

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Sistem

Dalam mengetahui simulasi ini dapat berjalan atau tidak maka diperlukan tahap pengujian. Alat dan bahan yang digunakan sebelum pengujian :

1. *Software Visual Basic 6.0.*
2. *Personal Computer (PC) / Laptop.*

4.2 Pengujian Pengambilan File

A. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah program sudah dapat membuka file yang berekstensi txt serta isi file akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

B. Prosedur Pengujian

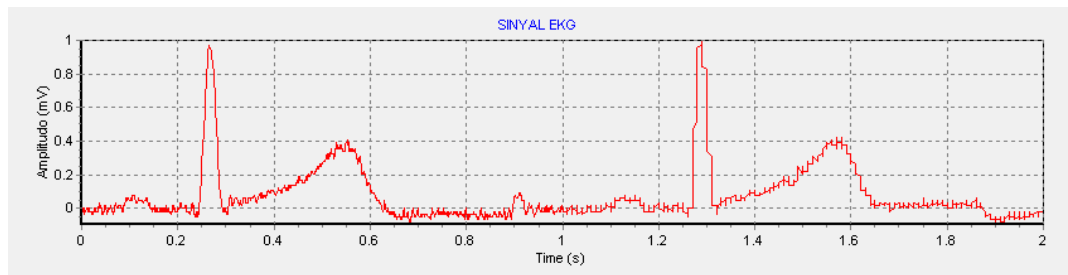
1. *Run program (user/manual).*
2. Arahkan kursor pada tombol *open file (user/manual).*
3. Kemudian tekan tombol *open file (user/manual).*
4. Setelah *push button open file* dilakukan cari folder yang menyimpan *file database* sinyal EKG.
5. Pilih file dan tekan *open.*

C. Hasil Pengujian

Sesuai dengan langkah pengujian dan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Data dari file txt dibuka dalam *Visual Basic* dan divisualisasi dalam bentuk

grafik, agar dapat melihat data sinyal EKG secara mudah. Berikut ini hasil dari pengujian hasil pengambilan file :

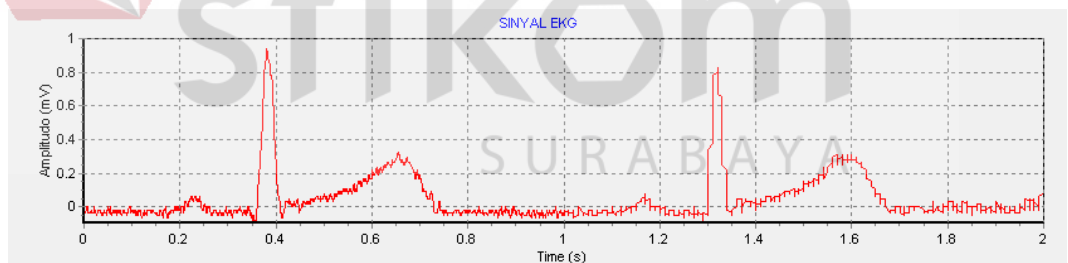
1. Pengujian Data 1



Gambar 4.1 Tampilan Hasil Open File Data 1

Gambar 4.1 adalah hasil visualisasi program dari data 1 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

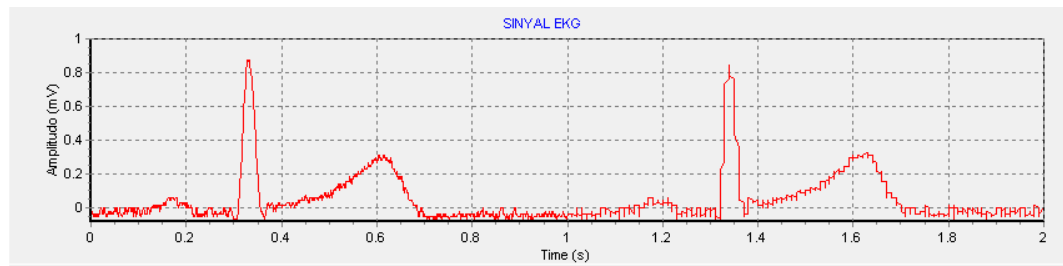
2. Pengujian Data 2



Gambar 4.2 Tampilan Hasil Open File Data 2

Gambar 4.2 adalah hasil visualisasi program dari data 2 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

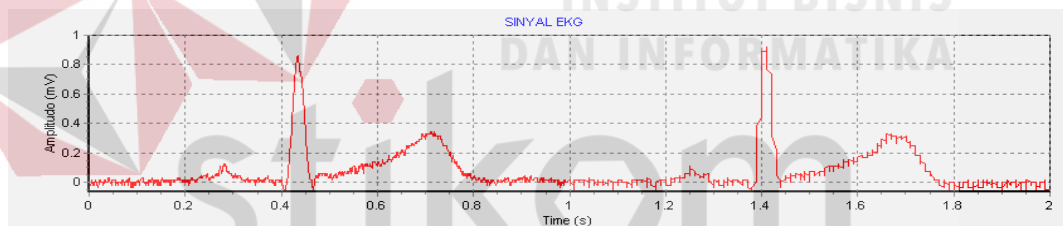
3. Pengujian Data 3



Gambar 4.3 Tampilan Hasil Open File Data 3

Gambar 4.3 adalah hasil visualisasi program dari data 3 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

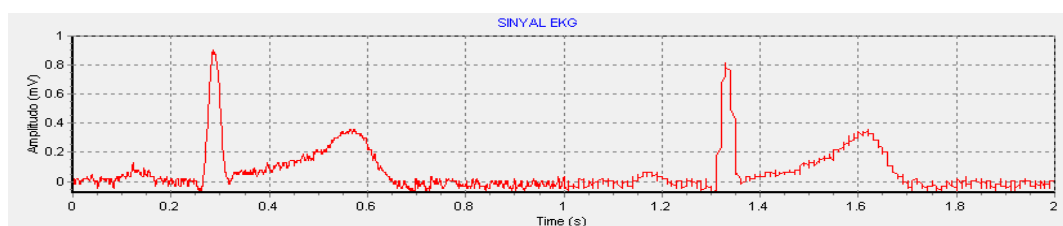
4. Pengujian Data 4



Gambar 4.4 Tampilan Hasil Open File Data 4

Gambar 4.4 adalah hasil visualisasi program dari data 4 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

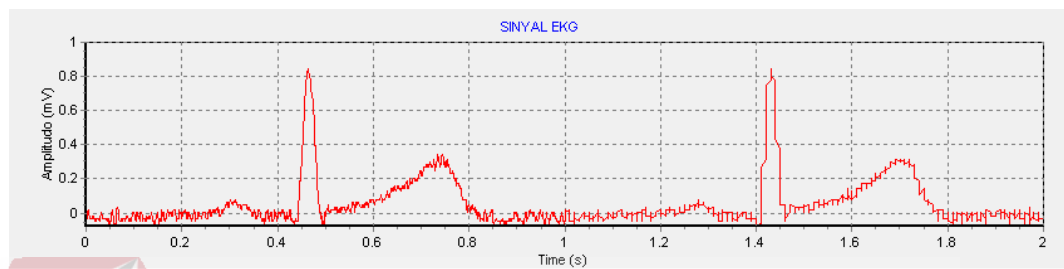
5. Pengujian Data 5



Gambar 4.5 Tampilan Hasil Open File Data 5

Gambar 4.5 adalah hasil visualisasi program dari data 5 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

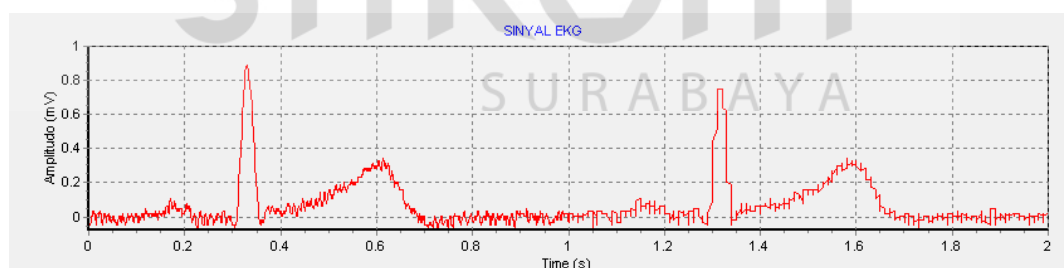
6. Pengujian Data 6



Gambar 4.6 Tampilan Hasil Open File Data 6

Gambar 4.6 adalah hasil visualisasi program dari data 6 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

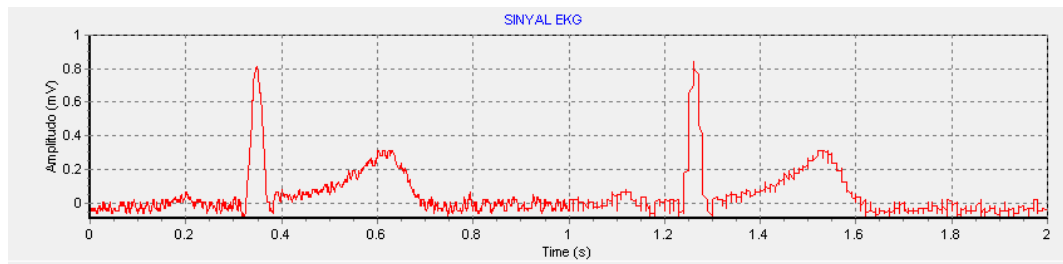
7. Pengujian Data 7



Gambar 4.7 Tampilan Hasil Open File Data 7

Gambar 4.7 adalah hasil visualisasi program dari data 7 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

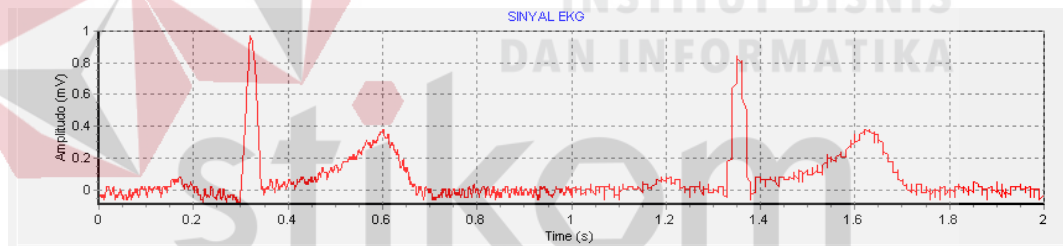
8. Pengujian Data 8



Gambar 4.8 Tampilan Hasil Open File Data 8

Gambar 4.8 adalah hasil visualisasi program dari data 8 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

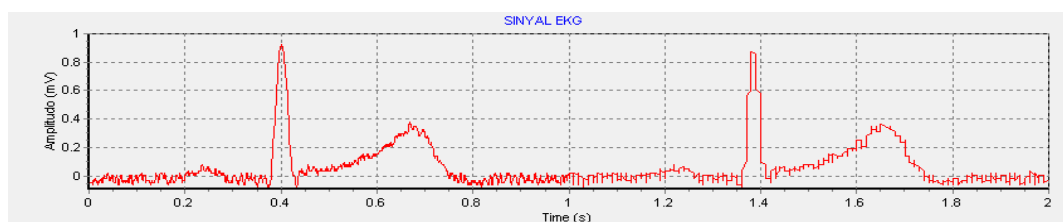
9. Pengujian Data 9



Gambar 4.9 Tampilan Hasil Open File Data 9

Gambar 4.9 adalah hasil visualisasi program dari data 9 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

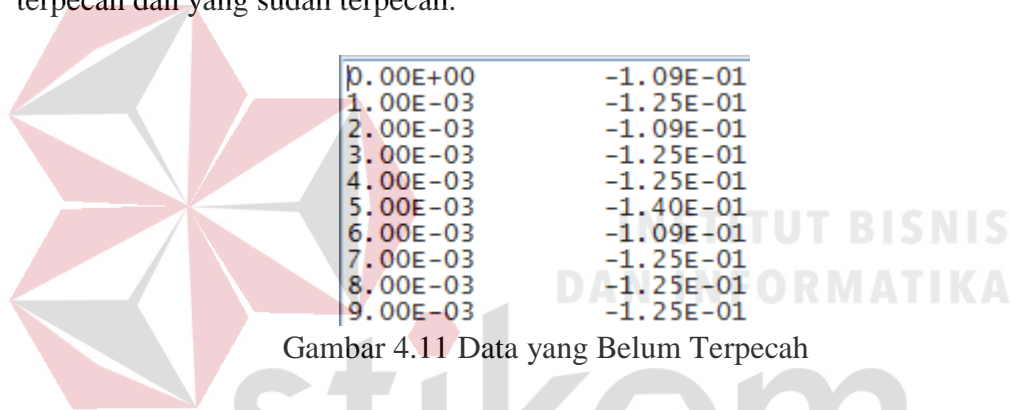
10. Pengujian Data 10



Gambar 4.10 Tampilan Hasil Open File Data 10

Gambar 4.10 adalah hasil visualisasi program dari data 10 yang berekstensi txt yang telah ditampilkan menjadi grafik. Pada grafik tersebut data berjumlah 2000 dengan waktu 2 detik.

Logika untuk mencapai hasil dari *file* yang telah dibuka dalam database dengan cara memisahkan data menjadi 2 bagian yang berada pada file txt. Bagian yang pertama (kolom pertama) adalah *time* (sec.) dan yang kedua (kolom kedua) amplitudo (mV). Gambar 4.11 dan Tabel 4.1 merupakan data yang belum terpecah dan yang sudah terpecah.



0.00E+00	-1.09E-01
1.00E-03	-1.25E-01
2.00E-03	-1.09E-01
3.00E-03	-1.25E-01
4.00E-03	-1.25E-01
5.00E-03	-1.40E-01
6.00E-03	-1.09E-01
7.00E-03	-1.25E-01
8.00E-03	-1.25E-01
9.00E-03	-1.25E-01

Gambar 4.11 Data yang Belum Terpecah

Logika penjabaran dari pemecahan data EKG yang ada pada file txt. Agar dapat mengakses lokasi file EKG menggunakan perintah `CD1.ShowOpen`. Perintah `CD1.ShowOpen` berfungsi untuk mengimport data sinyal EKG. Data EKG yang berada pada notepad akan dipisah menjadi 2 bagian. `Time(a) = Left (Nama, 8)` berfungsi untuk mengambil 8 nilai dari kiri yang berada pada file, `Time(a)` merupakan nama variable array yang digunakan untuk menyimpan data *time* dari sinyal EKG. `Amplitudo(a) = Right (Nama, 9)` berfungsi untuk mengambil 9 nilai dari kanan yang berada pada file, `Amplitudo(a)` merupakan nama variable array yang digunakan untuk menyimpan data amplitudo dari sinyal

EKG. Setelah data terpecah, maka data tersebut akan ditampilkan menggunakan grafik. hasil pemecahan data ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data yang Telah Dipecah

Time (s)	Amplitudo (mV)
0	-0.109
0.001	-0.125
0.002	-0.109
0.003	-0.125
0.004	-0.125
0.005	-0.14
0.006	-0.109
0.007	-0.125
0.008	-0.125
0.009	-0.125

Call TChart1.Series(0).AddXY(CDbl(Time(a)), CDbl(Amplitudo(a)), "", clTeeColor) berfungsi untuk memanggil tchart1 yang berada pada form dan menampilkan data yang berupa angka menjadi sebuah koordinat. Koordinat tersebut didapatkan dari data yang telah dipecah menjadi 2 bagian, data tersebut akan digunakan untuk membentuk koordinat titik x (*time*) dan y (*amplitudo*). Titik tersebut akan membentuk grafik.

4.3 Dekomposisi Sinyal EKG

Setelah mengimport sinyal, akan dilakukan dekomposisi menggunakan *Visual Basic 6.0*. Dekomposisi dilakukan dengan menggunakan *Mother Wavelet Daubechies 2*. Dengan frekuensi cuplik 1KHz akan dilakukan dekomposisi hingga

5 level. Setelah didekomposisi akan mendapatkan dua koefisien hasil dekomposisi yaitu koefisien aproksimasi dan koefisien detail yang ditampung di dalam variabel array.

4.3.1 Pengujian Energi Maksimum

A. Tujuan

Pada pengujian energi maksimum adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui energi maksimum yang telah dinormalisasi pada sinyal EKG.

B. Prosedur Pengujian

1. *Run program (user/manual).*
2. Arahkan kursor pada tombol *Wavelet (user/manual).*
3. Kemudian tekan tombol *Wavelet (user/manual).*
4. Setelah *push button energi* ditekan maka program akan menghitung energi.

C. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian menentukan energi maksimum pada sinyal EKG, didapatkan dari data yang berbeda maka energi maksimumnya juga berbeda. Untuk mendapatkan nilai energi maksimum, data dari sinyal EKG diolah menggunakan DWT :

- Energi dekomposisi rerata level 5

$$E_{Di} = \frac{\sum (Di(k))^2}{\text{jumlah cuplik } Di}, k = 1, 2, \dots \dots \text{Panjang } Di \quad (4.1)$$

$$i = 1, 2, \dots \dots n = 5$$

Energi dekomposisi rerata sinyal aproksimasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

- Energi dekomposisi rerata level 5

$$E_{A5} = \frac{\sum (A_5(k))^2}{\text{jumlah cuplik } A_5}, k = 1, 2, \dots \text{Panjang } A_5 \quad (4.2)$$

Setelah energi didekomposisi rerata dihitung maka akan dilakukan normalisasi energi agar nilai energi berada diantara nilai 0 dan 1. Energi normalisasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- Normalisasi Energi dekomposisi level 5

$$EN_j = \frac{E_{Di}}{\max(E_{D1}, E_{A5})}, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.3)$$

EN_j = Energi rerata normalisasi pada dekomposisi ke- j ($j = 1, 2, \dots, n = 5$)

E_{Di} = Energi rerata sinyal detail ke- i ($i = 1, 2, \dots, n = 5$)

E_{A5} = Energi rerata sinyal aproksimasi A_5

Setelah didekomposisi kemudian dihitung nilai normalisasi energi dekomposisi yang kemudian ditentukan nilai energi terbesar pada setiap data. Hasil energi maksimum dekomposisi yang telah dinormalisasi pada frekuensi 1KHz dari 10 subyek normal dengan menggunakan *Mother Wavelet Daubechies 2* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Energi Maksimum

Data	Energi Maksimum
Data 1	0.22
Data 2	0.17
Data 3	0.14
Data 4	0.08
Data 5	0.08
Data 6	0.05
Data 7	0.22
Data 8	0.11
Data 9	0.21

Data 10	0.15
Jumlah	1.43
Rata-Rata	0.14

Pada Tabel 4.2 didapatkan nilai rata-rata energi maksimum 0.14. Nilai energi maksimum didapatkan dari hasil perhitungan sinyal EKG dengan menggunakan DWT.

4.3.2 Pengujian *Shannon Energy Envelope*

A. Tujuan

Pada pengujian *Shannon Energy Envelope* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui *Shannon Energy Envelope* pada sinyal EKG.

B. Prosedur Pengujian

1. *Run program (user/manual).*
2. Arahkan kursor pada tombol *Shannon (user/manual).*
3. Kemudian tekan tombol *Shannon (user/manual).*
4. Tekan pada tombol *Shannon Results (user/manual).*
5. Pilih salah satu pada *Shannon Results* untuk menampilkan hasil *Shannon Energy Envelope (user/manual).*

C. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian perhitungan *Shannon Energy Envelope* pada hasil dekomposisi sinyal EKG. Pada penelitian ini sinyal D3, D4, A4, dan D5 dipilih karena hasil dekomposisi pada level tersebut berada pada rentang nilai frekuensi

jantung normal 50Hz - 250Hz (Nazeran, 2007). Untuk mendapatkan *Shannon Energy Envelope* dapat menggunakan fungsi berikut :

- *Shannon Energy* pada sinyal detail level-3 :

$$ES_i = \frac{1}{C} \sum_{i=0}^C (D_3[i])^2 \cdot \log(D_3[i])^2, i = 1, 2, \dots, n \quad (4.4)$$

ES_i = Energi *Shannon* ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

$D_3[i]$ = Koefisien sinyal detail level-3 pada data ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

C = Banyaknya data dalam waktu 0.002 detik

n = Jumlah data

- *Shannon Energy Envelope* (SEE) pada sinyal D_3 :

$$SE_i = \frac{ES_i - M(ES)}{SD(ES)}, i = 1, 2, \dots, n \quad (4.5)$$

ES_i = Energi *Shannon* ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

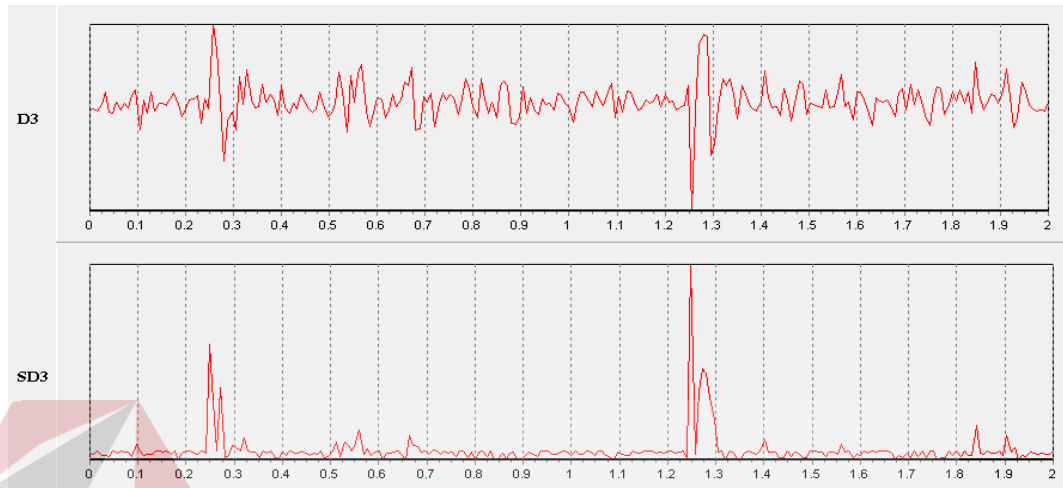
M = Nilai rata-rata dari (ES)

SD = Nilai standar deviasi dari (ES)

Sesuai dengan langkah pengujian dan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Berikut ini hasil pengujian *Shannon Energy Envelope* pada sinyal EKG yang telah didekomposisi :

1. Pengujian Data 1

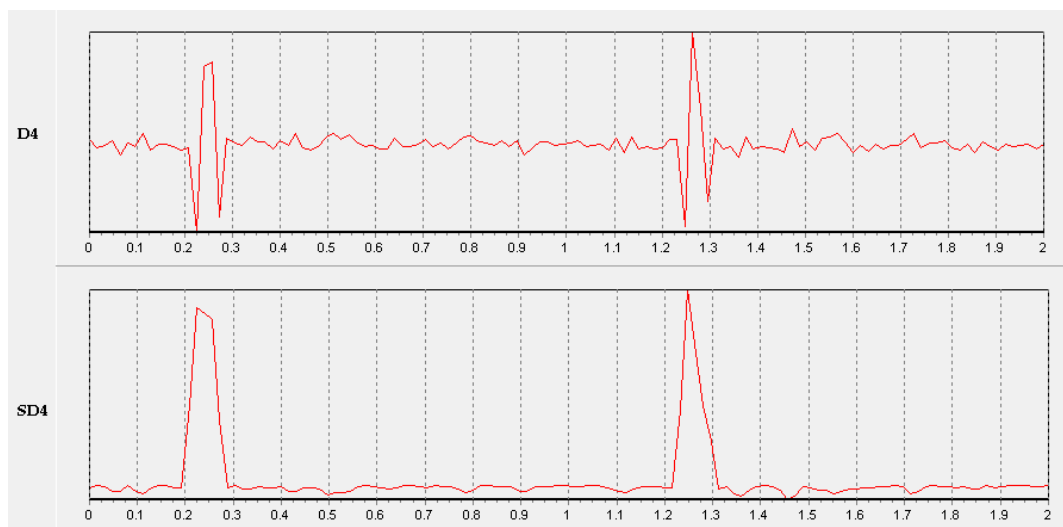
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.12 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 1

Gambar 4.12 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 1 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

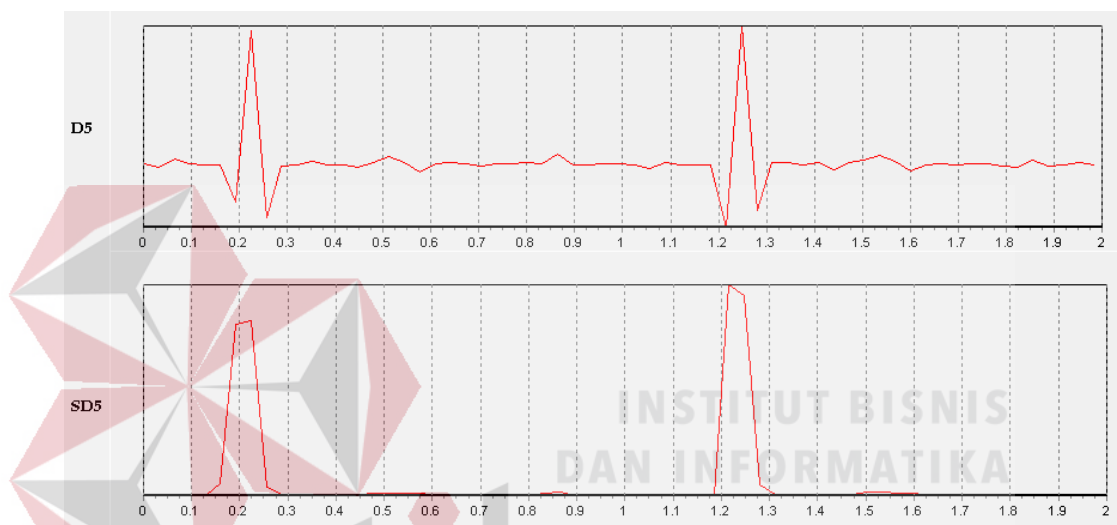
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.13 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 1

Gambar 4.13 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 1 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

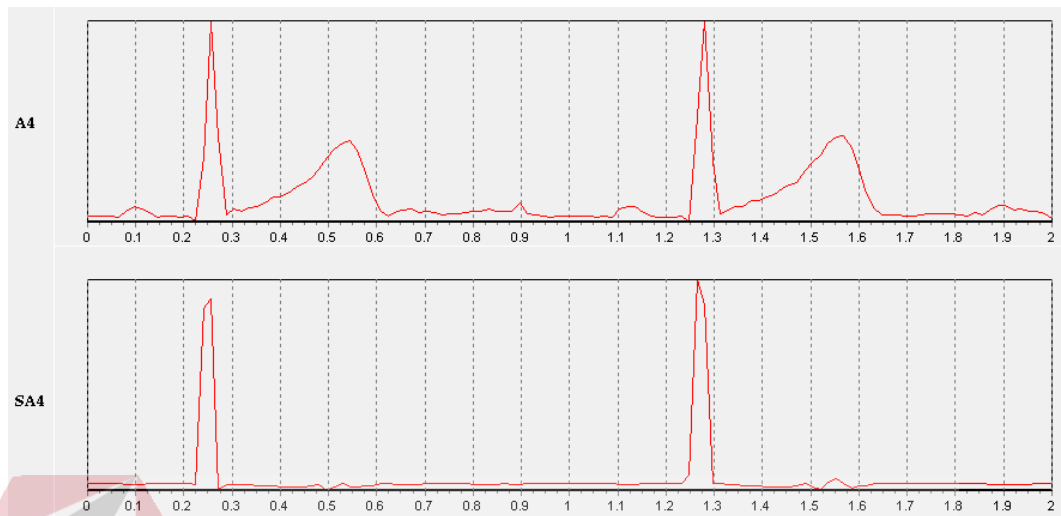
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.14 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 1

Gambar 4.14 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 1 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

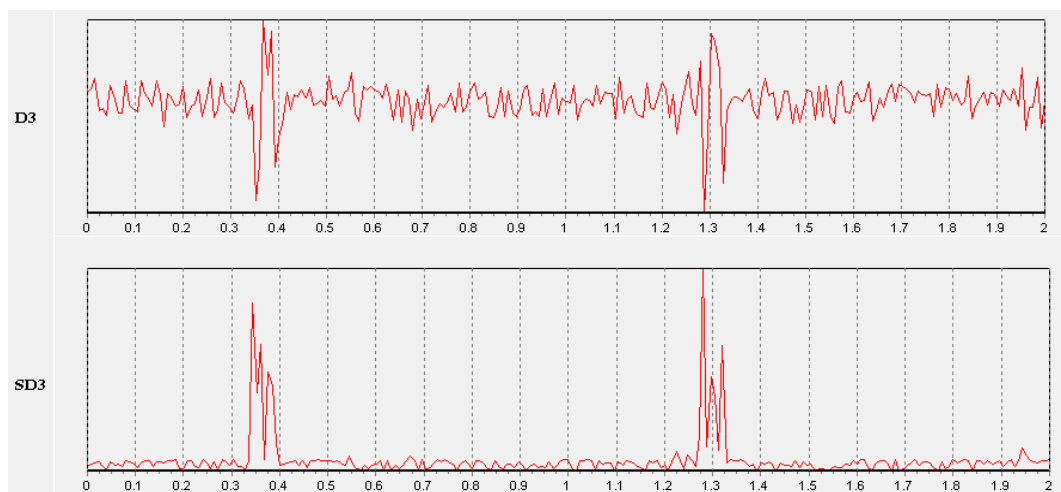


Gambar 4.15 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 1

Gambar 4.15 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 1 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

2. Pengujian Data 2

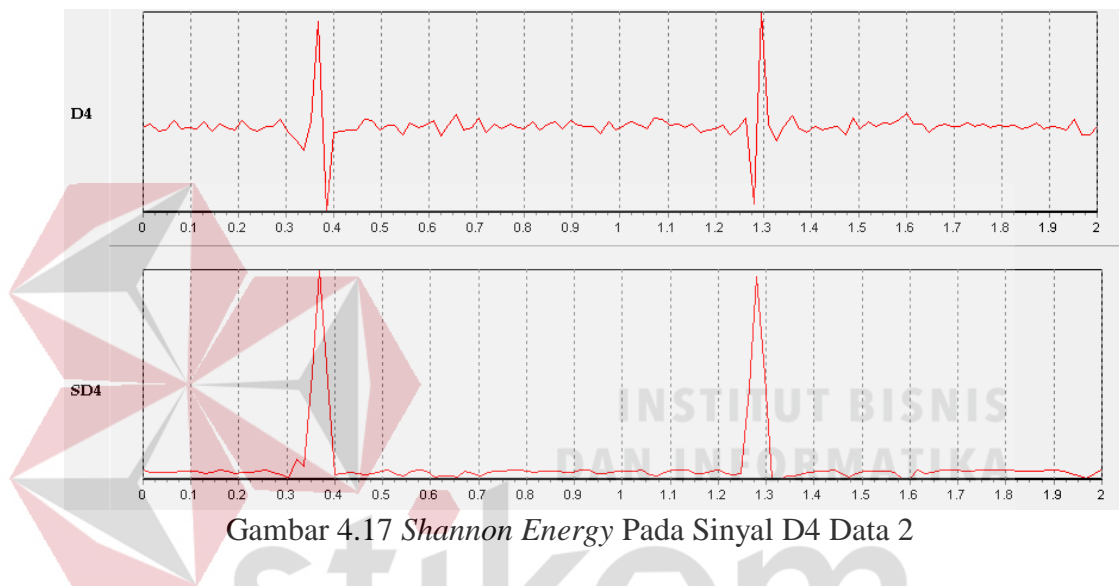
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.16 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 2

Gambar 4.16 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 2 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

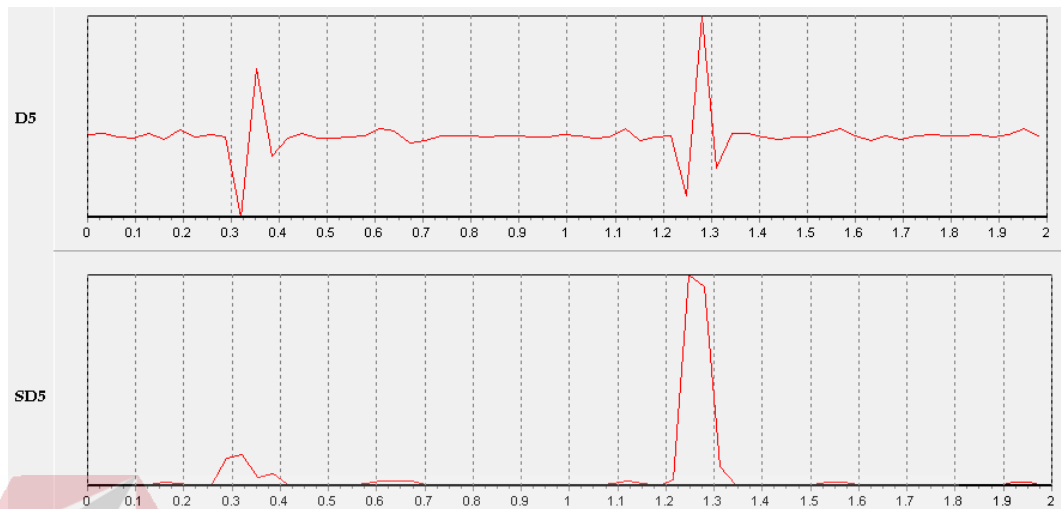
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.17 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 2

Gambar 4.17 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 2 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

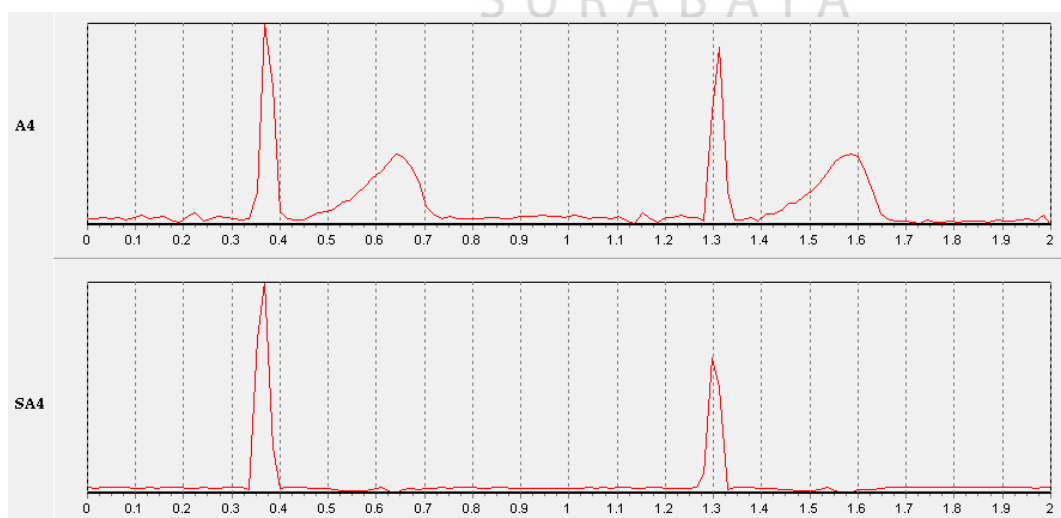
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.18 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 2

Gambar 4.18 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 2 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

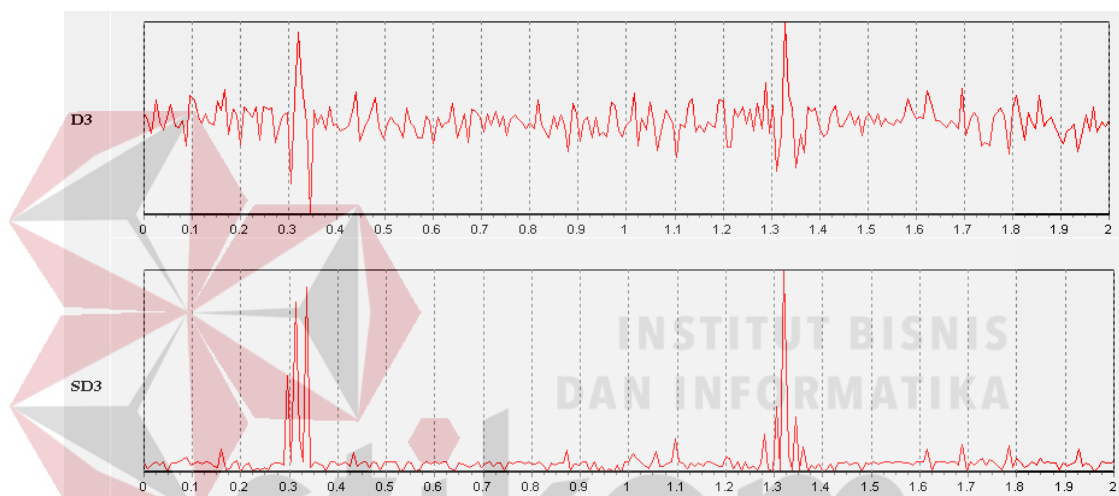


Gambar 4.19 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 2

Gambar 4.19 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 2 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

3. Pengujian Data 3

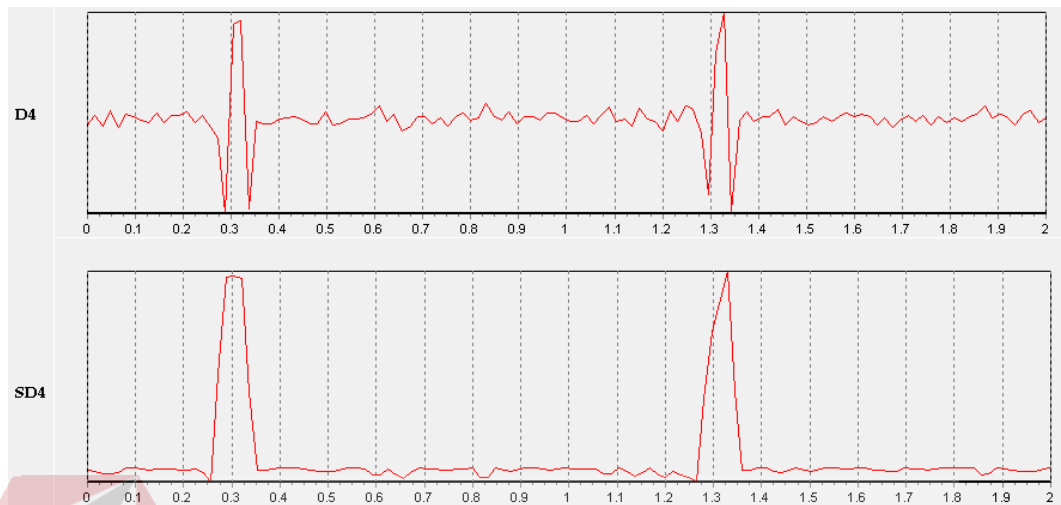
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.20 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 3

Gambar 4.20 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 3 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

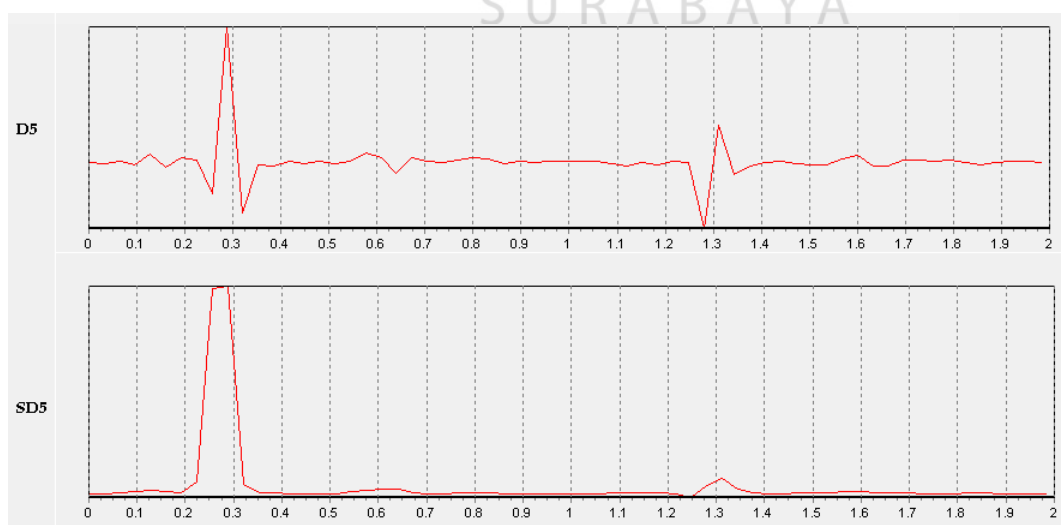
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.21 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 3

Gambar 4.21 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 3 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

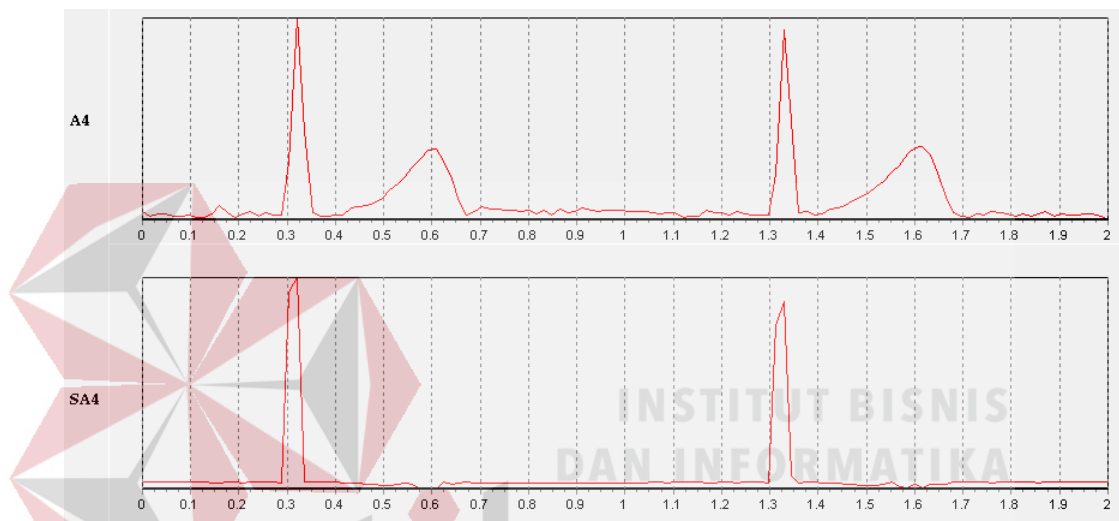
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.22 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 3

Gambar 4.22 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 3 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

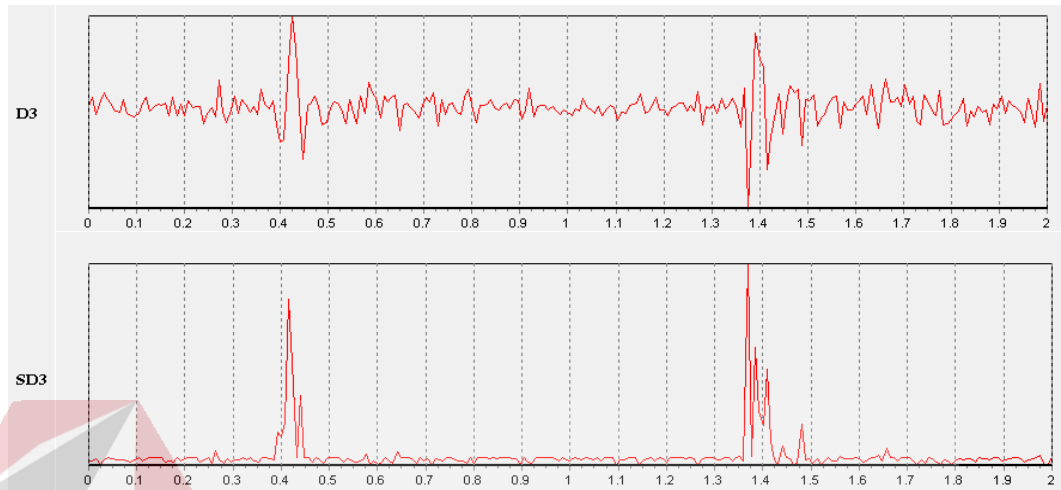


Gambar 4.23 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 3

Gambar 4.23 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 3 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

4. Pengujian Data 4

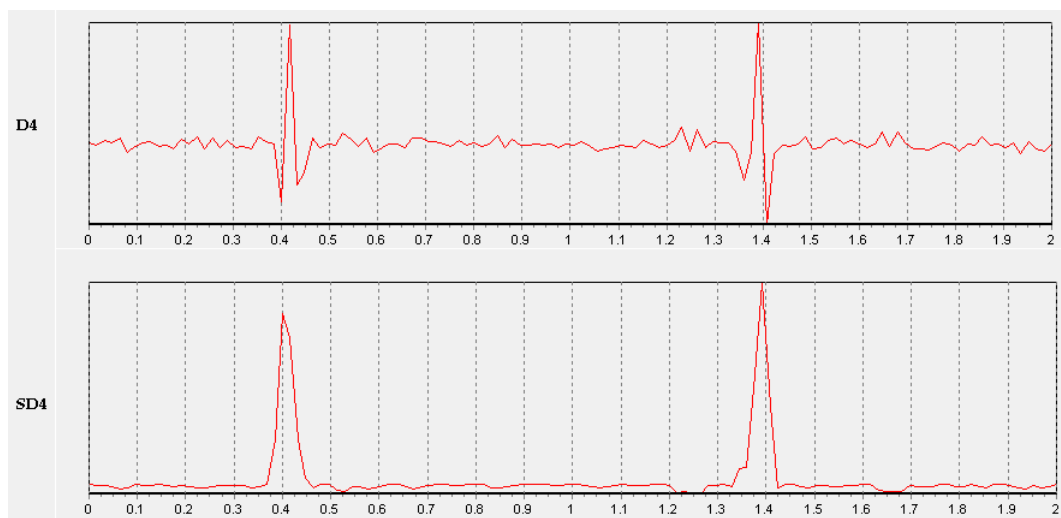
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.24 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 4

Gambar 4.24 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 4 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

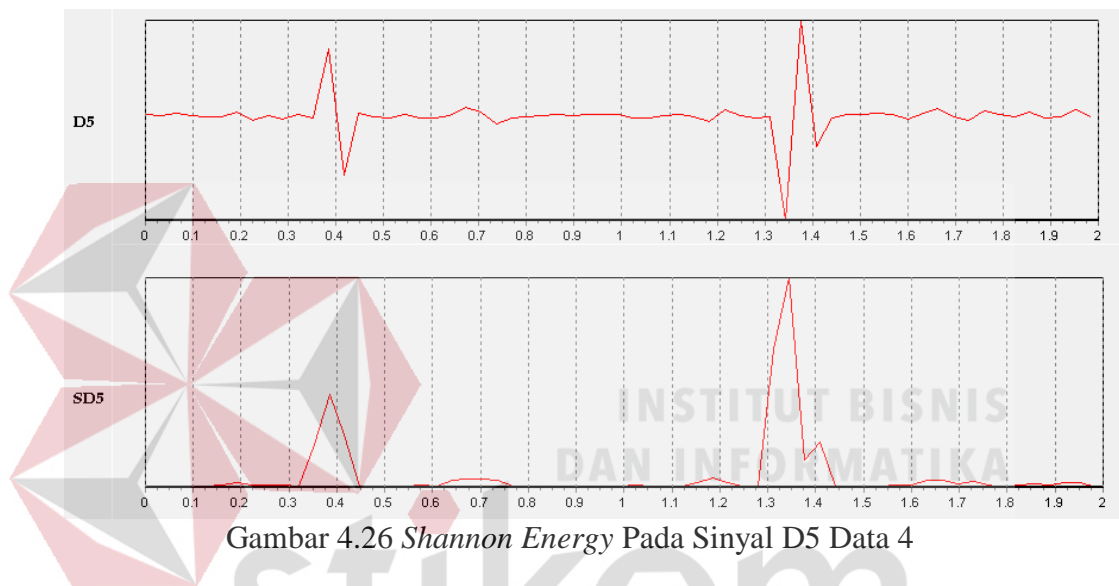
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.25 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 4

Gambar 4.25 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 4 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

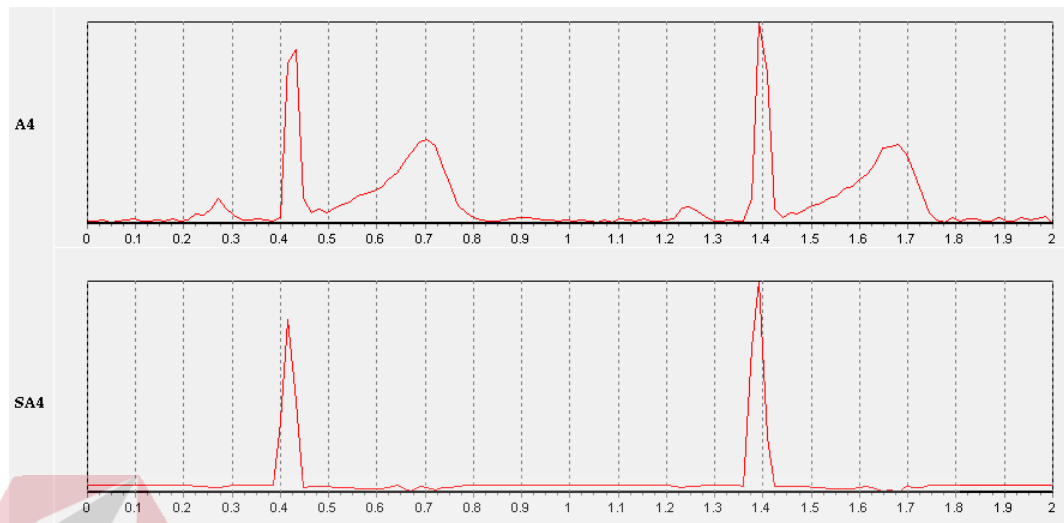
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.26 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 4

Gambar 4.26 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 4 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

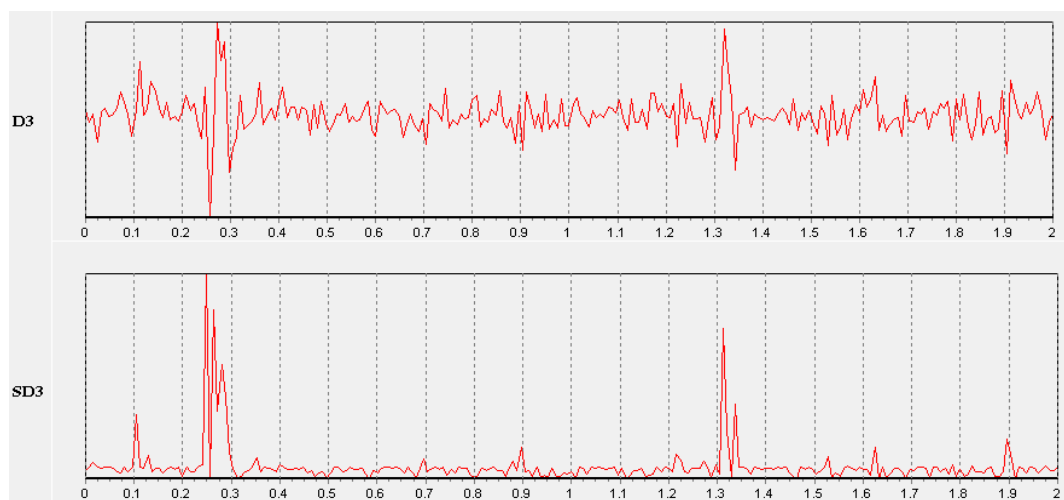


Gambar 4.27 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 4

Gambar 4.27 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 4 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

5. Pengujian Data 5

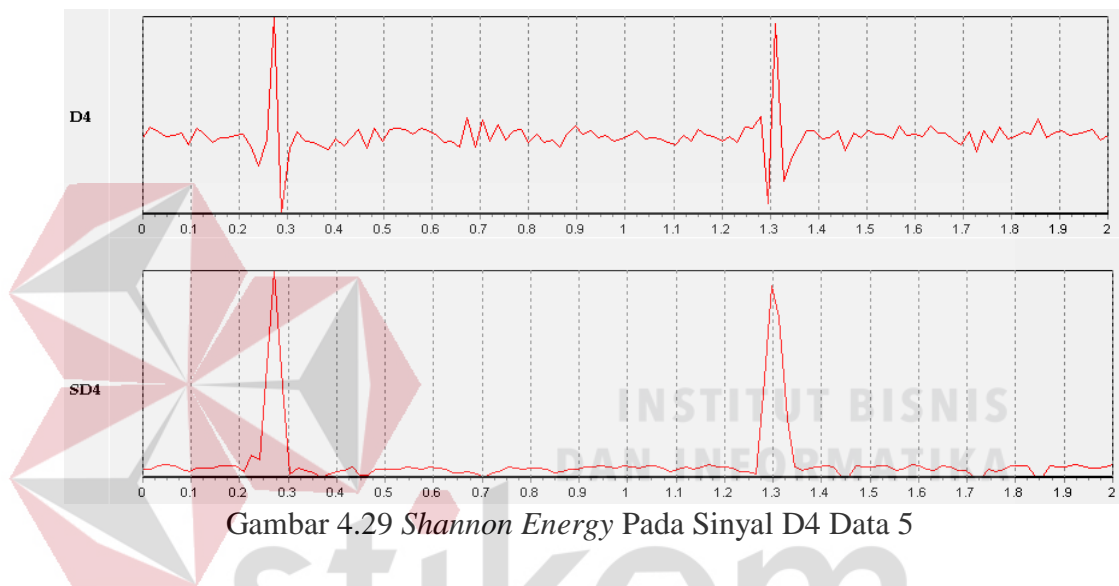
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.28 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 5

Gambar 4.28 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 5 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

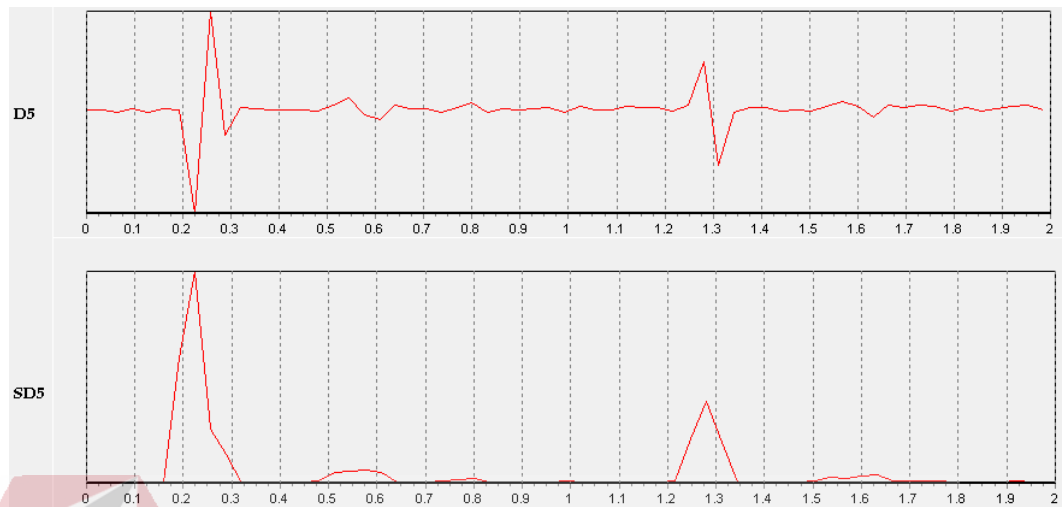
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.29 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 5

Gambar 4.29 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 5 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

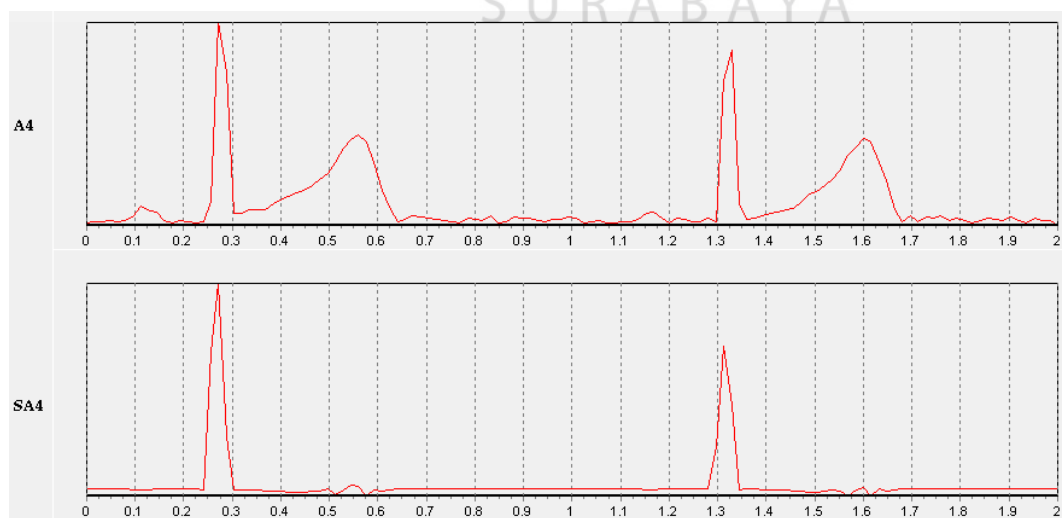
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.30 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 5

Gambar 4.30 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 5 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

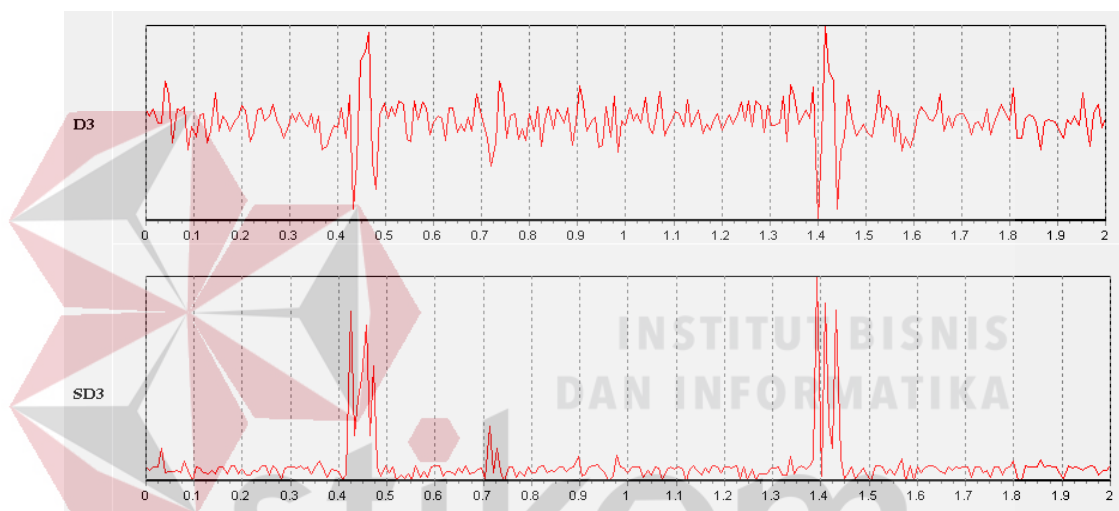


Gambar 4.31 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 5

Gambar 4.31 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 5 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

6. Pengujian Data 6

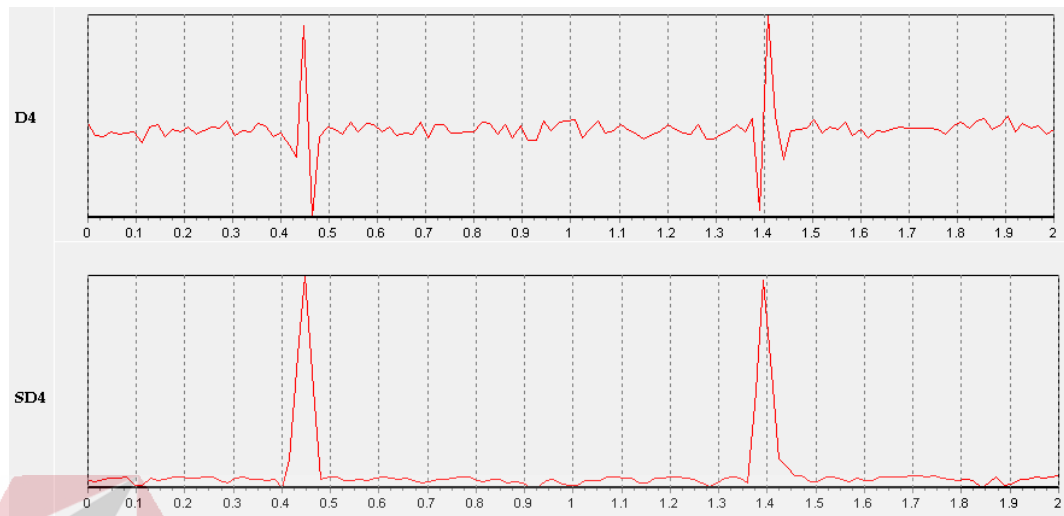
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.32 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 6

Gambar 4.32 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 6 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

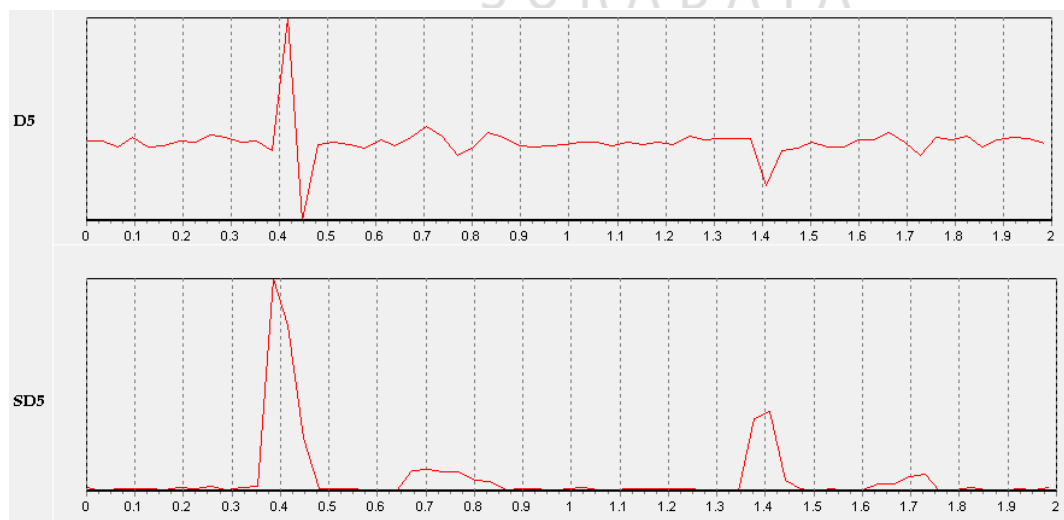
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.33 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 6

Gambar 4.33 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 6 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

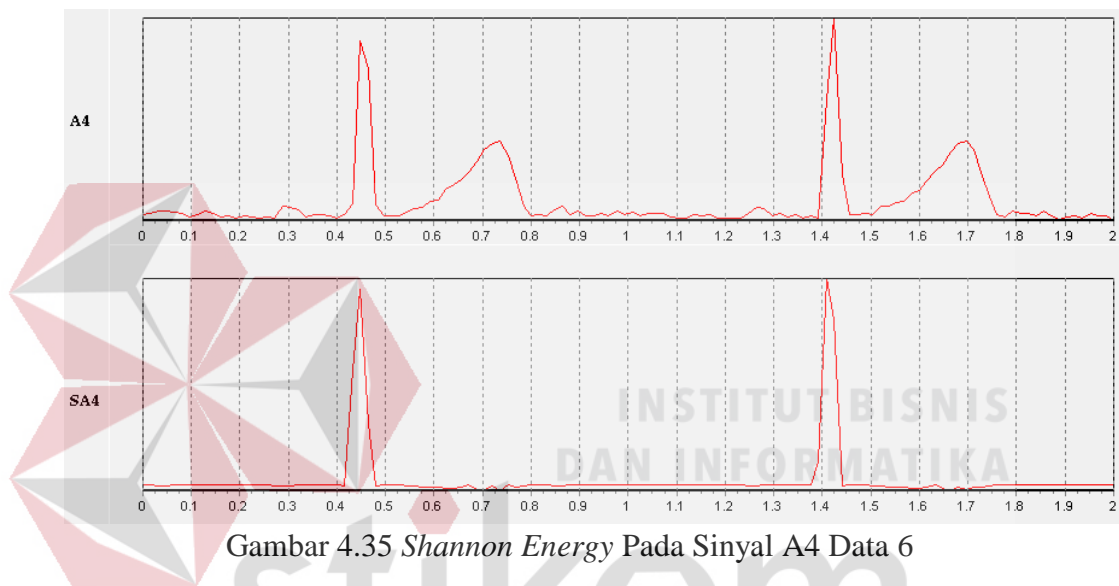
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.34 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 6

Gambar 4.34 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 6 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

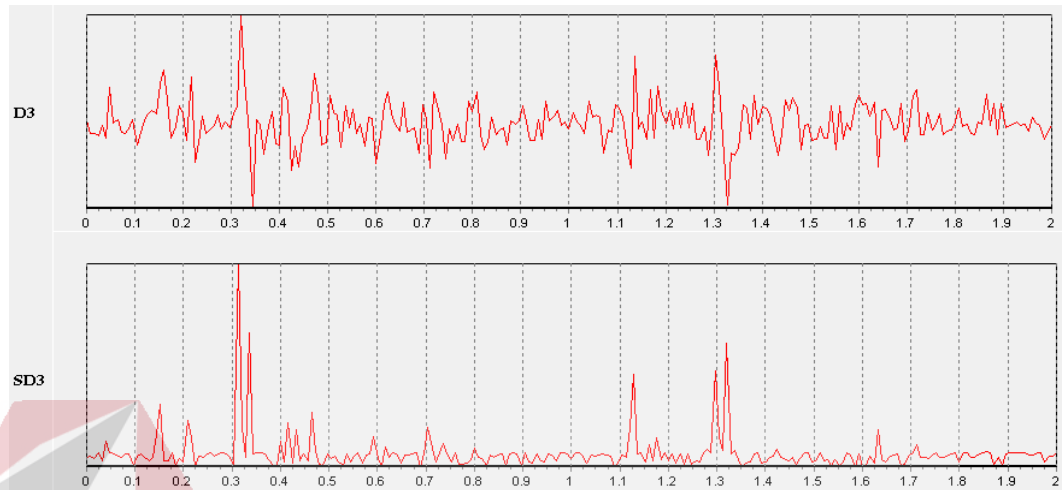


Gambar 4.35 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 6

Gambar 4.35 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 6 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

7. Pengujian Data 7

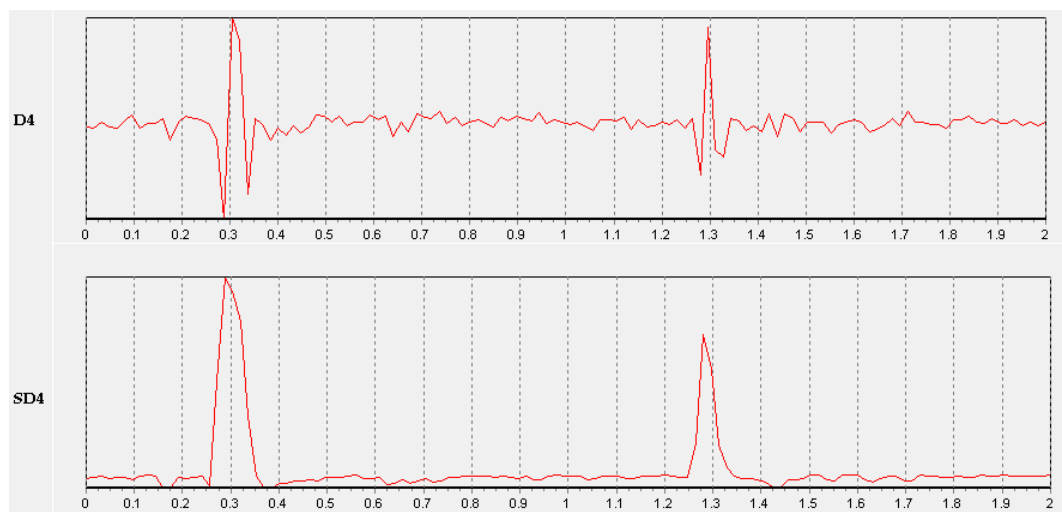
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.36 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 7

Gambar 4.36 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 7 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

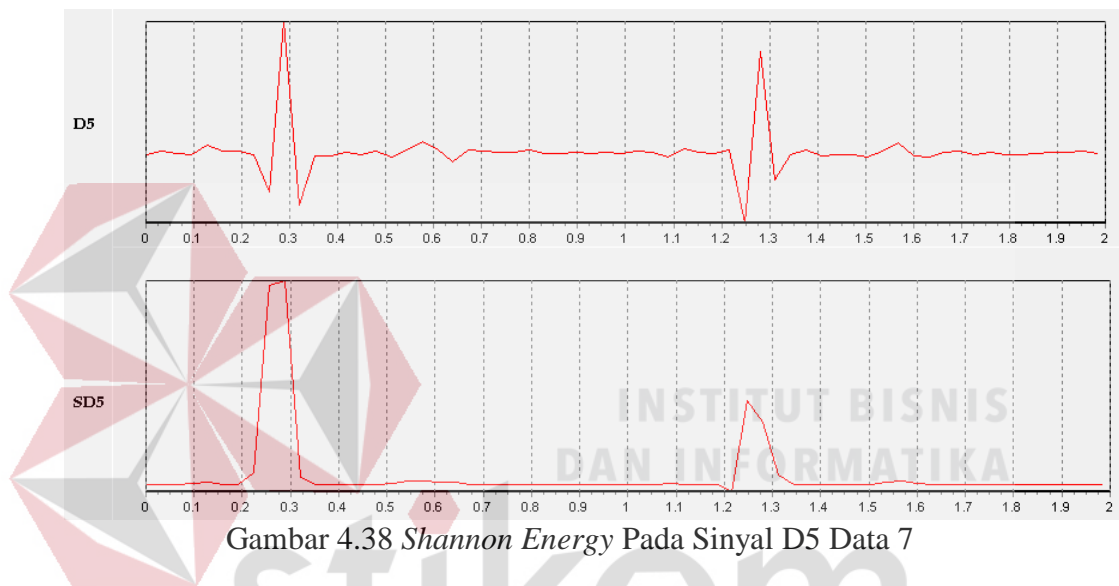
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.37 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 7

Gambar 4.37 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 7 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

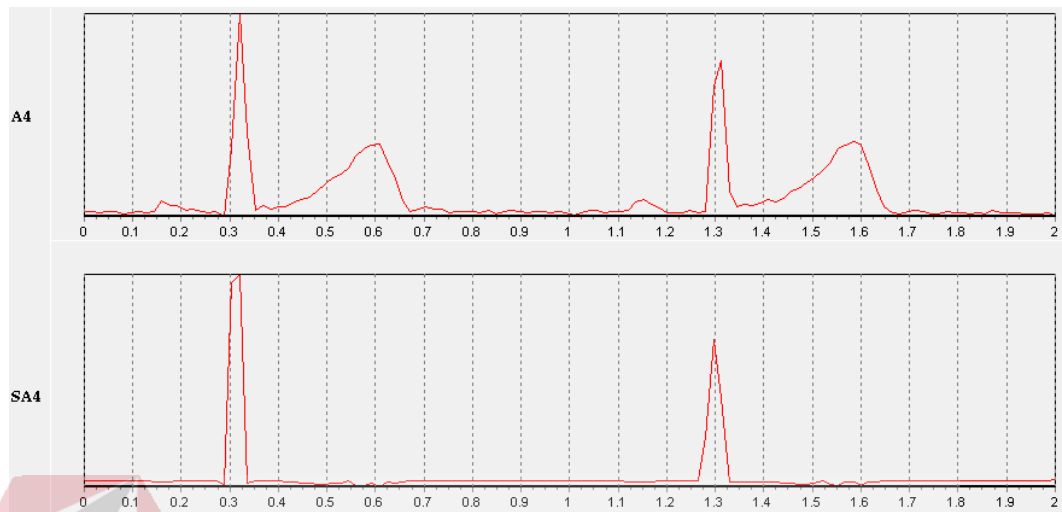
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.38 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 7

Gambar 4.38 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 7 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

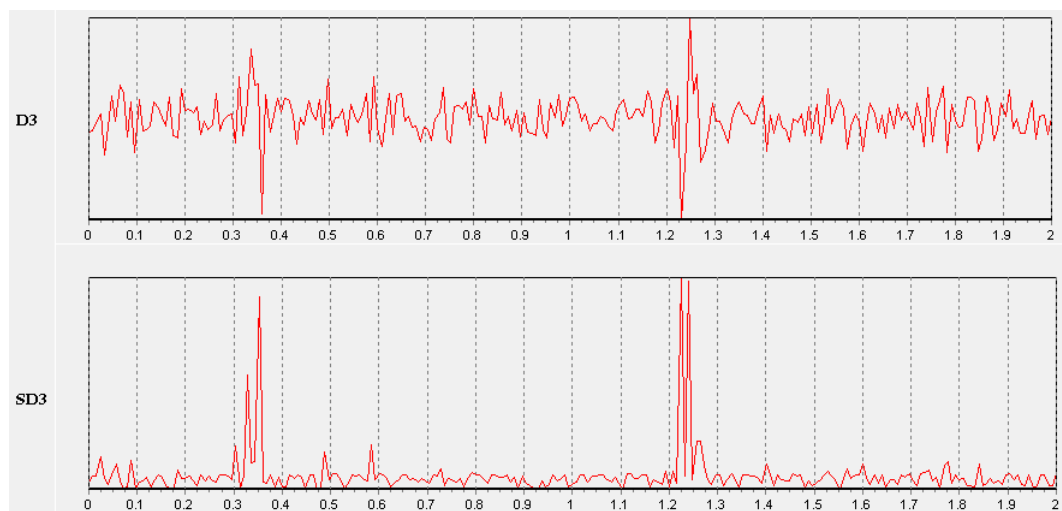


Gambar 4.39 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 7

Gambar 4.39 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 7 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

8. Pengujian Data 8

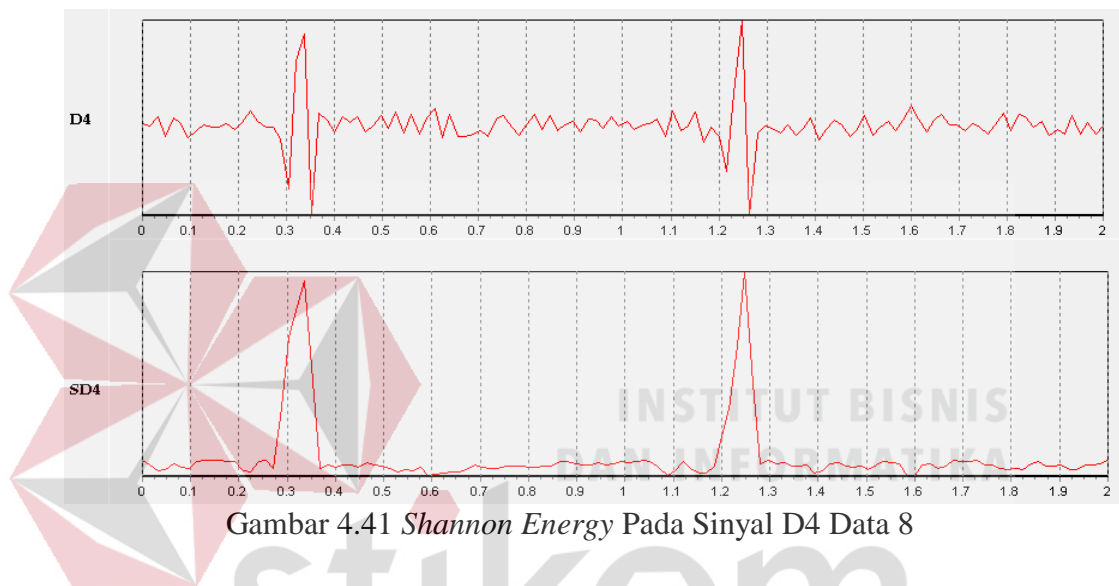
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.40 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 8

Gambar 4.40 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 8 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

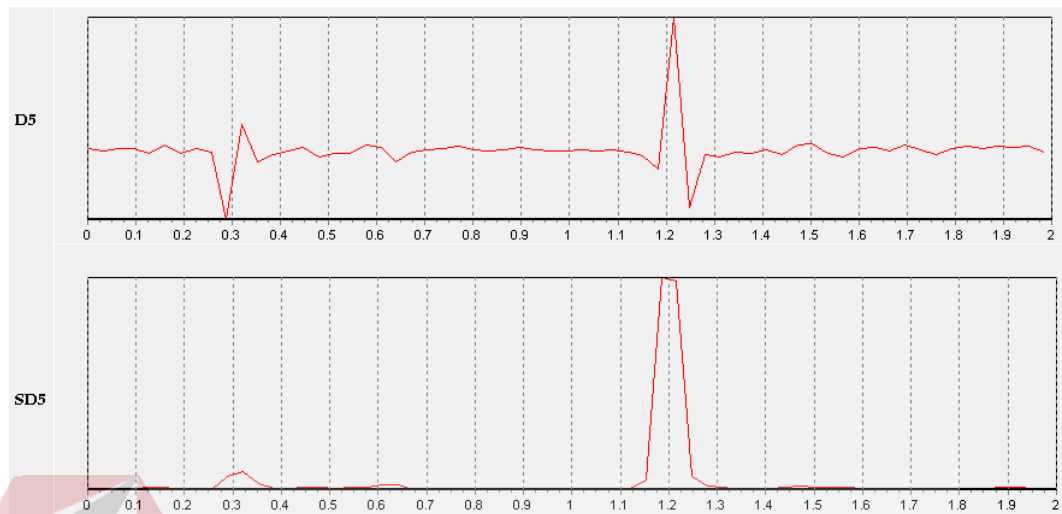
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.41 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 8

Gambar 4.41 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 8 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

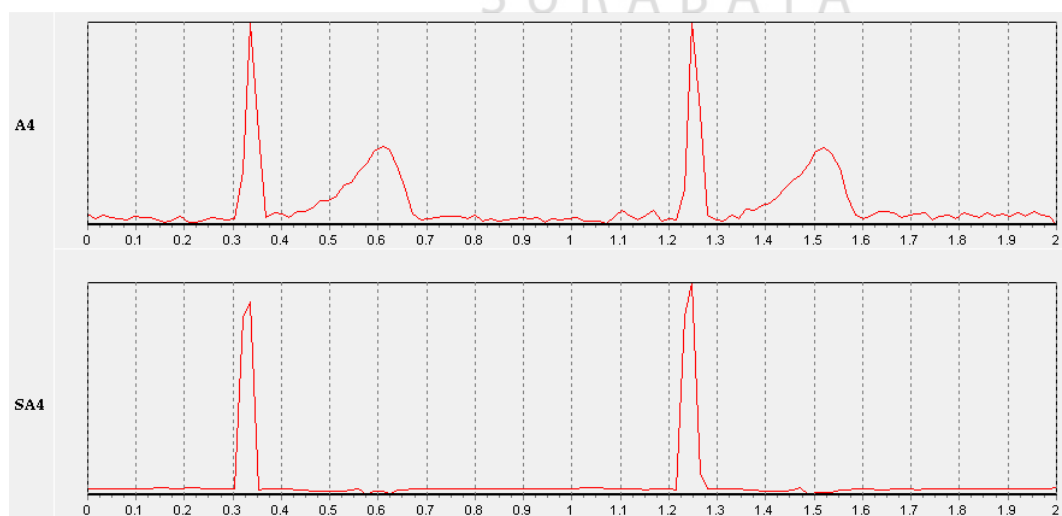
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.42 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 8

Gambar 4.42 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 8 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

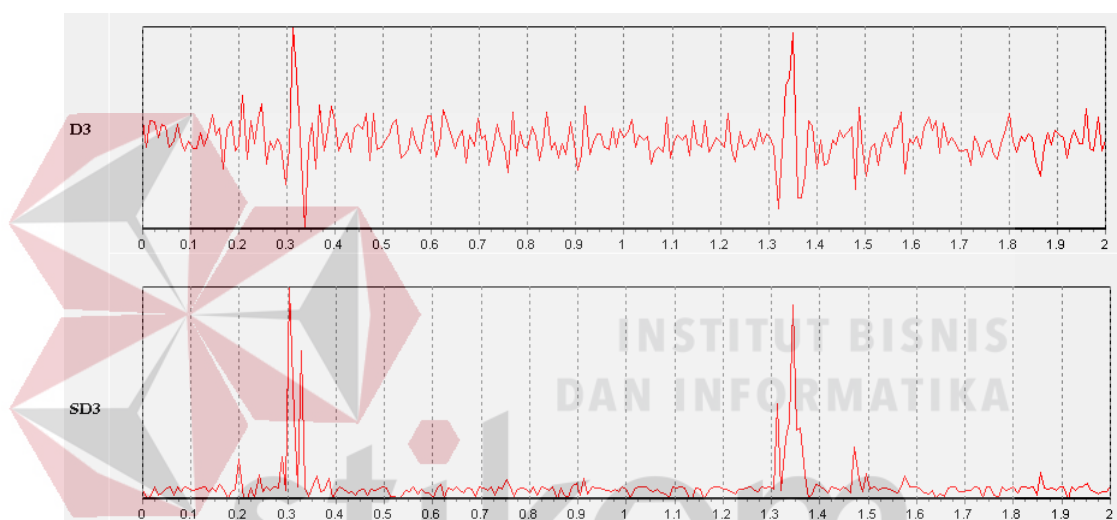


Gambar 4.43 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 8

Gambar 4.43 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 8 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

9. Pengujian Data 9

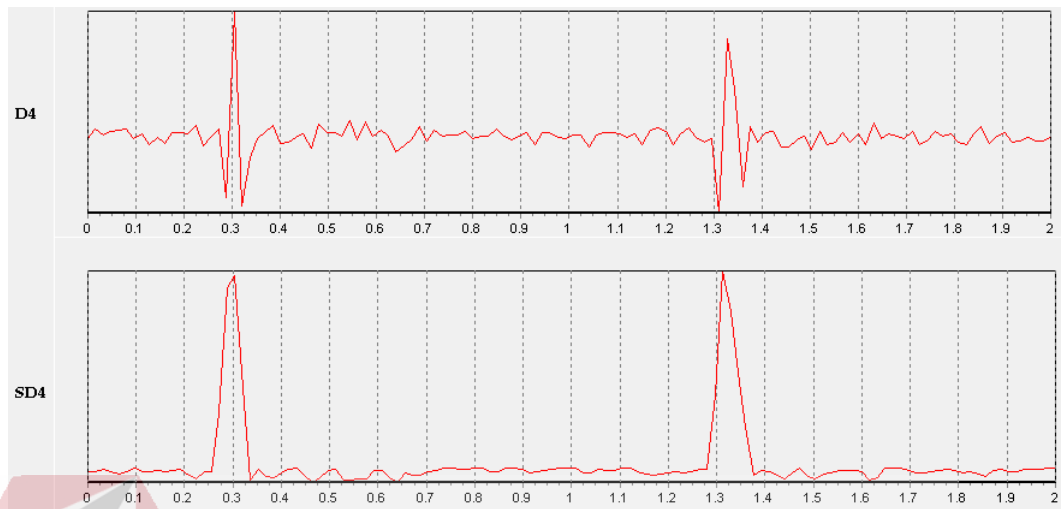
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.44 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 9

Gambar 4.44 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 9 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

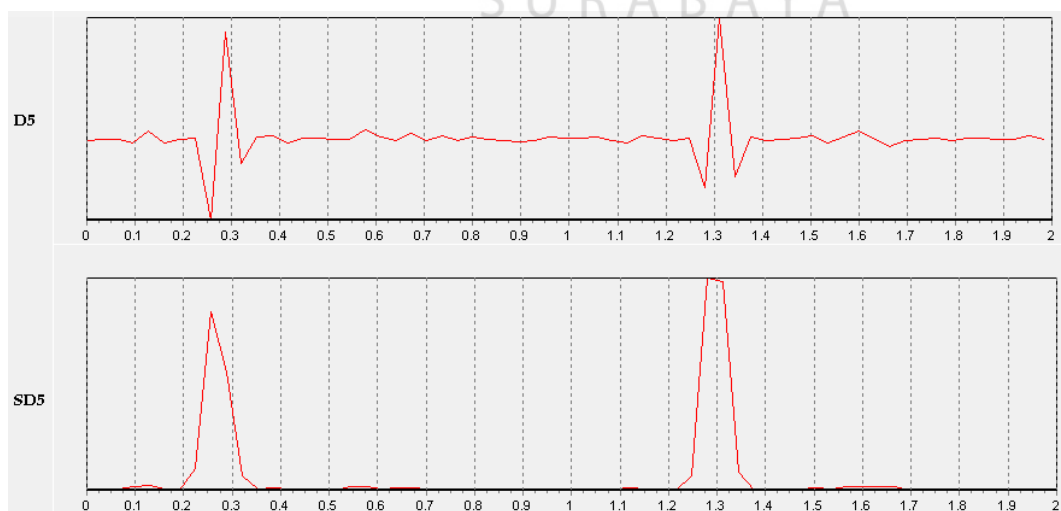
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.45 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 9

Gambar 4.45 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 9 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

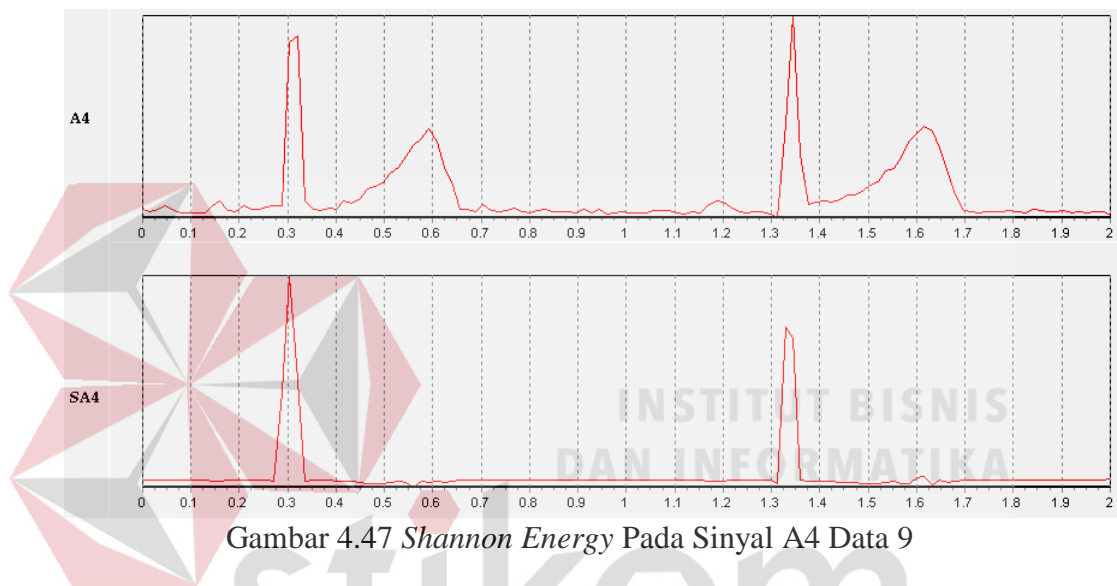
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.46 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 9

Gambar 4.46 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 9 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4

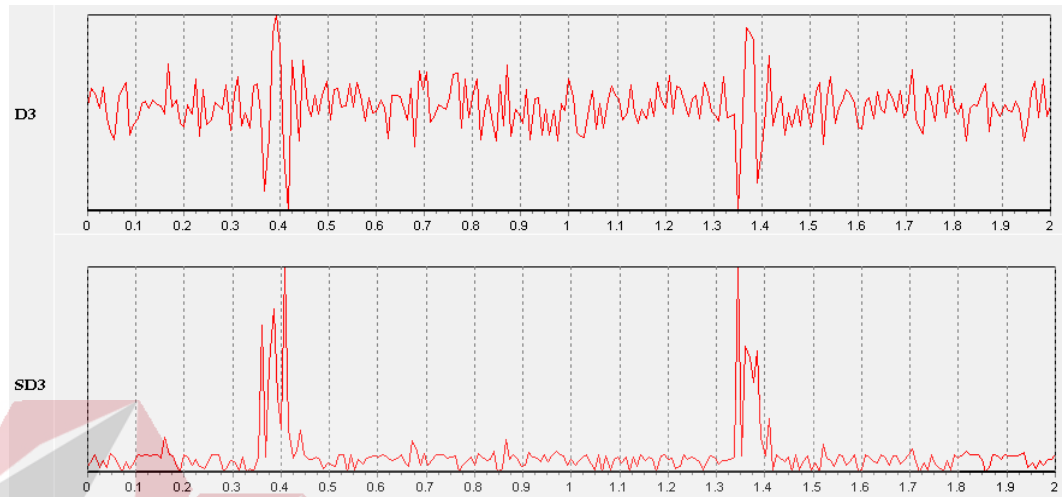


Gambar 4.47 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 9

Gambar 4.47 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 9 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

10. Pengujian Data 10

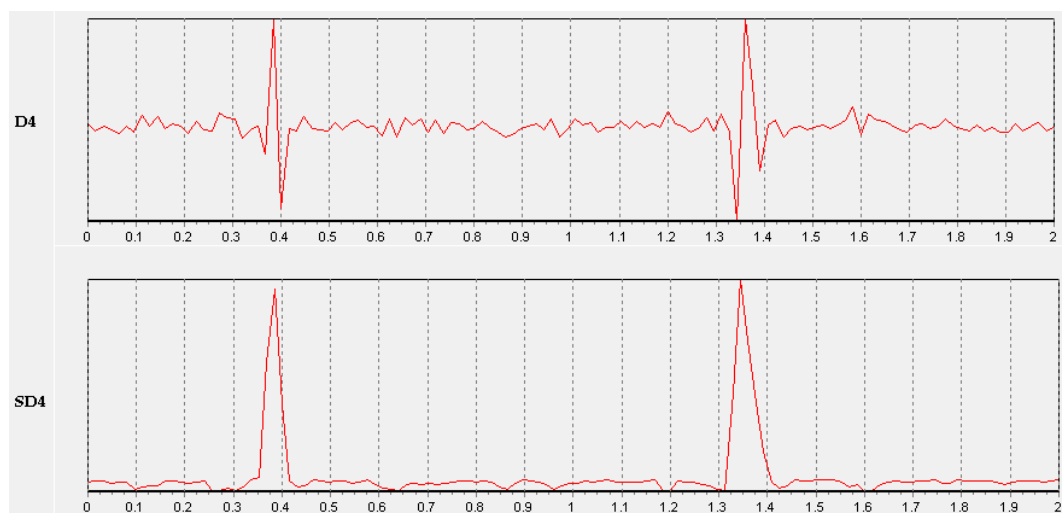
a. Sinyal Detail Level 3



Gambar 4.48 *Shannon Energy* Pada Sinyal D3 Data 10

Gambar 4.48 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 3 dari data 10 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D3 adalah sinyal detail level 3 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD3 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 3.

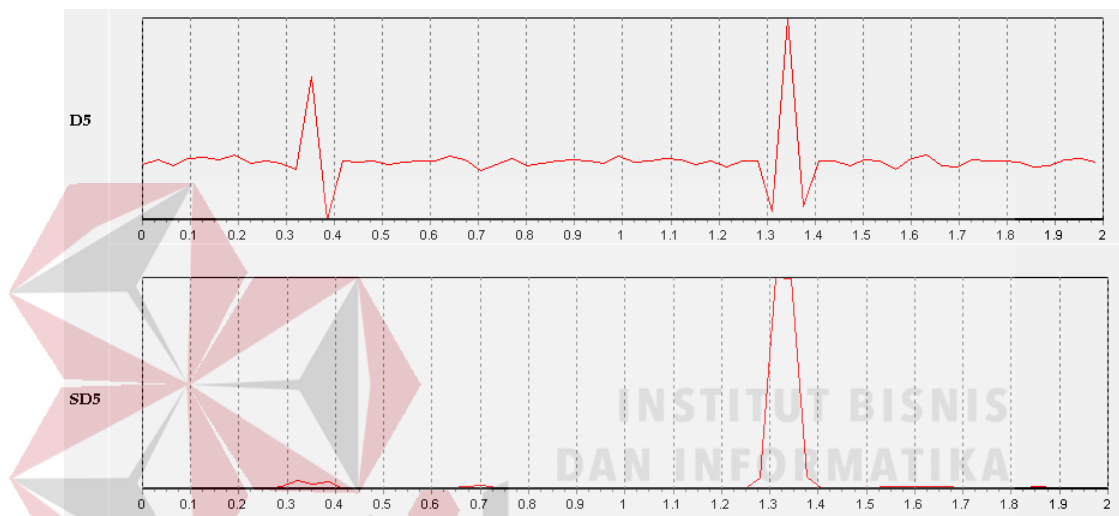
b. Sinyal Detail Level 4



Gambar 4.49 *Shannon Energy* Pada Sinyal D4 Data 10

Gambar 4.49 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 4 dari data 10 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D4 adalah sinyal detail level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 4.

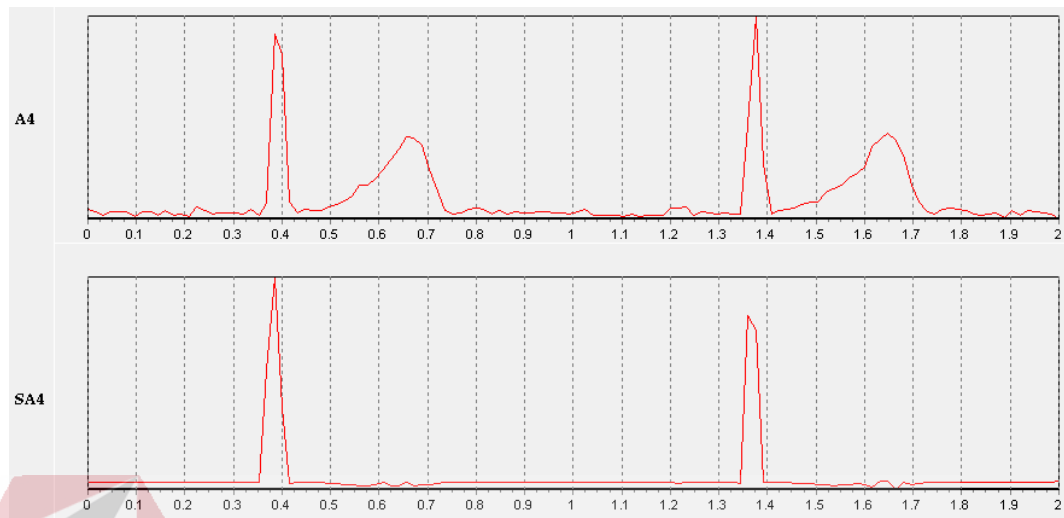
c. Sinyal Detail Level 5



Gambar 4.50 *Shannon Energy* Pada Sinyal D5 Data 10

Gambar 4.50 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal detail level 5 dari data 10 yang telah divisualisasi menjadi grafik. D5 adalah sinyal detail level 5 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SD5 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal detail level 5.

d. Sinyal Aproksimasi Level 4



Gambar 4.51 *Shannon Energy* Pada Sinyal A4 Data 10

Gambar 4.51 adalah hasil dari *Shannon Energy Envelope* pada sinyal aproksimasi level 4 dari data 10 yang telah divisualisasi menjadi grafik. A4 adalah sinyal aproksimasi level 4 hasil dekomposisi dari sinyal EKG. SA4 adalah *Shannon Energy Envelope* dari sinyal aproksimasi level 4.

4.4 Pengujian QRS Kompleks

A. Tujuan

Pada pengujian QRS Kompleks adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai gelombang P, QRS, dan T serta interval P-R dan interval R-R yang normal pada sinyal EKG.

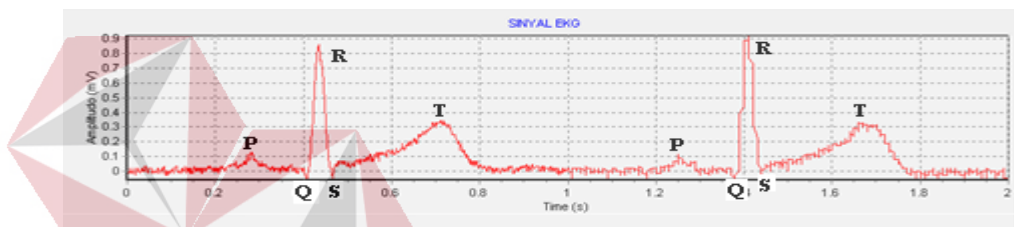
B. Prosedur Pengujian

1. *Run program (user/manual).*
2. Arahkan kursor pada tombol QRS (*user/manual*).

3. Kemudian tekan tombol QRS (*user/manual*).
4. Setelah *push button* QRS ditekan maka program akan menghitung QRS Kompleks.

C. Hasil Pengujian

Sesuai dengan langkah pengujian yang diatas, berikut hasil pengujian QRS Kompleks dengan melakukan percobaan sebanyak 10 kali menggunakan data yang berbeda.



Gambar 4.52 Letak Gelombang P, Q, R, S, dan T pada sinyal EKG

Gambar 4.52 menunjukkan letak dari masing-masing gelombang P, gelombang Q, gelombang R, gelombang S dan gelombang T pada sinyal EKG.

Tabel 4.3 Hasil QRS Kompleks (Fitur Fidusial pada Sinyal EKG)

Data	Siklus	Amplitudo (mV)					Durasi (s)		
		P	Q	R	S	T	P	QRS	T
Data 1	1	0.08	-0.05	0.97	-0.03	0.41	0.06	0.07	0.32
	2	0.08	-0.05	1.00	-0.03	0.42	0.06	0.07	0.33
Data 2	1	0.06	-0.09	0.94	-0.06	0.33	0.03	0.08	0.27
	2	0.08	-0.09	0.83	-0.05	0.31	0.03	0.09	0.26
Data 3	1	0.06	-0.08	0.88	-0.06	0.31	0.04	0.08	0.26
	2	0.06	-0.08	0.84	-0.05	0.33	0.06	0.07	0.28
Data 4	1	0.13	-0.06	0.86	-0.05	0.34	0.14	0.07	0.36
	2	0.11	-0.06	0.92	-0.03	0.33	0.09	0.07	0.33
Data 5	1	0.13	-0.06	0.91	-0.02	0.36	0.08	0.07	0.33
	2	0.06	-0.08	0.81	-0.02	0.36	0.07	0.07	0.33
Data	1	0.08	-0.08	0.84	-0.06	0.34	0.06	0.07	0.32

6	2	0.08	-0.08	0.84	-0.02	0.31	0.12	0.09	0.32
Data 7	1	0.11	-0.06	0.89	-0.05	0.34	0.07	0.07	0.32
	2	0.11	-0.05	0.75	-0.05	0.34	0.10	0.10	0.33
Data 8	1	0.06	-0.09	0.81	-0.06	0.31	0.05	0.07	0.31
	2	0.08	-0.08	0.84	-0.08	0.31	0.04	0.07	0.28
Data 9	1	0.08	-0.09	0.97	-0.03	0.38	0.06	0.09	0.30
	2	0.08	-0.05	0.84	-0.06	0.38	0.09	0.07	0.33
Data 10	1	0.08	-0.09	0.92	-0.08	0.38	0.08	0.07	0.31
	2	0.08	-0.09	0.88	-0.05	0.36	0.06	0.07	0.31
Jumlah		1.69	-1.46	17.54	-0.94	6.95	1.39	1.51	6.20
Rata-Rata		0.08	-0.07	0.88	-0.05	0.35	0.07	0.08	0.31

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.3 didapatkan nilai rata-rata amplitudo pada gelombang P yaitu 0.08 mV, gelombang Q yaitu -0.07 mV, gelombang R yaitu 0.88 mV, gelombang S yaitu -0.05 mV, dan gelombang T yaitu 0.35 mV. Sedangkan nilai rata-rata durasi pada gelombang P yaitu 0.07 s, gelombang QRS yaitu 0.08 s, dan gelombang T yaitu 0.31 s. Hasil pada Tabel 4.3 didapatkan dari perhitungan fitur fidusial (*fiducial features*) sinyal EKG dengan frekuensi cuplik 1KHz.

Hasil pengujian QRS Kompleks telah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Lugovaya pada tahun 2005 yaitu nilai amplitudo untuk gelombang P normal berada dalam rentang 0 sampai 0.25 mV, gelombang Q normal berada dalam rentang 0 sampai -0.3 mV, gelombang R normal berada dalam rentang 0.6 sampai 2.1 mV, gelombang S normal berada dalam rentang 0 sampai -0.6 mV, dan gelombang T normal berada dalam rentang 0 sampai 0.5 mV. Sedangkan nilai durasi untuk gelombang P normal berada dalam rentang 0.06 sampai 0.1 s,

gelombang QRS normal berada dalam rentang 0.06 sampai 0.12 s, dan gelombang T normal berada dalam rentang 0.25 sampai 0.34 s.

Tabel 4.4 Hasil Interval P-R

Data	Interval P-R (s)	
	Siklus 1	Siklus 2
Data 1	0.16	0.16
Data 2	0.16	0.15
Data 3	0.17	0.17
Data 4	0.15	0.16
Data 5	0.16	0.17
Data 6	0.16	0.15
Data 7	0.16	0.16
Data 8	0.15	0.14
Data 9	0.15	0.16
Data 10	0.17	0.16
Jumlah	1.59	1.58
Rata-Rata	0.16	0.16

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.4 didapatkan nilai rata-rata interval P-R pada siklus pertama yaitu 0.16 s dan nilai rata-rata interval P-R pada siklus kedua yaitu 0.16 s. Nilai interval P-R didapatkan dari perhitungan pada data sinyal EKG yang asli.

Tabel 4.5 Hasil Interval R-R

Data	Interval R-R (s)				
	Sinyal Asli	Shannon			
		D3	D4	D5	A4
Data 1	1.02	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 2	0.94	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 3	1.01	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 4	0.98	0.99	0.99	0.96	0.99

Data 5	1.05	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 6	0.97	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 7	0.98	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 8	0.91	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 9	1.03	0.99	0.99	0.96	0.99
Data 10	0.98	0.99	0.99	0.96	0.99
Jumlah	9.87	9.90	9.90	9.60	9.90
Rata-Rata	0.99	0.99	0.99	0.96	0.99

Hasil pengujian pada Tabel 4.5 didapatkan nilai rata-rata interval R-R pada sinyal asli yaitu 0.99 s dan nilai rata-rata interval R-R dengan menggunakan *Shannon Energy Envelope* pada sinyal D3 yaitu 0.99 s, sinyal D4 yaitu 0.99 s, sinyal D5 yaitu 0.96 s, dan sinyal A4 yaitu 0.99 s.

Nilai interval R-R didapatkan dari selisih gelombang puncak tertinggi terakhir dengan gelombang puncak tertinggi sebelumnya. Perhitungan nilai interval R-R dilakukan pada sinyal EKG yang telah didekomposisi sebanyak 5 level menggunakan DWT dengan *Mother Wavelet Daubechies 2*. Dalam penelitian ini sinyal D3, D4, D5, dan A4 dipilih karena hasil dekomposisi pada level tersebut berada dalam rentang nilai frekuensi jantung normal 50Hz - 250Hz (Nazeran, 2007).

Dengan menggunakan *Shannon Energy Envelope* perhitungan untuk mendapatkan nilai interval R-R lebih mudah karena sinyal yang telah diproses dengan *Shannon Energy Envelope* menampilkan lebih sedikit gelombang dengan nilai puncak tertinggi dari sinyal EKG.

Pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 hasil perhitungan telah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yadav pada tahun 2015 yaitu nilai durasi interval P-R normal berada dalam rentang 0.12 sampai 0.2 s dan interval R-R normal berada dalam rentang 0.6 sampai 1.2 s.

