

## PEMANFAATAN INSTRUMENTASI PHONOCARDIOGRAPHY DALAM MENDETEKSI KONDISI JANTUNG PASIEN DI RUMAH SAKIT SECARA WIRELESS

\*Eko Agus Suprayitno<sup>1</sup>, Agus Hayatal Falah<sup>2</sup>, Mustafi Jurokhman<sup>3</sup>, Aris Noviant Putra<sup>4</sup>, Izza Anshory<sup>5</sup>,  
Indah Sulistyowati<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

\*email: [eko.agus@umsida.ac.id](mailto:eko.agus@umsida.ac.id)

### Abstrak

Penyakit jantung pernah menduduki penyebab kematian 63 % dari seluruh kematian di Dunia berdasarkan data informasi kementerian kesehatan RI pada tahun 2014. Tidak semua dokter mampu membedakan kondisi jantung normal maupun tidak normal. Diperlukan pengalaman dan pemahaman mendalam dokter untuk menentukan kondisi jantung. Pada penelitian ini dilakukan pekerjaan pendahuluan pembuatan instrumentasi phonocardiography secara wireless untuk mendeteksi kondisi jantung pasien normal maupun tidak normal yang ditampilkan di PC. Sehingga dokter bisa mengetahui lebih dini kondisi jantung pasien secara efektif, akurat. Dari hasil pengujian Instrumentasi phonocardiography, untuk rangkaian Low Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 500 Hz pemotongan terjadi di area frekuensi 400 Hz yaitu  $(0,56 \pm 0)$ , rangkaian High Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 20 Hz pemotongan terjadi di area frekuensi 20 Hz yaitu  $(0,646667 \pm 0,011547)$ , pada pengujian wireless kondisi halangan dan tidak ada halangan data terkirim dengan benar. Pada pendeteksian kondisi jantung 4 pasien memberikan informasi bahwa pada tampilan sinyal di osioloskop tergolong jantung normal, yaitu dengan menampilkan sinyal suara pertama S1 dan Suara kedua S2, sebagaimana penelitian yang sudah dilakukan Zhongwei Jiang at all pada tahun 2006. Untuk tampilan sinyal suara jantung yang muncul di PC belum terlihat jelas, perlu perbaikan program sehingga dapat menampilkan sinyal suara jantung sebagaimana pada osioloskop.

**Kata Kunci :** *Phonocardiography*, mikrokontroler, X-Bee, Jantung

### Abstract

*Heart disease is the cause of death had occupied 63% of all deaths in the World based on data from the ministry of health information RI in 2014. Not all doctors are able to distinguish normal heart conditions or abnormal. Required experience and deep understanding of the physician to determine the condition of the heart. In this study, carried out preliminary work wirelessly phonocardiography manufacture of instrumentation to detect the patient's heart condition normal and abnormal are displayed in PC. So that doctors can know sooner the patient's heart condition effectively, accurately. Phonocardiography Instrumentation of the test results, for a series of 4 Order Low Pass Filter Cutoff frequency 500 Hz cutting occurs at a frequency of 400 Hz which area  $(0.56 \pm 0)$ , series 4 High Pass Filter Order Cutoff Frequency 20 Hz cutting occurs at a frequency of 20 Hz area namely  $(0.646667 \pm 0.011547)$ , in wireless testing conditions and there is no obstacle obstruction of data sent correctly. On detection of heart conditions 4 patients provided information that the signal display in osioloskop relatively normal heart, by displaying the first sound signal S1 and the S2 Sound, as the research that has been done Zhongwei Jiang at all in 2006. To view the heart sound signals that appear on the PC is not obvious, necessary repairs so that the program can display a heart sound signal as represented in osioloskop.*

**Keyword :** *phonocardiography, microcontroller, X-Bee, Heart*

### 1. PENDAHULUAN

Suara jantung normal mempunyai rentang frekuensi antara 20 Hz hingga 400 Hz, sedangkan suara jantung abnormal mempunyai rentang frekuensi hingga 1000 Hz. Jantung yang tidak normal memperdengarkan suara tambahan yang disebut murmur [1]. Murmur disebabkan oleh pembukaan katup yang tidak sempurna atau stenosis (yang memaksa darah melewati bukaan sempit) atau regurgitasi yang disebabkan oleh penutupan katup yang tidak sempurna dan mengakibatkan aliran balik darah [2]. Detak jantung menghasilkan dua suara yang berbeda pada stetoskop yang sering dinyatakan dengan lub-dub [2].

Salah satu metode pendeteksian suara jantung berdasarkan suara lub-dub dari stetoskop dapat dilakukan dengan teknik [1]. auskultasi dengan stetoskop akustik tidak mudah dilakukan karena bisa terganggu oleh adanya bunyi sekitar, sedangkan intensitas bunyi jantung dan paru-paru sendiri relatif rendah, selain itu telinga pengguna harus peka agar hasil deteksi akurat [3]. Pada penelitian Eko AS, R. Hendradi, A. Arifin tahun 2012, yang berjudul analisa sinyal electrocardiography dan phonocardiography secara simultan menggunakan continuous wavelet transform, hasil perekaman instrumentasi phonocardiography ditampilkan

diosioloskop dan disimpan dalam bentuk BMP dan CSV. Data yang didapat kemudian dirubah dalam bentuk TXT untuk dianalisa menggunakan Continuous Wavelet Transform (CWT).

Berdasarkan permasalahan pada penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dibuat alat Instrumentasi Phonocardiography Dalam Mendeteksi Kondisi Jantung secara rela time atau langsung, alat ini dirancang dengan stetoskop mic condnsor pre amp untuk mendeteksi suara jantung, dilanjut dengan pengondisian sinyal 20 Hz – 500 Hz, output pengondisian sinyal difilter dengan notch filter 50 Hz, hasil filter masuk rangkaian clamper untuk menaikkan sinyal suara jantung selanjutnya pembacaan adc pada mikrokontroler at-mega 16 dan berkomunikasi serial dengan wireless 1 sebagai pengirim data sinyal suara jantung, data diterima dengan wireless 2 dan berkomunikasi serial dengan max 232 dan data sinyal suara jantung ditampilkan pada laptop dengan bantuan softwre delphi 7. Pendeteksian pengambilan data sinyal suara jantung secara rile time atau ditampilkan secara langsung pada laptop dengan softwre delphi 7.

## 2. Metode

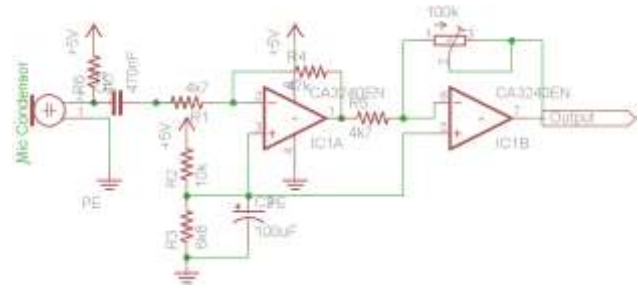
### 2.1. Perancangan Alat Instrumentasi



Gambar 2.1. Blok Diagram Instrumentasi Phonocardiography Wireless

#### ➤ Rangkaian Mic Condensor Pre Amp

Suara jantung sangat kecil sehingga diperlukan penguatan agar suara jantung yang dihasilkan semakin besar, pada penguatan ini menggunakan rangkaian mic condensor pre amp dengan menggunakan Ic ca3240 dual op amp, dengan power +5V, pada Gambar 2.2. merupakan rangkaian yang digunakan sebagai penguat suara.



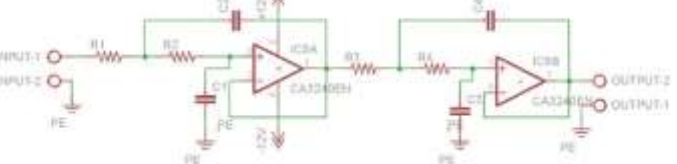
Gambar 2.2. Rangkaian Mic Condensor Pre Amp

#### ➤ Rangkaian Low Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 500 Hz.

Rangkain low pass filter orde 4 frekuensi cutoff 500 Hz digunakan untuk memfilter atau meloloskan frekuensi dibawah 500 Hz, sedangkan diatas frekuensi 500 Hz akan dipotong atau diperkecil, Rangkain Low Pass Filter orde 4 dibentuk dari 2 buah rangkaian Low Pass Filter orde 2 Sallen-Key Topology [4], sebagaimana diagram blok pada Gambar 2.3 dan rangkaianannya ditunjukkan Gambar 2.4.



Gambar 2.3. Diagram Blok Low Pass Filter orde 4



Gambar 2.4. Rangkaian Low Pass filter

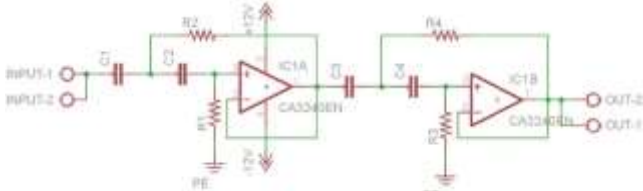
Dengan perhitungan nilai  $a_1 = 1.8478$ ;  $b_1 = 1.0000$ ;  $a_2 = 0.7654$  dan  $b_2 = 1.0000$  merupakan koefisien Butterworth untuk orde 4. Low Pass Filter orde 2 pertama dapat dihitung dengan Persamaan (1) dan (2) dengan nilai  $C_1 = 47$  nF. Low Pass Filter orde 2 kedua juga dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2) dengan mengganti  $R_1$  menjadi  $R_3$ ;  $R_2$  menjadi  $R_4$ ;  $C_1$  menjadi  $C_3$ ;  $C_2$  menjadi  $C_4$ ;  $a_1$  menjadi  $a_2$ ;  $b_1$  menjadi  $b_2$  [4].

$$R_{1,2} = \frac{a_1.C_2 \mp \sqrt{a_1^2 + C_2^2 - 4.b_1.C_1.C_2}}{4.\pi.f.c.C_1.C_2} \quad (1)$$

$$C_2 \geq C_1 \frac{4b_1}{a_1^2} \quad (2)$$

#### ➤ Rangkaian High Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 20 Hz

Rangkaian high pass filter orde 4 frekuensi cutoff 20 Hz digunakan untuk memfilter atau meloloskan frekuensi diatas 20 Hz, sedangkan dibawah frekuensi 20 Hz akan dipotong atau diperkecil, rangkaian low pass filter orde 4 dibentuk dari 2 buah rangkaian *Low Pass Filter* orde 2 *Sallen-Key Topology* [4], sebagaimana diagram blok pada Gambar 2.3 dan rangkaiannya ditunjukkan Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Rangkaian High Pass Filter

Nilai  $a_1 = 1.8478$ ;  $b_1 = 1.0000$ ;  $a_2 = 0.7654$  dan  $b_2 = 1.0000$  merupakan koefisien *Butterworth* untuk orde 4. Dengan menggunakan nilai  $C_1 = C_2 = 1 \mu\text{F}$ ,  $a_1 = 1.8478$  dan  $b_1 = 1.0000$  untuk frekuensi *cut off* ( $f_c$ ) 20 Hz nilai  $R_1$ ,  $R_2$  High Pass Filter orde 2 pertama dapat dihitung dengan Persamaan (3) dan (4) [4].

$$R1 = \frac{1}{\pi \cdot f_c \cdot C \cdot a_1} \quad (3)$$

$$R2 = \frac{a_1}{4 \cdot \pi \cdot f_c \cdot C \cdot b_1} \quad (4)$$

### ➤ Rangkaian Notch Filter 50 Hz

Rangkaian *Notch Filter* digunakan untuk menghilangkan noise jala-jala frekuensi 50 Hz yang dihasilkan listrik. Rangkaian *Notch Filter* di tunjukkan seperti Gambar 2.6. Nilai  $C1$  yang digunakan sebesar  $1 \mu\text{F}$ ,  $R_A = 1\text{k}\Omega$  dan frekuensi *cut off* ( $f_c$ ) 50 Hz. Nilai *center frequency*  $\omega_r$ , nilai *quality factor* ( $Q$ ),  $R_2$ ,  $R_1$  dan  $R_B$  dihitung dengan Persamaan (5), (6), (7), (8) dan (9) [4].

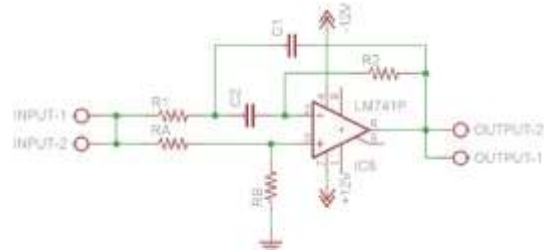
$$\omega_r = 2 \cdot \pi \cdot f_c \quad (5)$$

$$Q = \frac{\omega_r}{B}, \quad (6)$$

$$R2 = \frac{2}{BC} \quad (7)$$

$$R1 = \frac{R2}{4Q^2} \quad (8)$$

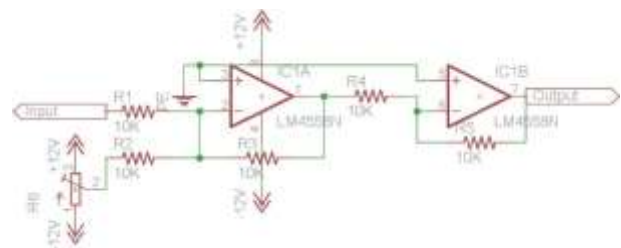
$$RB = 2 \cdot Q^2 \cdot Ra \quad (9)$$



Gambar 2.6 Rangkaian Notch Filter

### ➤ Rangkaian Clamper

Rangkaian clamper digunakan untuk menaikkan posisi sinyal suara jantung berada pada level tegangan positif agar sinyal dapat terbaca oleh ADC pada mikrokontroler at-mega 16. Pada gambar 2.7 merupakan skematik rangkaian clamper.

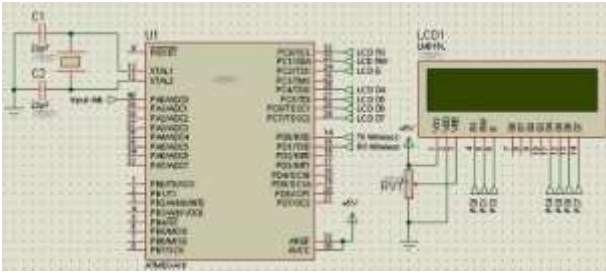


Gambar 2.7. Rangkaian Clamper

### ➤ Rangkaian Mikrokontroler At-mega 16

Pembacaan adc sinyal suara jantung ini menggunakan mikrokontroler at-mega 16, hasil pembacaan sinyal suara jantung diproses serta ditampilkan pada lcd 16x2 data dari hasil pembacaan sinyal suara jantung dikrim pada wireless 1 untuk pengiriman data secara wireless. pada Gambar 2.8 merupakan rangkaian mikrokontroler at-mega 16.

Vin = 1 Volt	Percobann Ke			Hasil Analisa	
fc Hz	1	2	3	*rat	*set dev
50	0,96	0,96	0,94	0,953333	0,011547
100	0,92	0,92	0,92	0,92	0
150	0,86	0,86	0,86	0,86	0
200	0,8	0,8	0,8	0,8	1,36E-16
250	0,74	0,74	0,76	0,746667	0,011547
300	0,68	0,68	0,68	0,68	0
350	0,62	0,62	0,62	0,62	0
400	0,56	0,56	0,56	0,56	0
450	0,5	0,52	0,5	0,506667	0,011547
500	0,46	0,46	0,46	0,46	0
750	0,28	0,28	0,28	0,28	0
1000	0,2	0,2	0,2	0,2	3,4E-17



Gambar 2.8. Rangkaian Mikrokontroler At-mega 16

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### ➤ Hasil Stetoskop Mic Condenser Pre Amp

Gambar 3.1 merupakan stetoskop yang dirancang dengan mic condenser pre amp yang digunakan untuk mendeteksi kondisi suara jantung, pada gambar 3.2 merupakan hasil pengujian pendeteksian suara jantung yang ditampilkan pada osiloskop.



Gambar 3.1 Stetoskop Pre-amp Mic Condenser



Gambar 3.2 Pendeteksian Suara Jantung

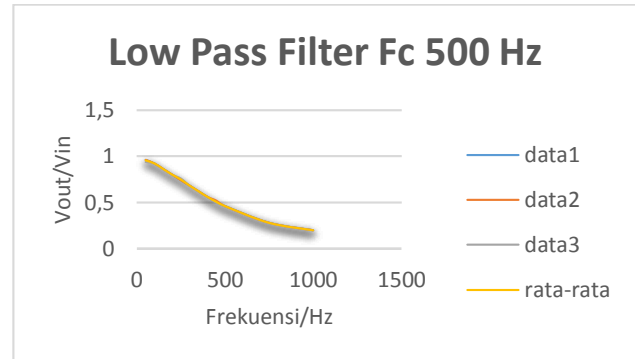
#### ➤ Hasil Uji Rangkaian Low Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 500 Hz.

Pada Tabel 3.1 merupakan hasil pengujian rangkaian, dengan input dari function generator 1 Volt dengan frekuensi 50 Hz – 1000 Hz yang dilakukan selama tiga kali.

Tabel 3.1 Pengujian Rangkaian Low Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 500 Hz.

Dari tabel hasil pengujian yang dilakukan dengan tiga kali percobaan memberikan informasi bahwa nilai \*set dev yang dihasilkan sangat kecil, dapat

disimpulkan bahwa rangkaian yang sudah dibuat berfungsi dengan baik, dengan pertimbangan nilai percobaan ke satu sampai ke tiga sedikit terjadi perbedaan bahkan lebih banyak kesamaan dari percobaan tersebut. Dari tabel didapatkan hasil grafik pengujian sebagaimana pada Gambar 3.3 terlihat bahwa bila > 500 Hz maka semakin kecil atau diperkecil.



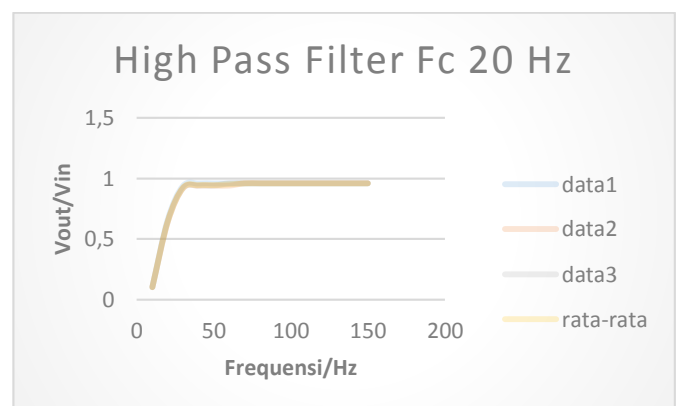
Gambar 3.3. Grafik Pengujian Rangkaian Low Pass Filter Frekuensi Cutoff 500 Hz

#### ➤ Hasil Uji Rangkaian High Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 20 Hz

Pada Tabel 3.2 merupakan hasil pengujian rangkaian, dengan input dari function generator 1 Volt dengan frekuensi 10 Hz – 150 Hz yang dilakukan selama tiga kali.

Tabel 3.2 Pengujian Rangkaian High Pass Filter Orde 4 Frekuensi Cutoff 20 Hz

Dari tabel hasil pengujian sama seperti sebelumnya yaitu \*set dev sangat kecil dan rangkaian berfungsi dengan baik, Dari tabel didapatkan hasil grafik pengujian sebagaimana pada Gambar 3.4 terlihat bahwa bila > 20 Hz maka tidak ada pemotongan, sedangkan < 20 Hz semakin kecil atau diperkecil.



**Gambar 3.4** Grafik Pengujian Rangkaian High Pass Filter Frekuensi Cutoff 20 Hz

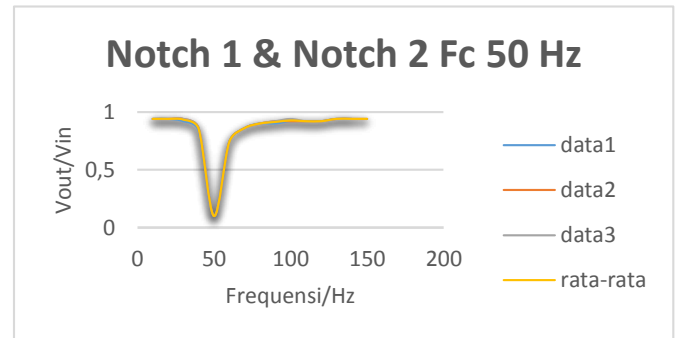
Vin = 1 Volt	Percobann Ke			Hasil Analisa	
fc Hz	1	2	3	*rat	*set dev
10	0,94	0,94	0,94	0,94	0
20	0,94	0,94	0,94	0,94	0
30	0,92	0,94	0,94	0,933333	0,011547
40	0,84	0,86	0,86	0,853333	0,011547
50	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7E-17
60	0,74	0,74	0,74	0,74	1,36E-16
70	0,86	0,86	0,86	0,86	0
80	0,9	0,9	0,9	0,9	0
90	0,9	0,92	0,92	0,913333	0,011547
100	0,92	0,92	0,94	0,926667	0,011547
110	0,92	0,92	0,92	0,92	0
120	0,92	0,92	0,92	0,92	0
130	0,94	0,94	0,94	0,94	0
140	0,94	0,94	0,94	0,94	0
150	0,94	0,94	0,94	0,94	0

➤ **Pengujian Seri Rangkaian Notch Filter 1 50 Hz dan Rangkaian Notch Filter 2 50 Hz**

Vin = 1 Volt	Percobann Ke			Hasil Analisa	
fc Hz	1	2	3	*rat	*set dev
10	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7E-17
20	0,66	0,64	0,64	0,646667	0,011547
30	0,94	0,92	0,92	0,926667	0,011547
40	0,96	0,94	0,94	0,946667	0,011547
50	0,96	0,94	0,94	0,946667	0,011547
60	0,96	0,94	0,96	0,953333	0,011547
70	0,96	0,96	0,96	0,96	0
80	0,96	0,96	0,96	0,96	0
90	0,96	0,96	0,96	0,96	0
100	0,96	0,96	0,96	0,96	0
110	0,96	0,96	0,96	0,96	0
120	0,96	0,96	0,96	0,96	0
130	0,96	0,96	0,96	0,96	0
140	0,96	0,96	0,96	0,96	0
150	0,96	0,96	0,96	0,96	0

Pada pengujian rangkaian notch filter ini menggunakan 2 rangkaian dengan tujuan semakin kecil noise yang ditimbulkan pada frekuensi jala-jala listrik 50 Hz. Tabel 3.3 merupakan hasil uji rangkaian notch filter yang diseri, dengan input function generator 1 volt dan frekuensi dari 10 Hz - 150 Hz dengan pengujian sebanyak tiga kali, dihasilkan tegangan output (Vout) terkecil terjadi di frekuensi 50 Hz, pada Gambar 3.5 merupakan

grafik pengujian rangkaian, terlihat bahwa pada frekuensi 50 Hz pk-pk atau tegangan semakin kecil.



Hz dan Rangkaian Notch Filter 2 50 Hz

Tabel 3.3 Pengujian Seri Rangkaian Notch Filter 1 50 Hz dan Rangkaian Notch Filter 2 50 Hz

➤ **Konfigurasi Parameter Wireless Xbee Pro Pada X-ctu**

Agar modul wireless dapat berkomunikasi dengan baik maka ada beberapa parameter yang perlu diseting pada software x-ctu pada tiap wireless, salah satunya pand id harus sama, atdl dan atmy pada masing-masing modul wireless, kedua modul diberikan boud rate 9600 bps. Pada Gambar 3.6 merupakan setingan konfigurasi pada wireless 1 sedangkan pada Gambar 3.7 merupakan setingan konfigurasi wireless 2

```
+++OK
atdl
1
atmy
2
atch
C
atid
1234
atcn
OK
atwr
```

**Gambar 3.6** Seting Wireless 1

```
+++OK
atdl
2
atmy
1
atch
C
atid
1234
atcn
OK
atwr
```

**Gambar 3.7** Seting Wireless 2

➤ **Pendeteksian Kondisi Jantung Pasien**

Pada Pendeteksian Kondisi Jantung Pasien diambil dengan empat pasien, hasil pendeteksisian tersebut sebagaimana pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Pendeteksian Kondisi Jantung Pasien

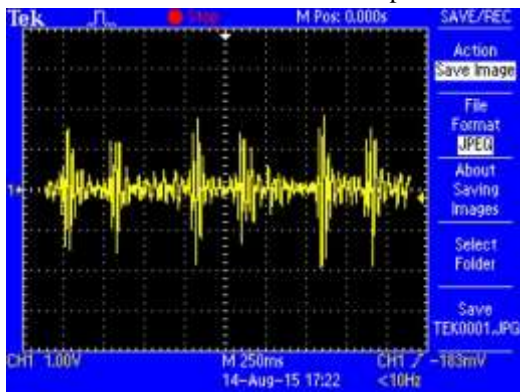
No	Umur	Berat	Tinggi	Kondisi Jantung
1	19 thn	51 kg	169 m	Normal
2	20 thn	54 kg	172 m	Normal
3	23 thn	50 kg	166 m	Normal
4	45 thn	63 kg	164 m	Normal



Dari pendeteksian yang dilakukan pada ke empat pasien, semua pasien memiliki jantung normal yaitu dengan menampilkan sinyal suara pertama S1 dan suara kedua S2, sebagaimana hasil tampilan pada osioloskop pada pasien 2 pada Gambar 3.8 sedangkan pada Gambar 3.9 merupakan hasil penyimpanan pada osioloskop.

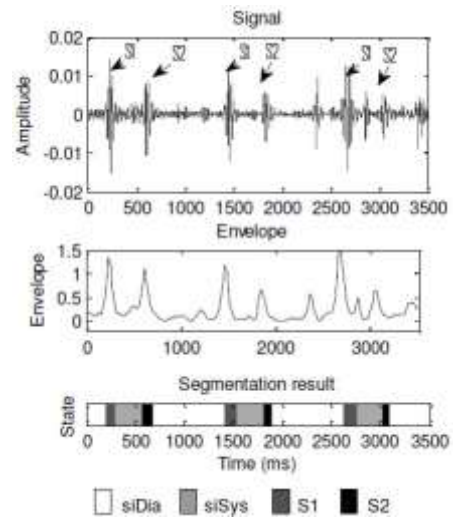


**Gambar 3.8** Tampilan kondisi Sinyal Suara Jantung Pasien 2 Pada Osioloskop



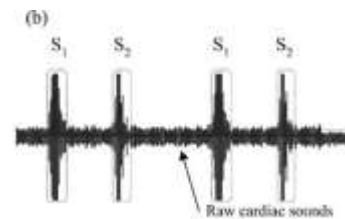
**Gambar 3.9** Hasil Penyimpanan Kondisi Jantung Pasien Pada Osioloskop

Dari hasil pendeteksian yang sudah dilakukan pada pasien 2 sebagaimana pada ( Gambar 3.8 dan Gambar 3.9) pasien dikategorikan jantung normal, yaitu dengan menampilkan suara pertama S1 dan suara kedua S2 sebagaimana penelitian yang sudah dilakukan SE Schmidt at all pada tahun 2008 sebagaimana pada Gambar 3.10



**Gambar 3.10** Segmentation Of Heart Sounds

Pada penelitian zhongwei jiang at all, pada tahun 2006 sebagaimana jantung normal dengan menampilkan sinyal suara pertama S1 dan suara kedua S2 sebagaimana pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Usual Normal Heart Sound

Sedangkan pada tampilan pada software delphi 7 masih diperlukan perbaikan program sehingga pendeteksian sinyal suara jantung pada pasien dapat menampilkan sinyal suara pertama S1 dan suara kedua S2 sebagaimana pada pada tampilan pada osioloskop, pada Gambar 3.12 merupakan tampilan pendeteksian yang ditampilkan pada laptop dengan bantuan software delphi 7



**Gambar 3.12** Tampilan Sinyal Suara Jantung Pada Dengan Software Delphi 7.

#### 4. Kesimpulan

- Dapat dibuat Instrumentasi Dalam Mendeteksi Kondisi Jantung Pasien
- Mempermudah dokter dalam menentukan kondisi jantung pasien dengan akurat
- Alat Instruentasi dapat menampilkan sinyal suara jantung pertam s1 dan suara kedua s2.

#### Daftar Pustaka

- Eko A.S, R. Hendradi, A. Arifin, Analisa Sinyal Electrocardiography dan Phonocardiography Secara Simultan Menggunakan Continuous Wavelet Transform, tahun 2012.
- I. Puspasari, A. Arifin, R. Hendradi, Ekstraksi Ciri Komponen Aortik Dan Pulmanori Suara Jantung Diastolik Dengan Menggunakan Analisa Non Stasioner, tahun 2012.
- F.Dalu Setiaji, D. Santoso, D. Susilo, Rekayasa Stetoskop Elektronik Dengan Kemampuan Analisis Bunyi Jantung, Tahun 2011
- Eko A.S, Sistem Instrumentasi Sinyal Phonocardiography Untuk Analisa Dinamika Jantung, Tahun 2012.
- Zhongwei J, Samjin C, A cardiac sound characteristic waveform method for in-home heart disorder monitoring with electric stethoscope. Tahun 2006.
- SE Schmidt, E Toft, C Holst-Hansen, C Graffl, JJ Struijk, Segmentation of Heart Sound Recordings froman Electronic Stethoscope by aDuration Dependent Hidden-Markov Model tahun 2008.
- Ardi Winoto, Mikrokontroler Avr, Atmega8/16/32/8535 dan Programnya Dengan Bahasa C pada WinAvr, Informatika Bandung, tahun 2010,
- H.kristono, elektronika praktis, PT Pradnya Paramita, Jakarta. Tahun 2006.
- M. Rochmad, R,Adil, dengan judul Pemanfaatan Modul X-Bee Pro Untuk Electrocardiograf (ECG) Terhububg Kepersonal (PC)
- M.R Rosyid, D. Saepudin, A. Rizal, dengan judul Sistem Diagnostik Murmur Menggunakan Continuous Wavelet Transform (CWT) Dan Adaptive Resonance Theory 2 (ART-2) tahun 2012.
- T. A.S.Wibawa, Arifin, ST,MT, A.Soleh SST, dengan judul Rancang Bangun Robot Soccer Wireless Berbasis Mikrokotroler,
- Y. Cahyo, E. Susilio, Y. Novitaningtyas, dengan judul Rekayasa Biomedik Terpadu Untuk Mendeteksi Kelainan Jantung, tahun 2008,