

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini akan membahas pengujian dan analisa setiap modul dari sistem yang dirancang. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan pada setiap modul yang telah direalisasikan dan pada sistem secara keseluruhan. Berikut ini akan dijelaskan mengenai pengujian dari setiap bagian.

4.1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dalam 2 bagian :

4.1.1. Pengujian Perangkat Keras Secara Terpisah

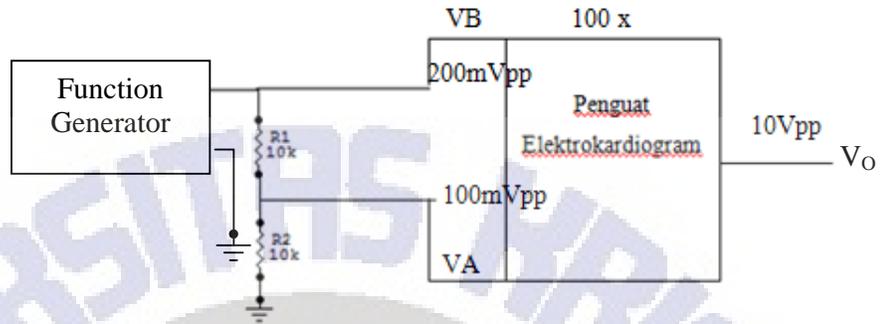
Pada pengujian perangkat keras secara terpisah akan dilakukan pengujian terhadap masing-masing penyusun untai elektrokardiogram meliputi :

4.1.1.1. Pengujian Penguat Elektrokardiogram



Gambar 4.1. Penempatan elektroda pada subyek yang diuji.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kabel *lead* dimana ujungnya ditempel elektroda yang ditempelkan pada tangan kanan ,tangan kiri,kaki kanan pada orang yang akan diuji



Gambar 4.2. Blok Pengujian Penguat Elektrokardiogram.



Gambar 4.3. Isyarat masukan untuk pengujian penguat elektrokardiogram,

$$CH1 = V_B, CH2 = V_A$$

Pengujian Penguat Elektrokardiogram menggunakan function generator yang dihubungkan pada devider tegangan dengan input sebesar 200mVpp pada channel 1(CH1) maka pada channel 2(CH2) keluaran sebesar 100mVpp.



Gambar 4.4. Hasil pengujian keluaran penguat instrumentasi (V_0).

Penghitungan keluaran dari penguat elektrokardigram sebagai berikut :

$$V_0 = \text{penguatan} (V_B - V_A)$$

$$V_0 = 100 (200\text{mVpp} - 100\text{mVpp})$$

$$V_0 = 100 (100\text{mVpp})$$

$$V_0 = 10\text{Vpp}$$

Dari penghitungan diatas maka penguatan yang dirancang pada penguat elektrokardigram memang 100 kali.

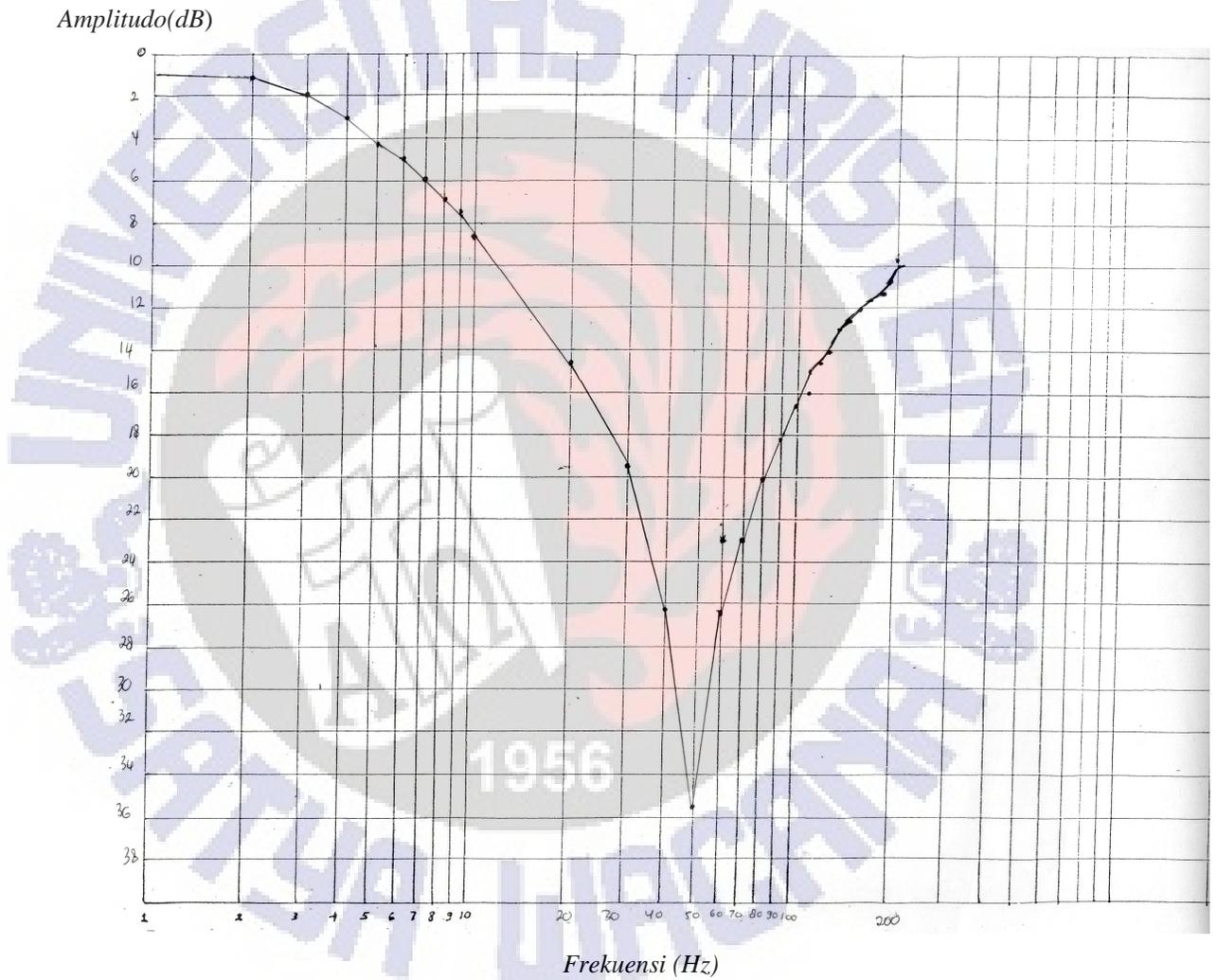
4.1.1.2. Pengujian *Notch filter* dengan *gyrator*

Pengujian tapis *Notch* 50 Hz dilakukan dengan cara memberikan sinyal sinus dengan rentang frekuensi 1 Hz – 200 Hz. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian dan grafik tanggapan frekuensinya.

Frekuensi (Hz)	V_i (mVpp)	V_o (mVpp)	AV (dB)
1	1000	920	-0,72424
2	1000	864	-1,26973
3	1000	752	-2,47564
4	1000	656	-3,66192
5	1000	592	-4,55357
6	1000	584	-4,67174
7	1000	552	-5,16122
8	1000	512	-5,81460
9	1000	456	-6,8207
10	1000	368	-8,68304
20	1000	168	-15,49381
30	1000	100	-20
40	1000	40	-27,95880
50	1000	16,8	-35,49381
60	1000	44	-27,13095
70	1000	74	-22,61537
80	1000	104	-19,65933
90	1000	132	-17,58852
100	1000	150	-16,47817
110	1000	170	-15,39102
120	1000	188	-14,51680
130	1000	220	-13,15155
140	1000	232	-12,69024
150	1000	252	-11,971989
160	1000	272	-11,30862

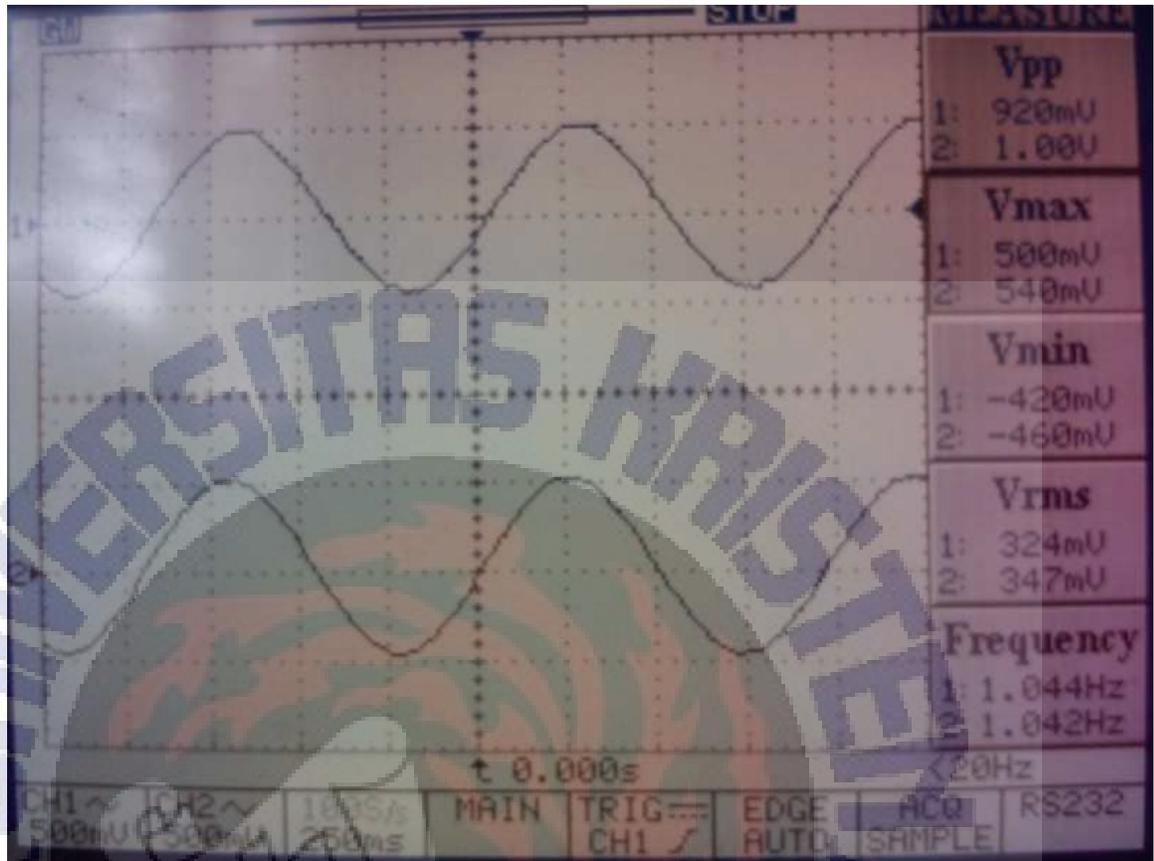
170	1000	288	-10,81215
180	1000	308	-10,22899
190	1000	320	-9,89700
200	1000	344	-9,26883

Tabel 4.1. Hasil pengujian tapis *Notch* 50 Hz.



Gambar 4.5. Tanggapan frekuensi tapis *Notch* 50 Hz.

Dari gambar terlihat bahwa pelemahan pada frekuensi 50 Hz sekitar ± 35 dB

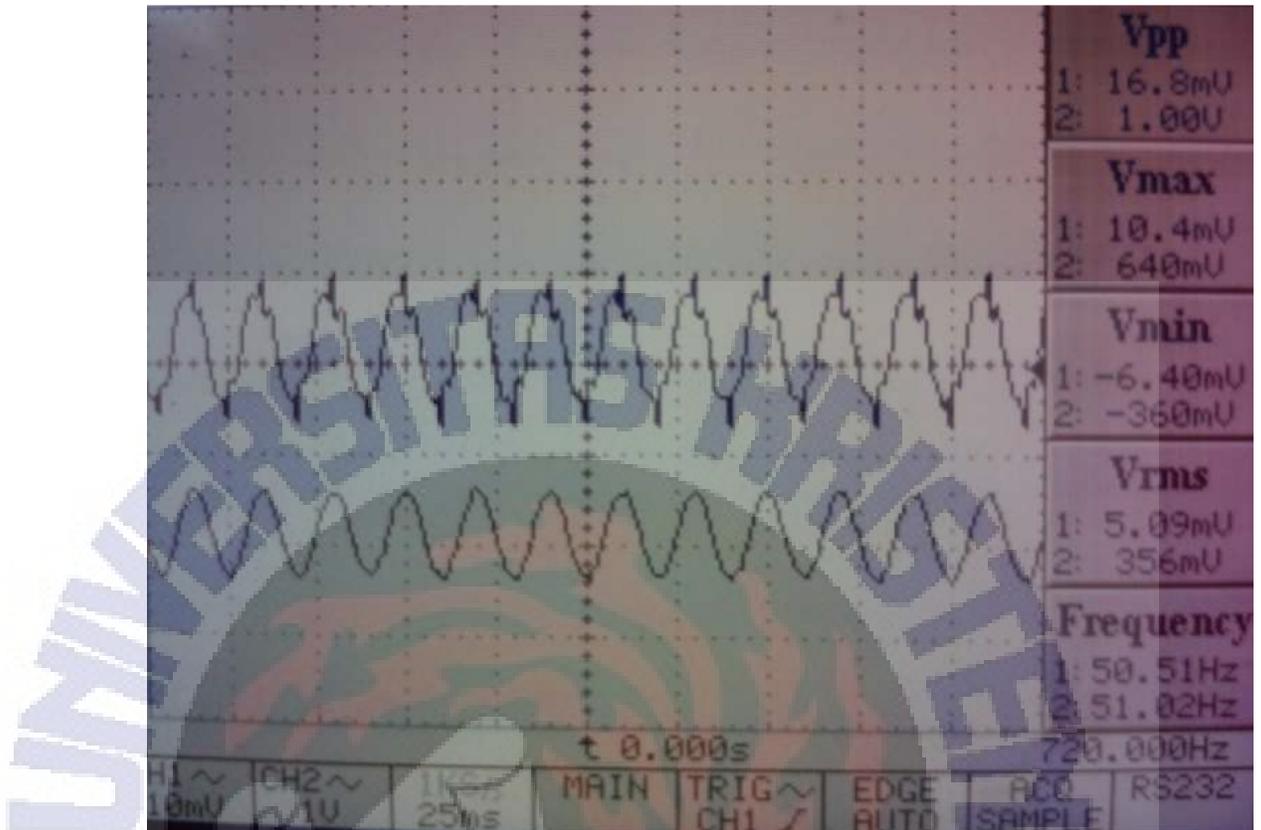


Gambar 4.6. Keluaran dari Notch Filter pada frekuensi 1Hz dengan input pada channel2 (CH2) sebesar 1000m Vpp dan output pada channel 1(CH1) sebesar 920mVpp.

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sinyal sinus sebesar 1000mVpp sebagai masukan dan frekuensi sebesar 1 Hz . Terlihat bahwa keluaran sebesar 920mVpp. Maka nilai pelemahannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_v &= 20 \log \frac{V_o}{V_i} \\
 &= 20 \log \frac{920}{1000} \\
 &= -0,7242 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Maka nilai pelemahannya - 0,7242 dB pada frekuensi 1Hz.

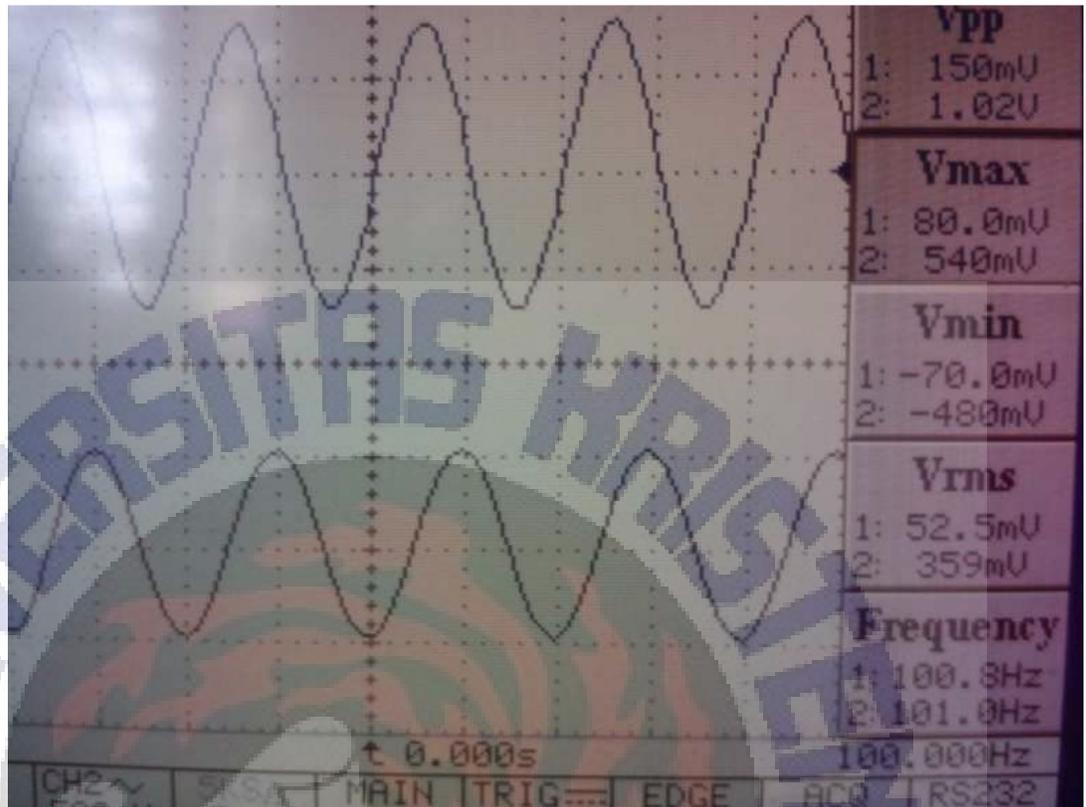


Gambar 4.7 Keluaran dari Notch Filter pada frekuensi 50 Hz dengan input pada channel2 (CH2) sebesar 1000m Vpp dan output pada channel 1(CH1) sebesar 16,8mVpp.

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sinyal sinus sebesar 1000mVpp sebagai masukan dan frekuensi sebesar 50 Hz . Terlihat bahwa keluaran sebesar 16,8mVpp. Maka nilai pelemahannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_v &= 20 \log \frac{V_o}{V_i} \\
 &= 20 \log \frac{16,8}{1000} \\
 &= -35,49381 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Maka nilai pelemahannya - 35,49381 dB pada frekuensi 50 Hz.



Gambar 4.8 Keluaran dari Notch Filter pada frekuensi 100 Hz dengan input pada channel2 (CH2) sebesar 1000m Vpp dan output pada channel 1(CH1) sebesar 150mVpp.

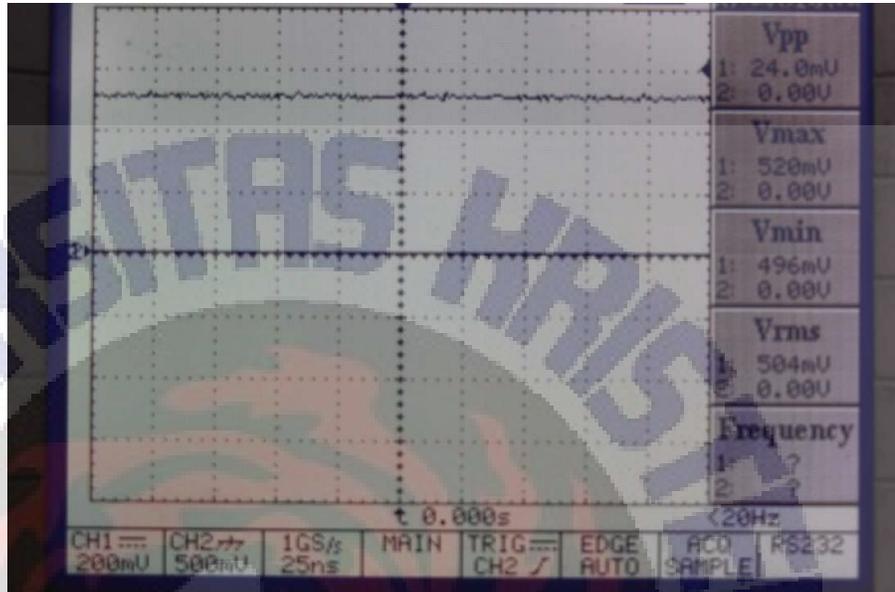
Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sinyal sinus sebesar 1000mVpp sebagai masukan dan frekuensi sebesar 100 Hz . Terlihat bahwa keluaran sebesar 150mVpp. Maka nilai pelemahannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_v &= 20 \log \frac{V_o}{V_i} \\
 &= 20 \log \frac{150}{1000} \\
 &= -16,47817 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Maka nilai pelemahannya - 35,49381 dB pada frekuensi 50 Hz.

4.1.1.3. Pengujian DC offset

Pengujian DC *offset* dengan dua cara yaitu tanpa diberi inputan dan diberi inputan AC tanpa penguatan dan dengan penguatan.



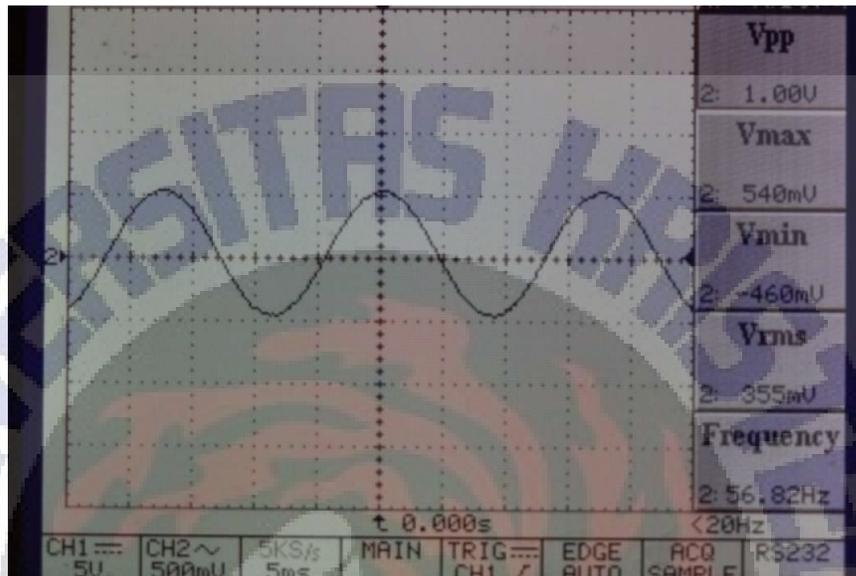
Gambar 4.9. Keluaran dari DC *offset* tanpa diberi inputan dengan keluaran DC offset pada channel 1(CH1) menunjukkan tegangan DC offset sebesar 500mVolt.



Gambar 4.10. Keluaran dari DC *offset* tanpa diberi inputan dengan keluaran DC offset dengan penguatan 5 kali pada channel 1(CH1) sebesar 2,5 Volt.

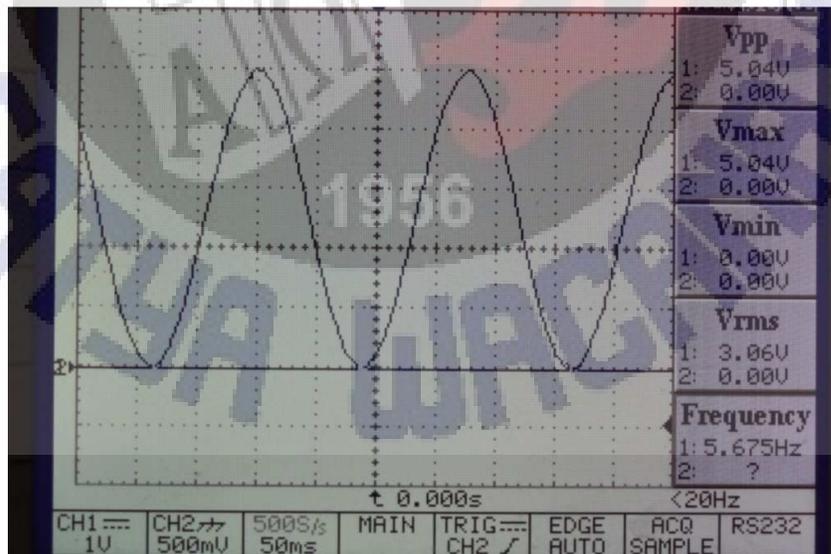
Dari pengujian Dc *offset* tanpa diberi inputan dengan keluaran DC offset dengan penguatan 5 kali pada channel 1(CH1) menunjukkan tegangan DC offset sebesar 2,52Volt.

Berikutnya pengujian dengan diberi inputan sebesar 1000mVpp.



Gambar 4.11. Inputan AC pengujian DC *offset*.

Kemudian pengujian dilakukan dengan memberikan inputan sebesar 1000mVpp dan penguatan 5 kali



Gambar 4.12. Keluaran dari DC *offset* dengan inputan dengan keluaran DC offset dengan penguatan 5 kali pada channel 1(CH1) terhadap ground.

Terlihat dari gambar keluaran pada channel1 (CH1) terhadap ground bahwa tegangan maksimal dengan penguatan 5 kali yaitu 2,5 Volt dengan ayunan sinyal 5 Vpp. Hal tersebut telah sesuai dengan konsep yang ada bahwa tegangan DC offset adalah $\frac{1}{2} V_{cc}$ karena perancangan menggunakan V_{cc} 5 Volt maka tegangan DC offset $\frac{1}{2} \cdot 5$ yaitu 2,5 Volt dan dirasa sudah cukup besar bagi ADC dan seluruh komponen gelombang elektrokardiogram menjadi positif dan dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler.

4.1.1.4. Pengujian Rangkaian Penyangga atau *Buffer*



Gambar 4.13. Keluaran dari rangkaian *Buffer*.

Pengujian dilakukan dengan memberikan sinyal masukan sebesar 288 mVpp pada frekuensi 1 Hz dan memperoleh keluaran sebesar 304 mVpp. Dengan ralat sebagai berikut :

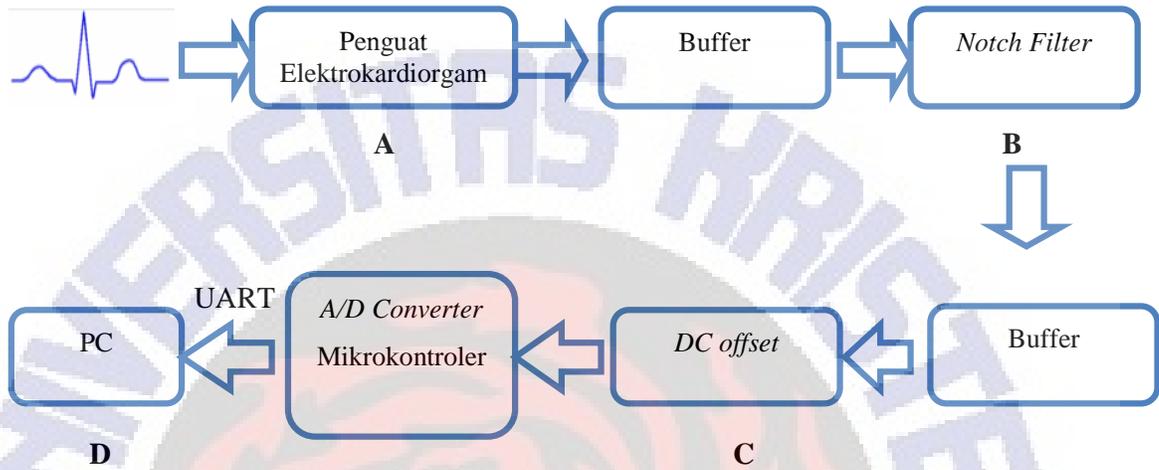
$$\text{ralat} = \frac{304\text{mVpp} - 288\text{mVpp}}{288\text{mVpp}} \times 100 \%$$

$$\text{ralat} = \frac{16\text{mVpp}}{288\text{mVpp}} \times 100\%$$

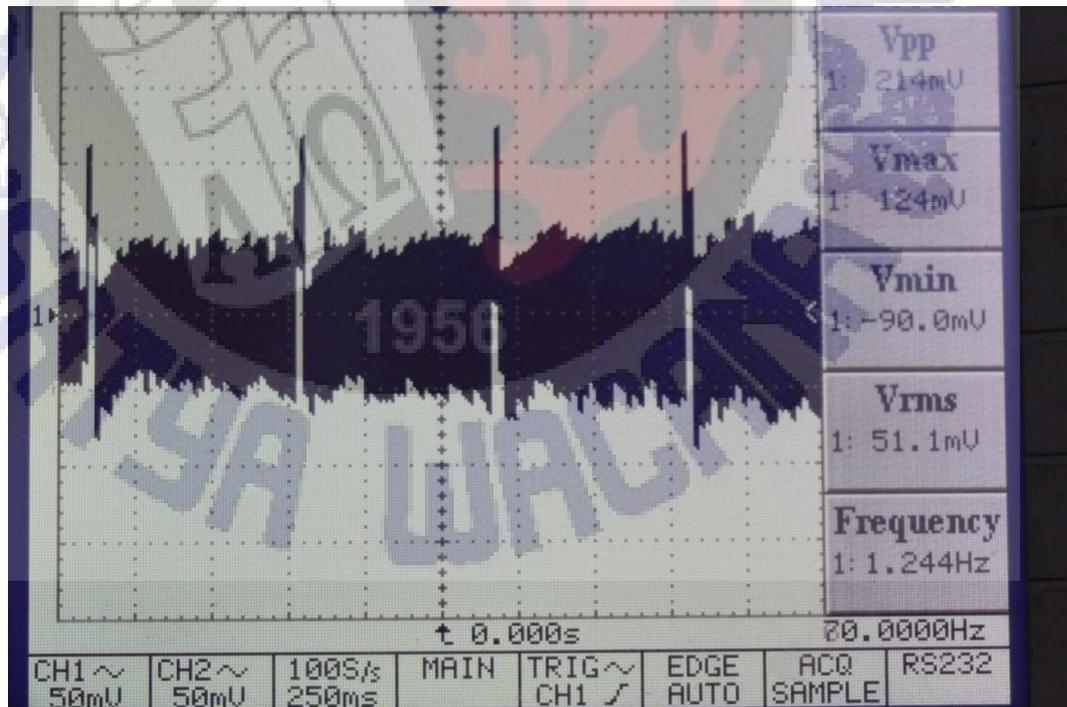
$$\text{ralat} = 5,5 \%$$

4.1.2. Pengujian Perangkat Keras Keseluruhan

Berikut ini adalah pengujian perangkat keras secara keseluruhan yang disertai dengan dokumentasi gambar. Gambar-gambar berikut tidak diambil di waktu yang bersamaan sehingga tidak ada hubungan langsung antargambar.



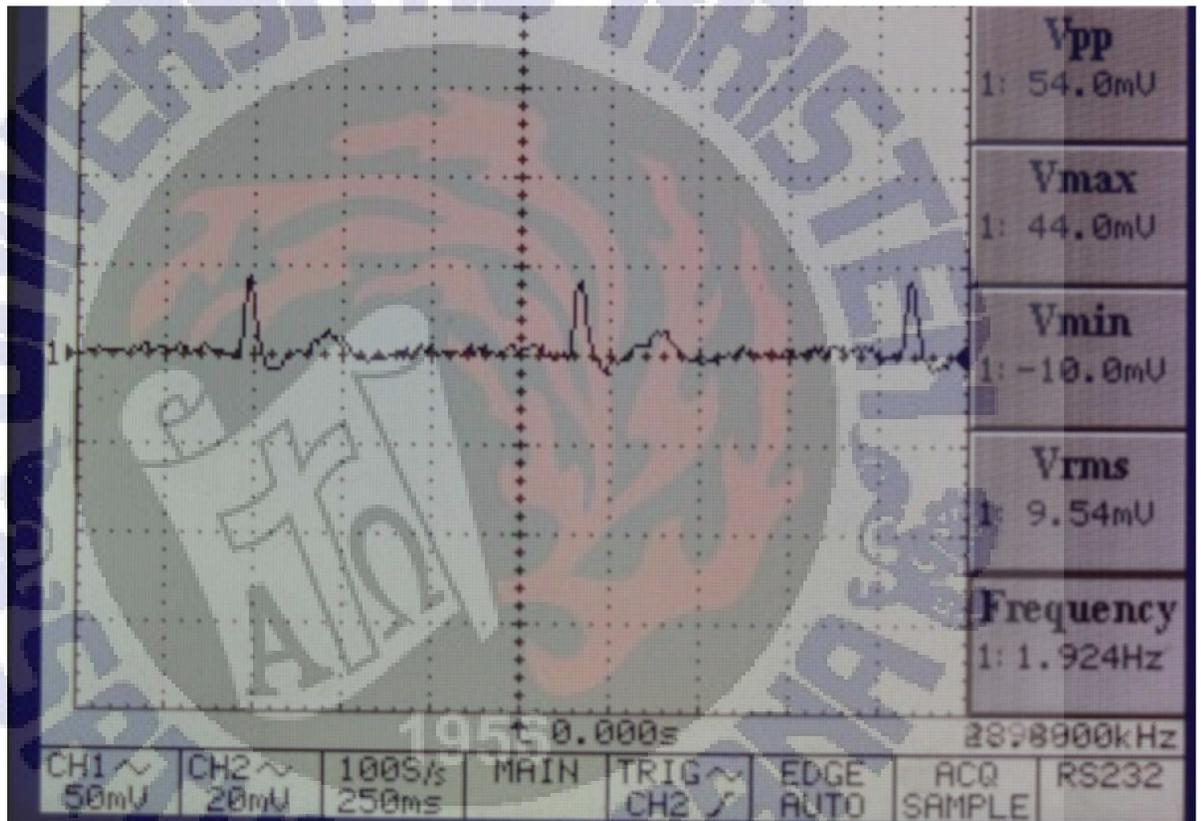
Gambar 4.14. Blok Diagram Alat Keseluruhan.



Gambar 4.15. Sinyal Keluaran Penguat Elektrokardiogram[A].

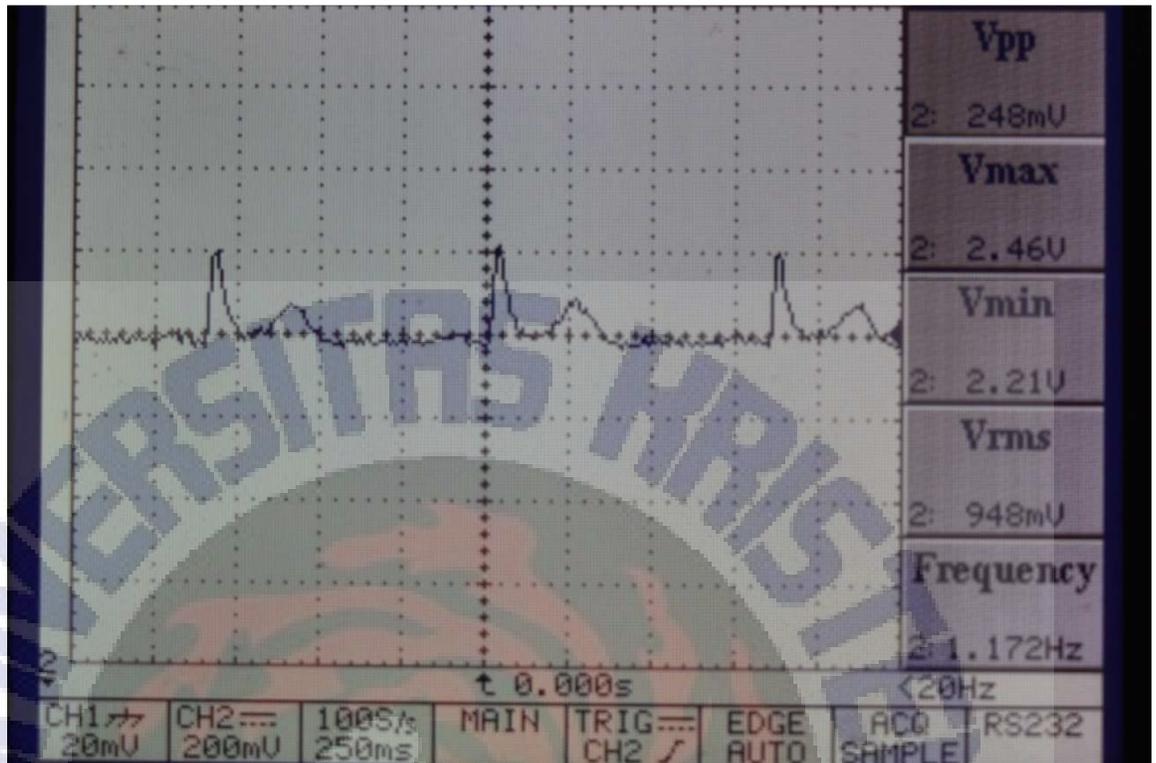
Pengujian dilakukan dengan menggunakan kabel *lead* dimana ujungnya ditempeli elektroda yang ditempelkan pada tangan kanan, tangan kiri, kaki kanan pada orang yang akan diuji.

Tampak dari Gambar 4.15 bahwa sinyal keluaran memiliki besar 214mVpp. Dari gambar tersebut juga mulai terlihat gelombang QRS walaupun masih banyak *noise* yang tidak diinginkan. Dengan penguatan pada rangkaian penguat elektrokardiogram AD620 sebesar 100 kali maka sinyal detak jantung memiliki tegangan sebesar 2,14mVpp.



Gambar 4.16. Sinyal Keluaran dari *Notch filter* dengan gyrator [A-B].

Dari gambar 4.16 diperlihatkan keluaran dari tapis *Notch*. Dari gambar diatas, mulai terlihat gelombang elektrokardiogram secara utuh yaitu adanya gelombang PQRST. Dapat dilihat bahwa *noise* yang terdapat pada keluaran penguat elektrokardiogram sudah sangat berkurang ketika melalui rangkaian tapis *Notch* ini.



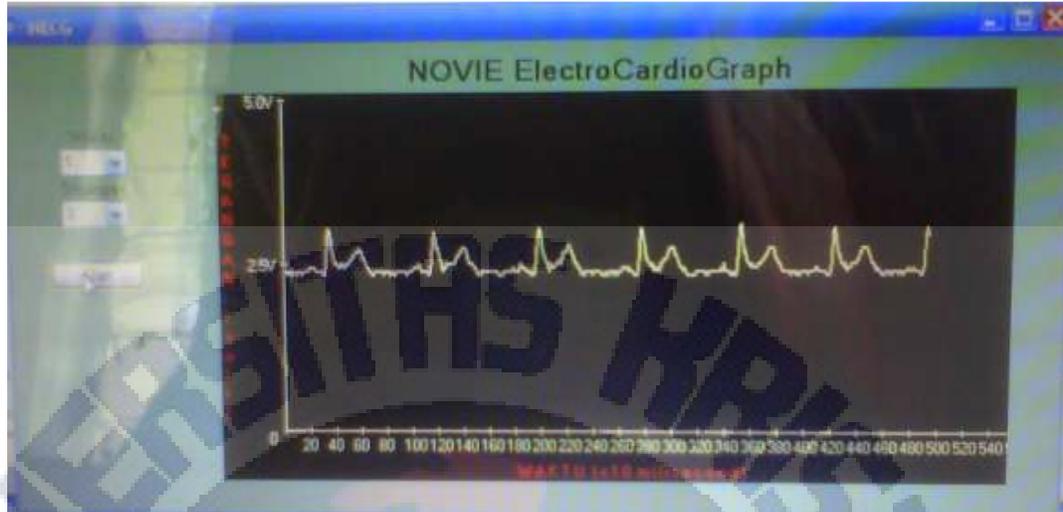
Gambar 4.17. Sinyal Keluaran dari *dc offset*[A-B-C].

Untuk keperluan *A/D Converter* maka sinyal dikuatkan dan dinaikan titik nolnya atau dioffset. Sinyal keluaran dari rangkaian *Dc offset* dapat dilihat. Sinyal keluaran dari rangkaian *Dc offset* dapat dilihat pada Gambar 4.17 dengan tegangan maksimum 2,46V dengan tegangan minimum 2,21 V .

Maka perancangan DC offset berhasil karena tegangan offset yang diinginkan yaitu 2,5 V dengan ayunan sinyal sebesar 5Vpp, namun tidak selalu berada di 5Vpp tergantung input dan masukan.

Pada percobaan, kadang gelombang juga tidak terbentuk dengan sempurna atau goyang. Hal ini disebabkan oleh gerakan tubuh pemakai sehingga agar gelombang terbentuk dengan baik maka pemakai harus dalam kondisi diam. Proses kemudian akan dilanjutkan ke ADC mikrokontroler.

4.2.Pengujian Perangkat Lunak



Gambar 4.18. Tampilan aplikasi desktop.

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa keluaran yang ditampilkan desktop sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan. Tampilan di desktop menggunakan program Visual Basic. Dari gambar diatas, terlihat gelombang elektrokardiogram secara utuh yaitu adanya gelombang PQRST

Berdasarkan pengujian tersebut maka dapat memenuhi spesifikasi alat point 3 yang tertera pada bab 1, dapat menampilkan bentuk isyarat elektrik jantung dapat ditampilkan di layar komputer dalam selang waktu lima menit. Maka dapat dikatakan pengujian yang telah dilakukan berhasil.