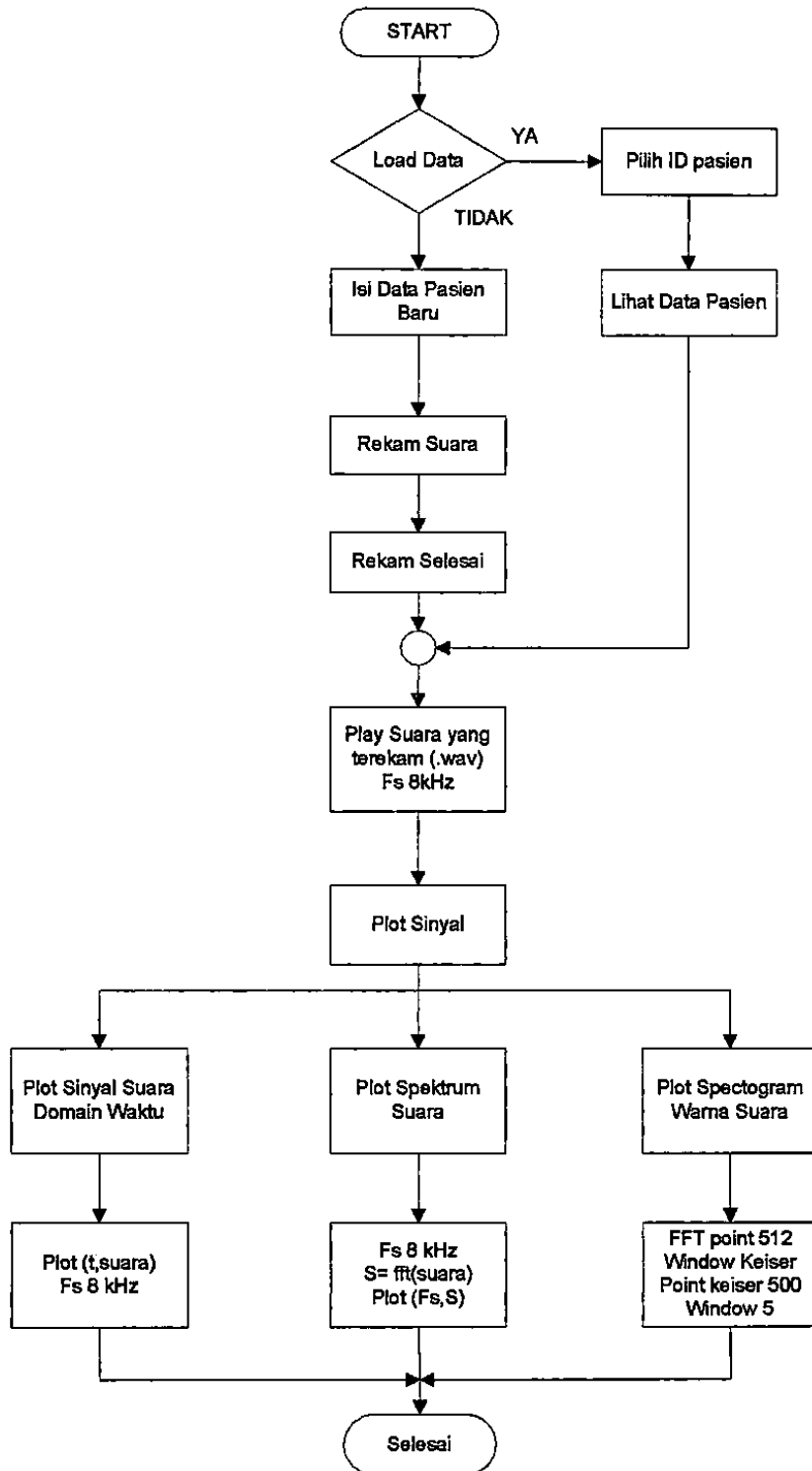
Selanjutnya ditampilkan orde, respon transient, respon magnitudo, respon fasa dan plot pole zero dari filter yang dirancang. Selanjutnya sinyal output juga dapat ditampilkan dalam domain waktu dan frekuensi. *Flowchart* program perancangan filter IIR dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10. Flowchart sub program perancangan filter IIR

3.3 SUB PROGRAM PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak dibangun menggunakan program MATLAB 2009, diagram blok proses dari program dapat digambarkan sebagai berikut :



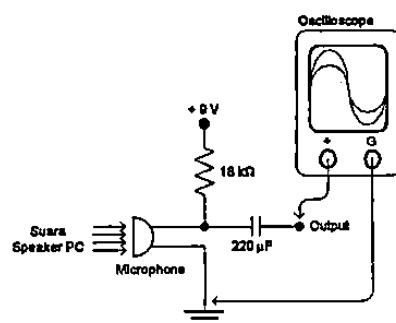
Gambar 3.11 Flowcart perancangan sub program perangkat lunak

3.4 PENGUJIAN PERFORMANSI PERANCANGAN STETOSKOP ELEKTRONIK

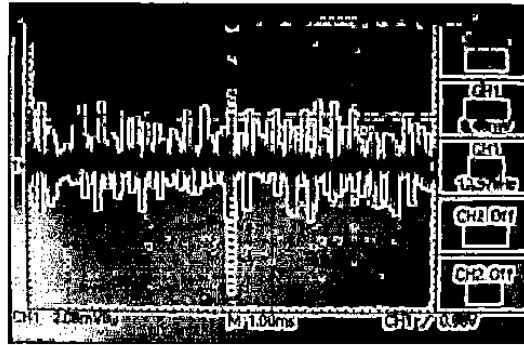
Pengujian yang dilakukan pada perancangan ini menggunakan stetoskop dan *function generator* sebagai inputnya. Di dalam pengujian juga dijelaskan mengenai hasil output sinyal dari tiap-tiap blok bagian pada stetoskop elektronik. Alat bantu yang digunakan dalam menunjang pengujian tersebut adalah osiloskop dan *function generator*.

3.4.1 Pengujian Keluaran Rangkaian Penguat Mikrofon

Pengujian ini dilakukan dengan cara seperti apa yang digambarkan pada Gambar 3.12. Dari hasil pengukuran didapat bahwa amplitudo sinyal sangat kecil. Diperkirakan sinyal yang dihasilkan berkisar kurang lebih 1 mV. Bila dihitung dengan menggunakan sensitivitas mikrofon maka tegangan sinyal yang dihasilkan adalah 1,2 mV. Di dalam gambar 3.13 terlihat *noise* yang cukup besar di dalam sinyal output dan tampilan yang dihasilkan belum tentu merupakan suara yang dideteksi karena sinyal sangat kecil.



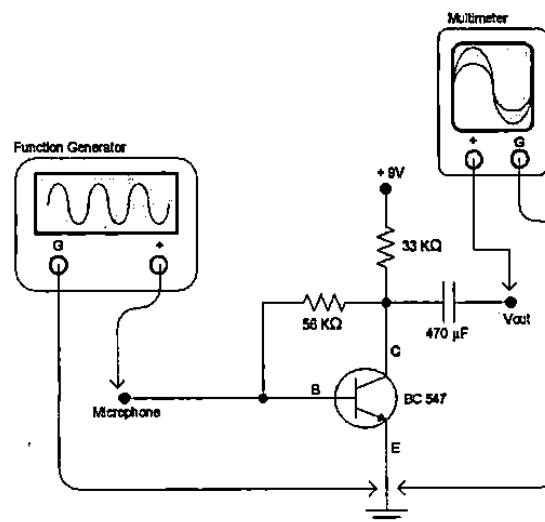
Gambar 3.12 Pengukuran Rangkaian Penguat Mikrofon



Gambar 3.13 Hasil Osiloskop Rangkaian Pencatu Mikrofon

3.4.2 Pengujian Rangkaian Pre-Amp

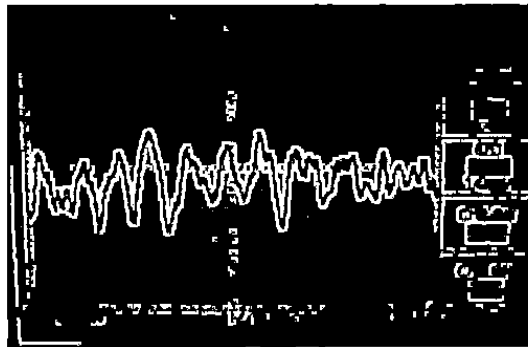
Rangkaian ini dites keluarannya dengan menggunakan multimeter. Sedangkan untuk inputnya digunakan *function generator* sebesar $0,005 V_{rms}$. Keluaran yang dihasilkan sebesar $0,141 V_{rms}$. Sehingga penguatan yang dihasilkan adalah 28,2 kali. Sedangkan ketika rangkaian dites dengan menggunakan stetoskop sebagai inputnya, maka sinyal yang dihasilkan berkisar antara $12 mV_{rms}$ sampai dengan $30 mV_{rms}$. Ini menandakan bahwa keluaran yang dihasilkan oleh mikrofon kurang lebih $1 mV$.



Gambar 3.14 Pengukuran Rangkaian Pre-Amplifier

Ketika dibandingkan dengan rumus, maka perbedaan nilai penguatan ini menandakan bahwa penguatan ini hanya cocok digunakan untuk penguatan pada frekuensi tinggi. Sedangkan perancangan rangkaian yang digunakan dalam mendeteksi suara paru-paru ini berada pada frekuensi 2,5 KHz. Hal ini jelas berbeda. Sehingga tampak perbedaan penguatan yang dihasilkan yaitu antara 172 kali dengan 28,2 kali. Tetapi kelebihan dari penguatan menggunakan transistor adalah dengan rangkaian yang lebih sederhana dapat dihasilkan penguatan yang lebih besar daripada penguatan dengan menggunakan IC.

Pada gambar 3.15 di tampilkan hasil output dari rangkaian *pre amplifier* dengan menggunakan input stetoskop. Hasil tersebut diset dengan skala 50 mV/ div. Terlihat dalam gambar bahwa sinyal juga masih mengandung *noise*.

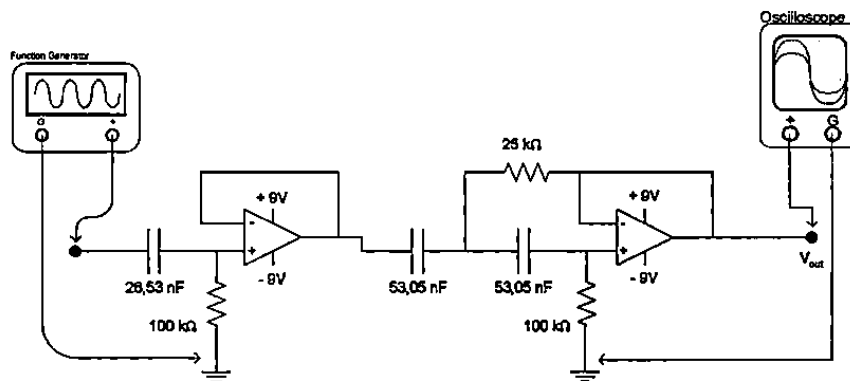


Gambar 3.15 Hasil Output *Pre Amplifer* dengan Input Sensor

3.4.3 Pengujian Filter HPF dan LPF

High Pass Filter (HPF) dirancang dengan memiliki frekuensi *cut off* 60 Hz. Filter ini digunakan untuk menghilangkan suara jantung

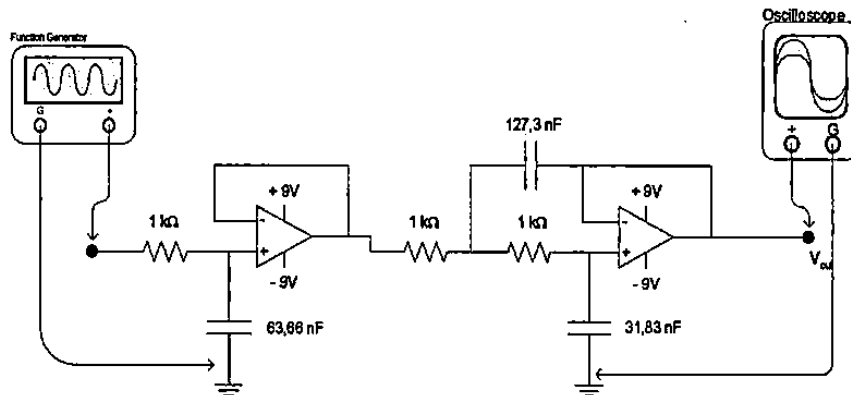
suara otot maupun suara tubuh lainnya yang biasanya menempati frekuensi rendah yaitu dibawah 60 Hz. Untuk pengujian tingkat respon frekuensinya dilakukan dengan cara menggunakan *function generator* sebagai inputnya. Pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.5. Dari hasil pengukuran, didapat bahwa sinyal keluaran akan berharga 0,7079 kalinya (-3 dB) dari sinyal input ketika frekuensi *cut off* nya berada pada 64.4 Hz. Pergeseran nilai ini disebabkan oleh penggantian nilai kapasitor dengan nilai yang ada di pasaran. Filter HPF ini juga dibuat sebagai filter aktif dengan penguatan 2 kali. Hal ini dilakukan untuk menghindari sinyal asli tercampur dengan *noise*.



Gambar 3.16 Pengukuran Rangkaian Filter HPF

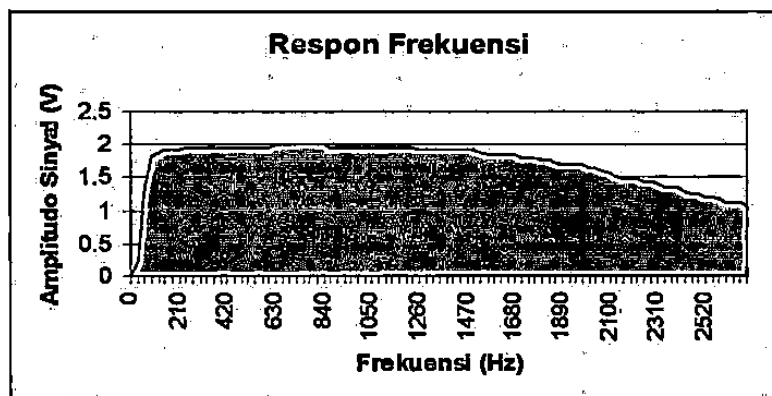
Sedangkan untuk *Low Pass Filter* (LPF) dirancang dengan memiliki frekuensi *cut off* 2,5 kHz. Filter ini digunakan untuk menghilangkan *noise* yang biasanya menempati frekuensi tinggi. Sedangkan untuk suara paru-paru normal, batas frekuensi tertingginya berkisar 2 kHz (tergantung sensitivitas mikrofon). Sehingga frekuensi *cut off* yang dibuat adalah 2,5 kHz. Setelah dilakukan pengukuran, didapat bahwa sinyal keluaran berharga 0,7079 kalinya (-3 dB) ketika

frekuensi *cut off* nya berada pada 2.301 kHz. Perbedaan frekuensi *cut off* ini juga disebabkan oleh pembulatan nilai kapasitor yang digunakan. Filter LPF ini juga dibuat sebagai filter aktif dengan penguatan minimal 1 kali.



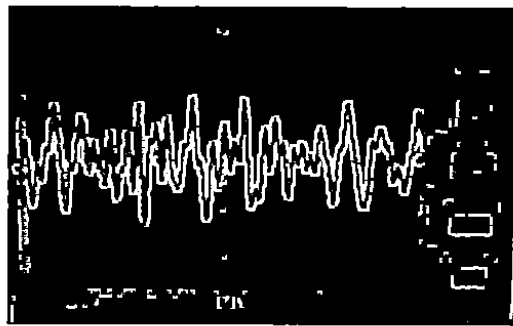
Gambar 3.17 Pengukuran Rangkaian Filter LPF

Kedua filter tersebut jika digabungkan dapat menghasilkan respon frekuensi *Band Pass Filter* (BPF). Sehingga frekuensi diluar dari frekuensi suara paru-paru akan ditahan dan hanya melewatkan frekuensi suara paru-paru saja. Hasil pengujian respon frekuensi diatas dapat dilihat pada gambar 3.19. Catatan bahwa gambar grafik dibawah ini diset sebesar 2 V pada *function generator*.



Gambar 3.18 Respon Frekuensi Grafik Gabungan Filter HPE dan LPF

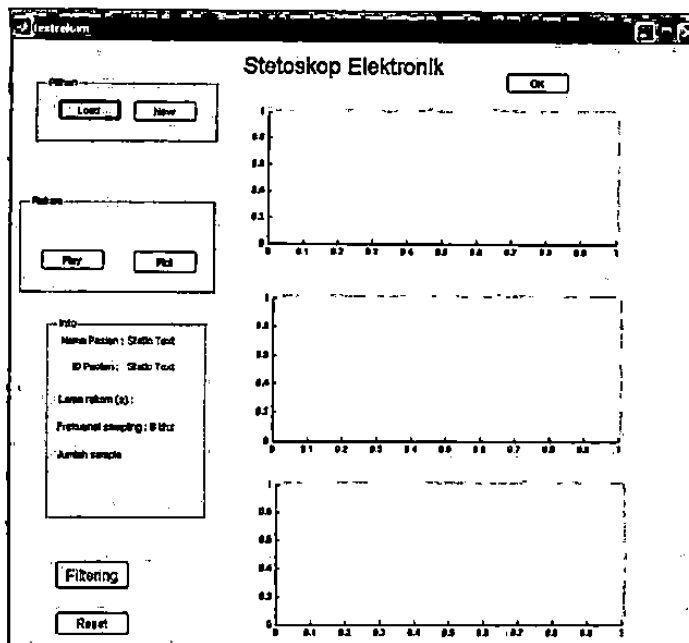
Gambar 3.19 merupakan hasil output yang dites dengan menggunakan input stetoskop. Hasil tersebut diset dengan skala 50 mV/div. Terlihat pada gambar bahwa sinyal sudah mulai halus. Jika diukur dengan multimeter, maka keluaran yang dihasilkan berkisar antara 23 mV_{rms} sampai dengan 62 mV_{rms}



Gambar 3.19 Hasil Output Filter dengan Input Sensor

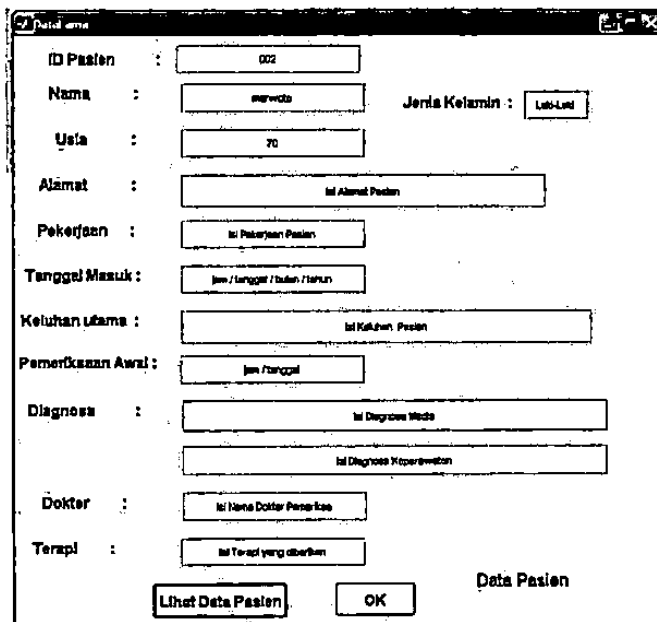
3.5 PENGUJIAN PERFORMANSI PERANGKAT LUNAK

Untuk masuk kedalam tampilan stetoskop elektronik harus melalui program matlab kemudian run program. Selanjutnya akan ditampilkan halaman stetoskop elektronik . Dimana tampilan halaman stetoskop elektronik memiliki delapan tombol aktif, seperti pada kotak pilihan terdapat tombol “load” untuk membuka data base, tombol “new” untuk mengetik data pasien secara lengkap. Pada kotak rekan terdapat tombol “start” fungsinya untuk memulai perekaman, tombol “stop” untuk meberhentikan rekaman, tombol “play” untuk mendengarkan hasil rekaman dan tombol “plot” berfungsi untuk melihat gelombang maknetik yang berubah dari gelomban suara. Kemudian terdapat tombol filtering yang digunakan untuk masuk kedalam halaman filtering IIR, kemudian terdapat tombol reset untuk mereset program ketika akan memunculkan file baru berikut gambar dari stetoskop elektronik :

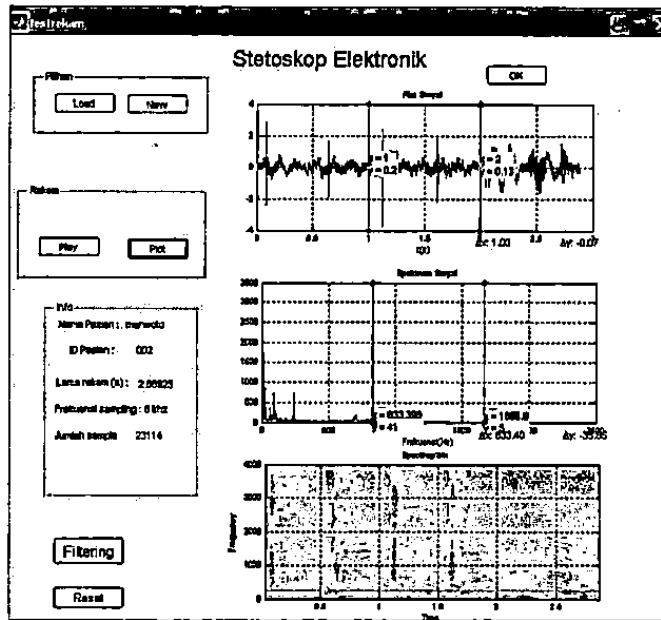


Gambar 3.20 Halaman stetoskop elektronik

Selanjutnya untuk membuka database lama digunakan tombol load, akan terlihat data pasien selanjutnya klik tombol 'ok' sebagaimana terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 3.21 Halaman stetoskop elektronik



Gambar 3.22 Suara jantung pada halaman stetoskop elektronik

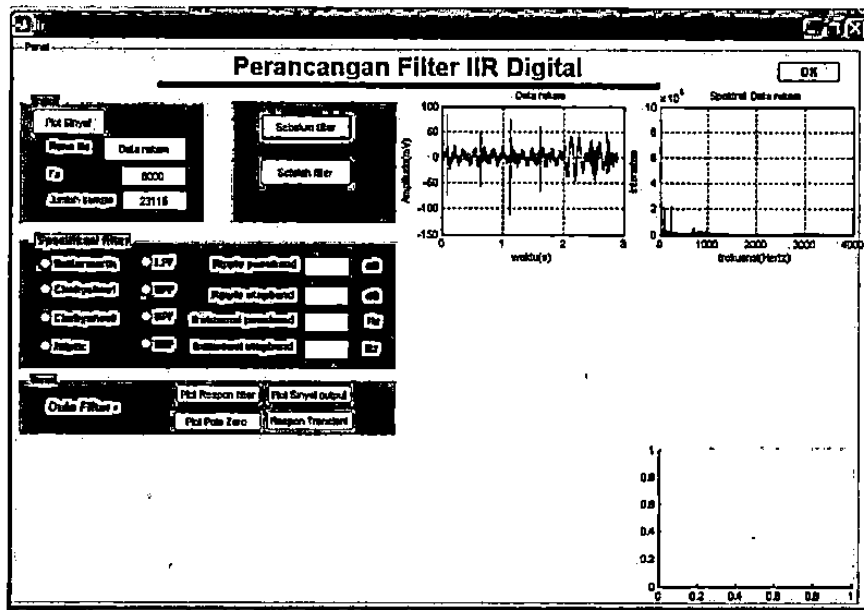
3.6 PENGUJIAN PERFORMANSI PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK FILTER IIR

Pada sub program ini ditampilkan kumpulan tombol untuk memilih sinyal input seperti pada sub program perancangan filter IIR. Masing-masing tombol akan memanggil sub program sinyal input seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya sinyal inputan dalam bentuk *.mat di-load dan ditampilkan properti sinyal (nama file, frekuensi sampling, dan jumlah sample) serta plot sinyal dalam domain waktu dan frekuensi.

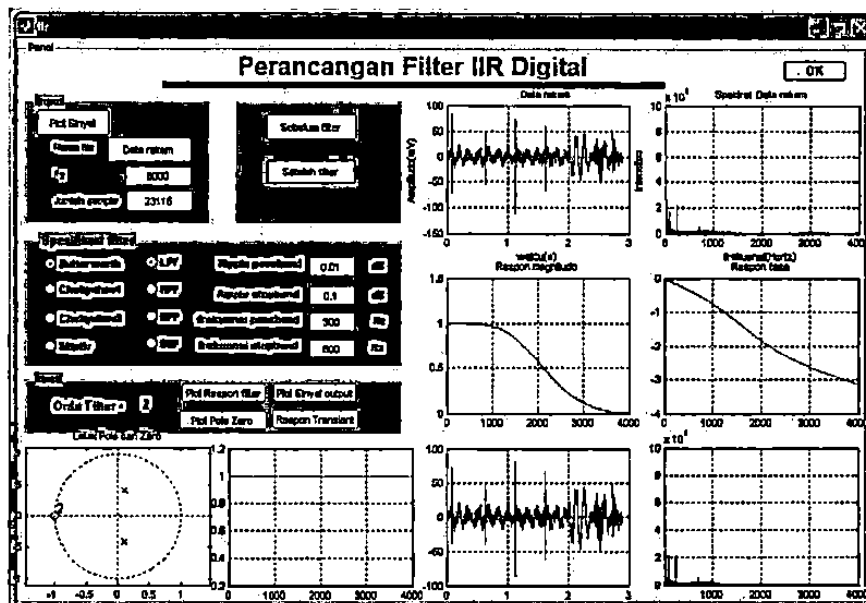
User dapat memilih jenis prototipe filter analog dari filter yang akan dirancang, tipe filter dan parameter filter yang dirancang. Parameter tersebut antara lain pemilihan sinyal input, plot sinyal dan atribut sinyal input, perancangan spesifikasi filter, plot output dan grafis penampil tiap proses. Tiap bagian ini dikelompokkan dalam satu panel sehingga mudah dioperasikan

secara berurutan. Selanjutnya ditampilkan orde, respon transient, respon magnitudo, respon fasa dan plot pole zero dari filter yang dirancang. Selanjutnya sinyal output juga dapat ditampilkan dalam domain waktu dan frekuensi.

Apabila pemerosesan akan dilanjutkan pada tahap selanjutnya setelah terjadi proses pada halaman stetoskop elektronik maka dilanjutkan dengan menekan tombol “filtering”, sehingga akan masuk ke program filtering IIR sebagai pengolah sinyal. Dalam halaman ini juga masih memiliki beberapa tombol, baik otomatis maupun manual seperti dalam kotak pilih input terdapat tombol “plot sinyal” bila ditekan akan mengeluarkan informasi nama, frekuensi dan jumlah sampel suara yang sudah terekam sebelumnya, ditambah dengan tombol “suara belum difilter” dan tombol “suara setelah difilter”. Dalam kolom spesifikasi window terdapat beberapa pilihan tombol untuk menyesuaikan standar suara jantung dan paru dengan frekuensi tertentu (penulisannya dengan pengetikan manual). Tombol “plot respon filter” berfungsi untuk menampilkan grafik suara minimal yang dipotong dan maksimal yang telah dipotong sesuai dengan standar suara jantung paru, tombol plot sinyal output berfungsi untuk data suara yang sudah difilter dengan ukuran tertentu, tombol “plot polo zero” berfungsi untuk menjelaskan seberapa banyak potongan sebelum dan sesudah pemerosesan filtering dan tombol “respon transient” bertujuan untuk menjelaskan ukuran bagus atau tidaknya sebuah grafik. Gambaran dalam proses filtering ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar. 3.23 Halaman IIR sebelum proses *filtering*

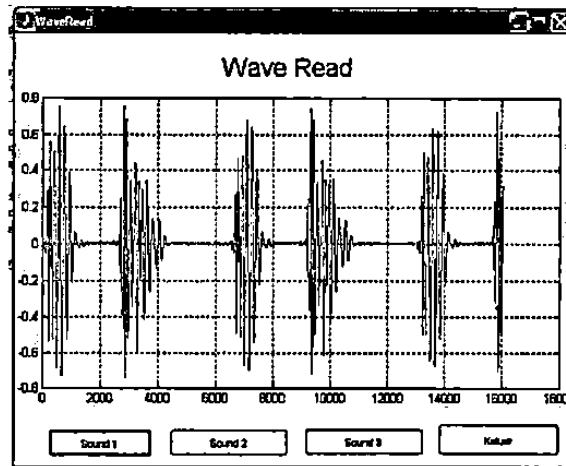


Gambar. 3.24 Halaman IIR setelah proses *filtering*

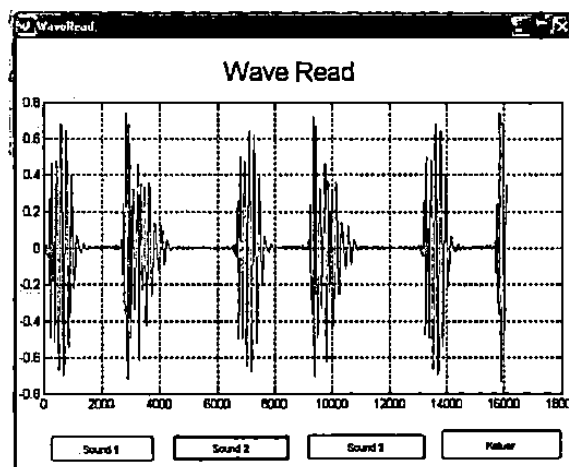
3.7 DATABASE SUARA JANTUNG NORMAL YANG DITAMPILKAN DENGAN METODE *WAVEREAD* MATLAB

Berikut merupakan 3 (tiga) suara jantung normal yang diambil

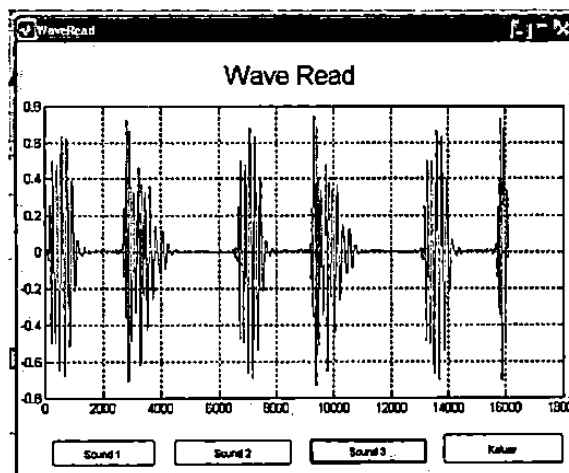
dari koleksi suara pendidikan dokter :



Gambar. 3.25 Halaman *waveread* jantung normal suara satu



Gambar. 3.26 Halaman *waveread* jantung normal suara dua

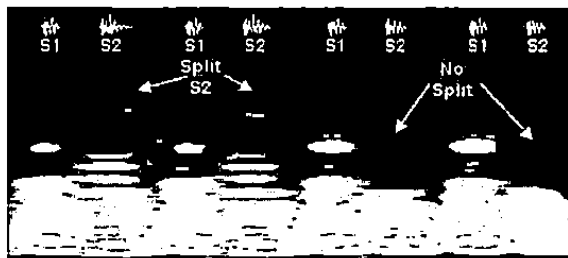
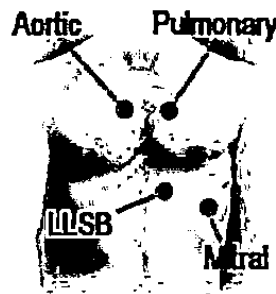


Gambar. 3.27 Halaman *waveread* jantung normal suara tiga

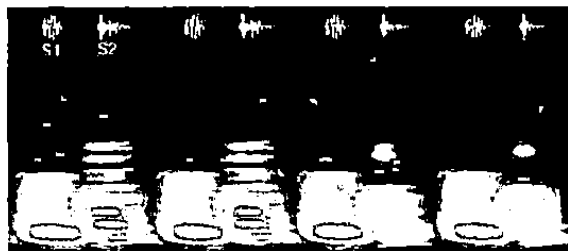
3.8 DATABASE SUARA JANTUNG NORMAL YANG DITAMPILKAN SAMA MENGGUNAKAN DOMAIN FREKUENSI DAN WAKTU

(<http://sprojects.mmi.mcgill.ca/mvs/mvsteth.htm>)

Berikut merupakan hasil cuplik berdasarkan domain waktu yang dilakukan oleh MM *student project*:



Gambar. 3.28 Sound (S2) di Posisi aorta



Gambar. 3.29 Sound (S1) di Posisi LLSB



Gambar. 3.30 Sound (S1) di Posisi Mitral

3.9 VALIDASI DOKTER

Telah dibuat suatu alat kesehatan berupa modifikasi stetoskop elektronik yang sebelumnya tidak bisa langsung diperdengarkan saat perekaman menjadi dapat diperdengarkan secara langsung, lebih disempurnakan dan mampu mengolah sinyal suara menjadi getaran grafik dan menyaring suara *noise* menjadi minimal sehingga dapat dipergunakan sebagai alat auskultasi jantung paru. Lama waktu dalam penelitian ini adalah selama tiga bulan, yakni akhir Januari 2010 hingga akhir April 2009. Hal ini juga mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Junaidi dan Legowo pada tahun 2009. Yaitu pembuatan alat modifikasi stetoskop akustik dengan perangkat lunak sebagai alat pengolah sinyal dan alat auskultasi jantung paru. Penelitian ini mengambil 10 responden orang sehat yang berada di lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan menggunakan teknik acak dan 5 orang pasien jantung paru dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta juga dengan menggunakan teknik acak.

Hasil dari uji statistik dengan menggunakan uji Anova berulang ataupun menggunakan uji Friedman Validitas dan reliabilitas alat dapat diperhitungkan sebagai alat auskultasi jantung paru. *Sumber : (Cendy*

Legowo, SKed, Junaidi, SKed, No. SKed)